



Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pembelajarannya

[Document subtitle]

DIMENSI METRIK LOKAL PADA
BEBERAPA KELAS GRAF

Program Studi Matematika FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta



DIMENSI METRIK LOKAL PADA BEBERAPA KELAS GRAF

Tri Atmojo Kusmayadi^{1,a)}, Fika Catur Fitriyanti²⁾, Salma Fauziyah Ashim³⁾

¹Program Studi Matematika FMIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta

^{a)}tri.atmojo.kusmayadi@staff.uns.ac.id

Abstrak

Misal G adalah suatu graf terhubung dengan $V(G)$ sebagai himpunan *vertex* dan $E(G)$ sebagai himpunan *edge*. Jarak antar dua *vertex* u dan v pada graf G adalah *path* terpendek antara *vertex* u dan v yang dinotasikan dengan $d(u, v)$. Suatu himpunan $W \subset V(G)$ dan untuk setiap $v \in V(G)$, representasi *vertex* v terhadap W didefinisikan sebagai k -pasangan terurut $r(v|W) = (d(v, w_1), d(v, w_2), \dots, d(v, w_k))$. Himpunan W merupakan himpunan pembeda lokal dari G jika untuk setiap dua *vertex* berbeda $u, v \in V(G)$ yang saling *adjacent* berlaku $r(u|W) \neq r(v|W)$. Himpunan pembeda lokal dengan kardinalitas minimum disebut basis metrik lokal dari G dan banyaknya anggota dari basis metrik lokal di G disebut dimensi metrik lokal dari G yang dinotasikan dengan $dim_1(G)$. Dalam penelitian ini dicari dimensi metrik lokal pada beberapa kelas graf, khususnya graf *windmill* $Wd_{k,n}$, graf lintasan korona sisi graf lobster $P_m \diamond L_n(q, r)$, dan graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi metrik lokal pada graf *windmill* yaitu $dim_1(Wd_{k,n}) = n(k - 2)$ untuk $k \geq 3$ dan $n \geq 2$. Dimensi metrik lokal pada graf lintasan korona sisi graf lobster yaitu $dim_1(P_m \diamond L_n(q, r)) = n + 1$ untuk $m = 2$ dan $n, q, r \geq 2$ serta $dim_1(P_m \diamond L_n(q, r)) = n(m - 1)$ untuk $m \geq 3$ dan $n, q, r \geq 2$. Dimensi metrik lokal pada graf lintasan korona graf *wheel* yaitu $dim_1(P_n \odot W_m) = 4$ untuk $n = 1$ dan $m = 3$, $dim_1(P_n \odot W_m) = 3$ untuk $n = 1$ dan $m = 4$, $dim_1(P_n \odot W_m) = 3n$ untuk $n \geq 2$ dan $m = 3$, $dim_1(P_n \odot W_m) = 2n$ untuk $n \geq 2$ dan $m = 4$, $dim_1(P_n \odot W_m) = \left\lfloor \frac{m+7}{4} \right\rfloor$ untuk $n = 1$ dan $m \geq 5$, $dim_1(P_n \odot W_m) = n \left\lfloor \frac{m+3}{4} \right\rfloor$ dengan $n \geq 2$ dan $m \geq 5$.

Kata Kunci: Dimensi metrik lokal, himpunan pembeda lokal, graf *windmill*, graf lintasan korona sisi graf lobster, graf lintasan korona graf *wheel*

1. LATAR BELAKANG

Chartrand *et al.* [1] mendefinisikan bahwa suatu graf G adalah himpunan tak kosong berhingga $V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ yang disebut himpunan *vertex* dan $E(G) = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ yang disebut himpunan *edge*. Salah satu konsep dalam teori graf yaitu dimensi metrik yang pertama kali diperkenalkan oleh Slater [2] pada tahun 1975. Kemudian Harary dan Melter [3] pada tahun 1976 juga memperkenalkan konsep yang sama. Misalkan G adalah suatu graf terhubung dengan $V(G)$ sebagai himpunan *vertex* dan $E(G)$ sebagai himpunan *edge*. Didefinisikan suatu himpunan $W \subset V(G)$ dan untuk setiap $v \in V(G)$, representasi *vertex* v terhadap W dengan $W = \{w_1, w_2, \dots, w_k\}$ didefinisikan sebagai k -pasangan terurut $r(v|W) = (d(v, w_1), d(v, w_2), \dots, d(v, w_k))$. Himpunan W disebut sebagai himpunan pembeda dari G jika untuk setiap dua *vertex* berbeda $u, v \in V(G)$ berlaku $r(u|W) \neq r(v|W)$. Himpunan pembeda dengan kardinalitas minimum disebut basis metrik dari G dan banyaknya anggota dari basis metrik di G disebut dimensi metrik dari G yang dinotasikan dengan $dim(G)$.

Penelitian dalam teori graf terus berkembang khususnya pada konsep dimensi metrik yang telah memunculkan konsep-konsep baru. Salah satu konsep pengembangan dimensi metrik yaitu konsep dimensi metrik lokal yang pertama kali diperkenalkan Okamoto *et al.* [4] pada tahun 2010. Okamoto *et al.* [4] mendefinisikan misal G adalah graf terhubung, suatu himpunan terurut $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ dimana $W \subset V(G)$ dan v merupakan sebuah *vertex* pada graf G , maka representasi *vertex* v terhadap W didefinisikan sebagai n -pasangan terurut $r(v|W) = (d(v, w_1), d(v, w_2), \dots, d(v, w_n))$. Himpunan W disebut sebagai himpunan pembeda lokal jika $r(u|W) \neq r(v|W)$ untuk setiap pasang *vertex* u dan v yang saling *adjacent* pada graf G . Himpunan pembeda lokal dengan jumlah anggota minimum disebut basis metrik lokal dari G dan banyaknya anggota pada basis metrik lokal disebut dimensi metrik lokal dari G yang dinotasikan dengan $dim_l(G)$.

Beberapa peneliti telah menentukan dimensi metrik lokal pada beberapa kelas graf. Pada tahun 2014, Ningsih *et. al.* [5] telah meneliti dimensi metrik lokal pada graf hasil kali *comb* dari graf siklus dan graf lintasan. Pada tahun 2017, Rimadhany [6] telah meneliti dimensi metrik lokal pada graf *circulant*. Pada tahun 2018, Budianto dan Kusmayadi [7] telah meneliti dimensi metrik lokal pada graf *starbarbell*, graf $K_m \odot P_n$, dan graf *mobius ladder*. Pada tahun yang sama, Khoiriah dan Kusmayadi [8] telah meneliti dimensi metrik lokal pada graf antiprisma dan graf *sun*. Pada penelitian ini, ditentukan dimensi metrik pada graf *windmill* $Wd_{k,m}$, graf lintasan korona sisi graf lobster $P_m \diamond L_n(q,r)$, dan graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$.

2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan dimensi metrik lokal pada graf *windmill* $Wd_{k,n}$ dengan $k \geq 3$ dan $n \geq 2$, dimensi metrik lokal pada graf lintasan korona sisi graf lobster $P_m \diamond L_n(q,r)$ dengan $m, n, q, r \geq 2$, dan graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$ dengan $n \geq 1$ dan $m \geq 3$.

3. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian pustaka, yaitu dengan mengumpulkan referensi dari buku-buku dan jurnal. Dengan metode ini, dapat ditentukan dimensi metrik pada graf *windmill* $Wd_{k,n}$, graf lintasan korona sisi graf lobster $P_m \diamond L_n(q,r)$, dan graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Menentukan himpunan pembeda local W .
2. Menghitung jarak setiap *vertex* pada graf $Wd_{k,n}, P_m \diamond L_n(q,r)$, dan $P_n \odot W_m$ terhadap W , sedemikian sehingga setiap dua *vertex* berbeda dan saling *adjacent* mempunyai representasi yang berbeda terhadap W .
3. Menentukan basis metriklokal, yaitu himpunan pembeda lokal dengan kardinalitas terkecil.
4. Menentukan rumus umum dimensi metrik lokal pada kelas graf tersebut.

5. Membangun lema dan/atau teorema beserta pembuktian berdasarkan hasil yang diperoleh.
6. Membuat kesimpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Operasi pada Graf

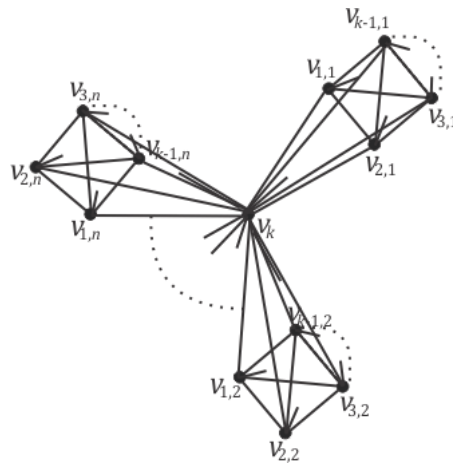
Suatu graf dapat dibentuk dengan menggunakan operasi-operasi tertentu dalam graf. Berikut definisi operasi korona sisi menurut Hou dan Wai-Chee [9] serta operasi korona menurut Frucht dan Harary [10].

Definisi 4.1. Diketahui G_1 dan G_2 masing-masing merupakan graf dengan m_1 titik dan m_1 sisi dan n_2 titik dan m_2 sisi. Korona sisi dari graf G_1 dan G_2 yang dinotasikan dengan $G_1 \diamond G_2$ adalah graf yang terbentuk dari salinan G_1 dan m_1 salinan graf G_2 kemudian menggabungkan dengan dua titik akhir dari $e_i \in E(G_1)$ ke setiap titik $v_i \in V(G_2)$ dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Definisi 4.2. Hasil operasi korona dua graf G_1 dan G_2 ($G_1 \odot G_2$) merupakan suatu graf yang terbentuk dari G_1 dan $|V(G_1)|$ salinan graf G_2 yaitu G_{2i} dengan $i = 1, 2, 3, \dots, |V(G_1)|$, kemudian menghubungkan setiap vertex graf G_1 ke setiap vertex pada salinan ke- i graf G_2 .

4.2 Dimensi Metrik Lokal pada Graf Windmill $Wd_{k,n}$.

Purwanto [11] mendefinisikan bahwa graf windmill yang dinotasikan dengan $Wd_{k,n}$ merupakan graf sederhana tak berarah dengan $((k-i)n) + 1$ vertex dan $\frac{nk(k-1)}{2}$ edge. Graf windmill dapat dibangun dengan menggabungkan n -copy graf lengkap dengan satu vertex yang sama. Gambar graf windmill $Wd_{k,n}$ dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Graf Windmill $Wd_{k,n}$

Diberikan teorema dari Okamoto *et al.* [4] untuk mendukung pembuktian selanjutnya.

Teorema 4.1. Misal G adalah graf terhubung nontrivial dengan order n , maka $dim_i(G) = n - 1$ jika dan hanya jika $G = K_n$ serta $dim_i(G) = 1$ jika dan hanya jika G merupakan graf bipartit.

Berikut ini diberikan hasil dimensi metriklokal pada graf windmill.

Teorema 4.2. Untuk suatu graf windmill $Wd_{k,n}$ dengan $k \geq 3$ dan $n \geq 2$,
 $dim_i(Wd_{k,n}) = n(k - 2)$.

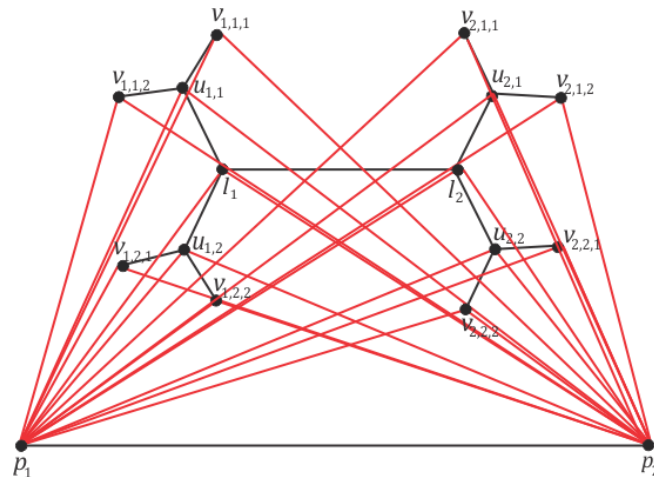
Bukti. Misal $Wd_{k,n}$ adalah graf windmill dengan $k \geq 3$ dan $n \geq 2$.
 $V(Wd_{k,n}) = \{v_{i,j}, v_k\}$ dengan $1 \leq i \leq k - 1$ dan $1 \leq j \leq n$ merupakan himpunan vertex pada graf windmill. Himpunan $S = \{v_{i,j}\}$ dengan $S \subset V(Wd_{k,n})$ merupakan himpunan vertex yang membentuk n -subgraf lengkap K_{k-1} . Kemudian setiap vertex pada n -subgraf lengkap K_{k-1} dihubungkan dengan vertex v_k . Jelas bahwa vertex v_k tidak akan termuat ke dalam himpunan pembeda lokal W , karena setiap vertex pada graf windmill adjacent dengan vertex v_k sehingga jarak dari setiap vertex pada graf windmill ke vertex v_k adalah sama. Oleh karena itu, himpunan pembeda lokal W hanya dipengaruhi oleh n -subgraf lengkap K_{k-1} yang terdapat pada graf windmill. Dengan menggunakan Teorema 4.1 terbukti bahwa

$$\dim_1(Wd_{k,n}) = n(k - 2) \quad \text{untuk} \quad k \geq 3 \quad \text{dan} \quad n \geq 2.$$

□

4.3 Dimensi Metrik Lokal pada Graf Lintasan Korona Sisi Graf Lobster.

Graf lintasan korona sisi graf lobster yang dinotasikan dengan $P_m \diamond L_n(q, r)$ merupakan graf yang diperoleh dari hasil operasi korona sisi graf lintasan P_m dengan graf lobster $L_n(q, r)$. Hasil operasi korona sisi antara graf lintasan dan graf lobster dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Graf $P_2 \diamond L_2(2, 2)$

Berikut diberikan hasil dimensi metrik lokal pada graf $P_m \diamond L_n(q, r)$.

Teorema 4.3. Untuk suatu graf $P_m \diamond L_n(q, r)$ dengan $m, n, q, r \geq 2$

$$\dim_1(P_m \diamond L_n(q, r)) = \begin{cases} n + 1, & m = 2 \text{ dan } n, q, r \geq 2, \\ n(m - 1), & m \geq 3 \text{ dan } n, q, r \geq 2. \end{cases}$$

Bukti. Pembuktian teorema dimensi metrik lokal pada graf $P_m \diamond L_n(q, r)$ dibagi menjadi dua kasus.

Kasus 1. $m = 2$ dan $n, q, r \geq 2$.

Misal $W = \{l_1, l_2, \dots, l_n, p_1\}$, diperoleh representasi setiap vertex pada graf $P_m \diamond L_n(q, r)$ terhadap W adalah

$$r(p_1 | W) = (1, 1, \dots, 1, 0) \quad r(u_{1,1} | W) = (1, 2, \dots, 2, 1) \quad r(u_{1,1,1} | W) = (2, 2, \dots, 2, 1)$$

$$\begin{array}{lll}
 r(p_2|W) = (1,1, \dots, 1,1) & r(u_{1,2}|W) = (1,2, \dots, 2,1) & r(u_{1,1,2}|W) = (2,2, \dots, 2,1) \\
 r(l_1|W) = (0,1, \dots, 2,1) & \vdots & \vdots \\
 r(l_2|W) = (1,0, \dots, 2,1) & r(u_{1,q}|W) = (1,2, \dots, 2,1) & r(u_{1,1,r}|W) = (2,2, \dots, 2,1) \\
 r(l_3|W) = (2,1, \dots, 2,1) & r(u_{2,1}|W) = (2,1, \dots, 2,1) & \vdots \\
 \vdots & \vdots & r(u_{1,2,r}|W) = (2,2, \dots, 2,1) \\
 r(l_n|W) = (2,2, \dots, 0,1) & r(u_{2,q}|W) = (2,1, \dots, 2,1) & \vdots \\
 & \vdots & r(u_{1,q,r}|W) = (2,2, \dots, 2,1) \\
 & r(u_{n,q}|W) = (2,2, \dots, 1,1) & r(u_{2,q,r}|W) = (2,2, \dots, 2,1) \\
 & & \vdots \\
 & & r(u_{n,q,r}|W) = (2,2, \dots, 2,1).
 \end{array}$$

Setiap dua *vertex* yang saling *adjacent* mempunyai representasi yang berbeda terhadap W . Selanjutnya, ditunjukkan bahwa graf $P_m \diamond L_n(q,r)$ dengan $m = 2$ dan $n, q, r \geq 2$ tidak mempunyai himpunan pembeda lokal dengan $|W| < n + 1$. Andaikan graf $P_m \diamond L_n(q,r)$ memuat himpunan pembeda lokal dengan $|W| < n + 1$

maka terdapat tiga kemungkinan pemilihan *vertex*.

1. Semua *vertex* merupakan elemen dari $L_n(q,r)$, diperoleh $r(p_1|W) = r(p_2|W)$.
2. Dua *vertex* merupakan elemen dari P_m dan *vertex* lainnya merupakan elemen dari $L_n(q,r)$. Misal dipilih $W = \{l_i, p_j\}$ dengan $1 \leq i \leq n - 1$ dan $1 \leq j \leq m$ diperoleh $r(u_{n-1,q}|W) = r(v_{n-1,q,r}|W)$ dan $r(u_{n,q}|W) = r(v_{n,q,r}|W)$ sedemikian sehingga untuk dua *vertex* yang saling *adjacent* mempunyai representasi yang sama terhadap W .
3. Satu *vertex* merupakan elemen dari P_m dan *vertex* lainnya merupakan elemen dari $L_n(q,r)$. Misal dipilih $W = \{l_i, p_1\}$ dengan $1 \leq i \leq n - 1$, diperoleh $r(u_{n,q}|W) = r(v_{n,q,r}|W)$ dimana *vertex* $u, v \in L_n(q,r)$ merupakan dua *vertex* yang saling *adjacent*. Begitupun jika diambil sebarang *vertex* dengan $|V| < n + 1$ dari $L_n(q,r) \cup P_m$ maka terdapat dua *vertex* yang saling *adjacent* memiliki representasi yang sama terhadap W .

Dari kemungkinan yang ada, diperoleh hasil yang kontradiksi dengan pengandaian. Oleh karena itu, $P_m \diamond L_n(q, r)$ tidak memiliki himpunan pembeda lokal dengan $|W| < n + 1$ dan diperoleh himpunan pembeda lokal pada graf $P_m \diamond L_n(q, r)$ adalah $n + 1$ elemen, sedemikian sehingga $\dim_i(P_m \diamond L_n(q, r)) = n + 1$ untuk $m = 2$ dan $n, q, r \geq 2$.

Kasus 2. $m \geq 3$ dan $n, q, r \geq 2$.

Misal graf $P_m \diamond L_n(q, r)$ merupakan graf lintasan korona sisi graf lobster dengan $m \geq 3$ dan $n, q, r \geq 2$.

1. Ditunjukkan bahwa $\dim_i(P_m \diamond L_n(q, r)) \geq n(m - 1)$.

Andaikan graf $P_m \diamond L_n(q, r)$ mempunyai himpunan pembeda lokal dengan $|W| < n(m - 1)$. Misal diambil $W = \{l_i^j\}$ dengan $1 \leq i \leq n - 1$ dan $1 \leq j \leq m - 1$. Diperoleh $r(u_{n,q}^{m-1}|W) = r(v_{n,q,r}^{m-1}|W)$ untuk setiap dua *vertex* u, v merupakan *vertex* yang saling *adjacent*. Oleh karena itu, W bukan merupakan himpunan pembeda lokal dengan $|W| < n(m - 1)$. Diperoleh hasil yang kontradiksi dengan pengandaian sehingga terbukti bahwa $\dim_i(P_m \diamond L_n(q, r)) \geq n(m - 1)$.

2. Ditunjukkan bahwa $\dim_i(P_m \diamond L_n(q, r)) \leq n(m - 1)$.

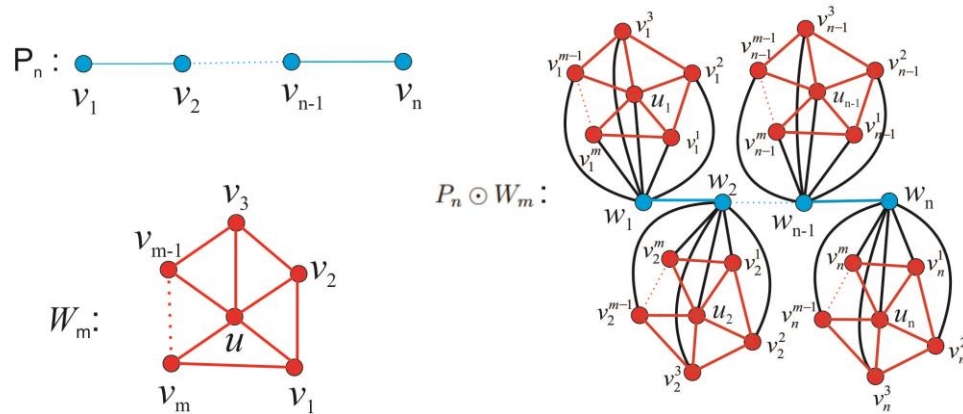
Diasumsikan dengan $W = \{l_i^j\}$ dengan $1 \leq i \leq n$ dan $1 \leq j \leq m - 1$. Diperoleh untuk sebarang dua *vertex* $u, v \in V(P_m \diamond L_n(q, r))$ yang saling *adjacent* berlaku $r(u|W) \neq r(v|W)$, sehingga W merupakan himpunan pembeda lokal dan terbukti bahwa $\dim_i(P_m \diamond L_n(q, r)) \leq n(m - 1)$.

Dari 1 dan 2 diperoleh $n(m - 1) \leq \dim_i(P_m \diamond L_n(q, r)) \leq n(m - 1)$, sehingga terbukti bahwa $\dim_i(P_m \diamond L_n(q, r)) = n(m - 1)$ untuk $m \geq 3$ dan $n, q, r \geq 2$.

□

4.4 Dimensi Metrik Lokal pada Graf Lintasan Korona Graf *Wheel*.

Graf $P_n \odot W_m$ merupakan graf hasil korona antara graf lintasan P_n dengan graf *wheel* W_m dan ilustrasi graf $P_n \odot W_m$ ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk umum graf $P_n \odot W_m$

Berikut ini dibahas mengenai dimensi metrik lokal pada graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$ beserta pembuktiannya.

Teorema 4.4. Jika $P_n \odot W_m$ adalah graf hasil korona antara graf lintasan P_n dengan graf *wheel* W_m dengan $n \geq 1$ dan $m \geq 3$ maka

$$\dim_l(P_n \odot W_m) = \begin{cases} 4, & n = 1 \text{ dan } m = 3; \\ 3, & n = 1 \text{ dan } m = 4; \\ 3n, & n \geq 2 \text{ dan } m = 3; \\ 2n, & n \geq 2 \text{ dan } m = 4; \\ \left\lfloor \frac{m+7}{4} \right\rfloor, & n = 1 \text{ dan } m \geq 5; \\ n \left\lfloor \frac{m+3}{4} \right\rfloor, & n \geq 2 \text{ dan } m \geq 5. \end{cases}$$

Bukti. Diberikan graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$ dengan $n \geq 1$ dan $m \geq 3$.

Himpunan *vertex* graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$ adalah

$$V(P_n \odot W_m) =$$

$$\{w_1, w_2, w_3, \dots, w_{n-1}, w_n, u_1, u_2, \dots, u_{n-1}, u_n, v_1^1, v_1^2, v_1^3, \dots, v_1^{m-1}, v_1^m, v_2^1, v_2^2, v_2^3, \dots\}$$

$v_2^{m-1}, v_2^m, \dots, v_3^{m-1}, v_3^m, \dots, v_n^{m-1}, v_n^m\}$. Pembuktian rumus umum dimensi metrik lokal pada graf lintasan korona graf $wheel P_n \odot W_m$ dibagi menjadi enam kasus sebagai berikut.

Kasus 1. $n = 1$ dan $m = 3$

Graf $P_n \odot W_m$ dengan $n = 1$ dan $m = 3$ merupakan graf dimana setiap *vertex* pada graf tersebut termuat dalam graf lengkap K_5 . Berdasarkan hasil penelitian Okamoto *et al.*[4] yang menyatakan bahwa dimensi metrik lokal adalah $n - 1$ untuk $n \geq 2$ jika dan hanya jika $G = K_n$. Dengan demikian, diperoleh $dim_l(P_n \odot W_m) = 5 - 1 = 4$. Sehingga terbukti bahwa $dim_l(P_n \odot W_m) = 4$ untuk $n = 1$ dan $m = 3$.

Kasus 2. $n = 1$ dan $m = 4$

Graf $P_n \odot W_m$ dengan $n = 1$ dan $m = 4$ memuat *cycle* ganjil sehingga diperoleh $dim_l(P_1 \odot W_4) \neq 1$. Misal diambil $W = \{v_1^1, v_1^2\}$ dimana $v_1^1, v_1^2 \in V(P_1 \odot W_4)$ maka terdapat $u_1, w_1 \in V(P_1 \odot W_4)$ mempunyai representasi yang sama dan saling *adjacent*. Akibatnya, $dim_l(P_1 \odot W_4) \neq 2$. Dengan kata lain, jika W merupakan himpunan pembeda lokal maka setidaknya terdapat satu diantara *vertex* u_1 atau w_1 yang menjadi elemen dari W . Misal diambil $W = \{w_1, v_1^1, v_1^2\}$ sehingga kardinalitas W adalah 3. Diperoleh representasi setiap *vertex* terhadap W sebagai berikut.

$$\begin{aligned} r(u_1|W) &= (1,1,1); & r(w_1|W) &= (0,1,1); & r(v_1^1|W) &= (1,0,1); \\ r(v_1^2|W) &= (1,1,0); & r(v_1^3|W) &= (1,2,1); & r(v_1^4|W) &= (1,1,2). \end{aligned}$$

Setiap dua *vertex* yang saling *adjacent* mempunyai representasi yang berbeda terhadap W . Dengan demikian, terbukti $dim_l(P_1 \odot W_4) = 3$ untuk $n = 1$ dan $m = 4$.

Kasus 3. $n \geq 2$ dan $m = 3$

Graf $P_n \odot W_m$ dengan $n \geq 2$ dan $m = 3$ isomorfik dengan graf $P_n \odot K_3$, *order* dari graf lintasan adalah n . Berdasarkan hasil penelitian Rodriguez-Velazquez *et al.* [12] yang

menyatakan bahwa jika $vertex K_1$ anggota dari suatu basis metrik lokal graf $K_1 + H$ dan graf H bukan graf kosong maka untuk sebarang graf terhubung G dengan $|G| \geq 2$ memiliki $dim_l(K_1 + H) = |G| \cdot (dim_l(K_1 + H) - 1)$. Pada graf $P_n \odot K_4$, setiap $vertex$ graf P_n anggota dari basis metrik lokal graf $P_1 + K_4$ yang mana isomorfik dengan graf $K_1 + K_4$. Sehingga diperoleh $dim_l(P_n \odot W_m) = n(dim_l(K_1 + K_4) - 1) = n(4 - 1) = 3n$. Dengan demikian, terbukti bahwa $dim_l(P_n \odot W_m) = 3n$ untuk $n \geq 2$ dan $m = 3$.

Kasus 4. $n \geq 2$ dan $m = 4$

Graf $P_n \odot W_m$ merupakan graf hasil korona antara graf lintasan P_n dengan graf *wheel* W_m dengan $n \geq 2$ dan $m = 4$. *Order* dari graf lintasan adalah n . Berdasarkan hasil penelitian Rodriguez-Velazquez *et al.* [12], seperti pada Kasus 3 diperoleh $dim_l(P_n \odot W_m) = n(dim_l(K_1 + W_4) - 1) = n(3 - 1) = 2n$. Dengan demikian, terbukti bahwa $dim_l(P_n \odot W_m) = 2n$ untuk $n \geq 2$ dan $m = 4$.

Kasus 5. $n = 1$ dan $m \geq 5$

Ditunjukkan bahwa $dim_l(P_n \odot W_m) = \lfloor \frac{m+7}{4} \rfloor$ untuk $n = 1$ dan $m \geq 5$. Misal dipilih $W = \{w_1, v_1^{4j+1}\}$ dimana $0 \leq j \leq \lfloor \frac{m-1}{4} \rfloor$. Sehingga kardinalitas W adalah $\lfloor \frac{m+7}{4} \rfloor$. Representasi setiap $vertex$ terhadap W dibagi menjadi dua kejadian sebagai berikut.

a) Untuk $m = 6$.

Khusus untuk $m = 6$ jika dipilih $W = \{w_1, v_1^1, v_1^4\}$ maka diperoleh representasi setiap $vertex$ terhadap W sebagai berikut.

$$r(w_1|W) = (0,1,1), \quad r(u_1|W) = (1,1,1);$$

$$r(v_1^i|W) = \begin{cases} \left(1, \left(i - \lfloor \frac{i}{4} \rfloor\right) \bmod 2, 2\right), & i = 1, 2; \\ (1, 2, 1), & i = 3; \\ (1, 2, i \bmod 2), & i = 4, 5; \\ (1, 1, 2), & i = m; \end{cases}$$

b) Untuk $m = 4k + 1, m = 4k + 3, m = 4k + 4$ dengan $k = 1, 2, \dots$ dan untuk $m = 4k + 2$ dengan $k = 2, 3, \dots$, misalkan $a = 4k + 1, b = 4k + 2, c = 4k + 3, d = 4k + 4$ diperoleh representasi setiap *vertex* terhadap W , yaitu

$$r(w_1|W) = (0, 1, 1, \dots, 1), \quad r(u_1|W) = (1, 1, 1, \dots, 1);$$

$$r(v_i^i|W) = \begin{cases} (1, 0, 2, 2, \dots, 1), & i = 1, \text{ untuk } m = a; \\ (1, 0, 2, 2, \dots, 2), & i = 1, \text{ untuk } m = b, c, d; \\ (1, (i - \lfloor \frac{i}{4} \rfloor) \bmod 3, 2, 2, \dots, 2), & i = 2, 3; \\ (1, 2, (i - \lfloor \frac{i}{4} \rfloor) \bmod 3, 2, \dots, 2), & i = 5, 6, 7; \\ \vdots & \vdots \\ (1, 2, 2, 2, \dots, (i - \lfloor \frac{i}{4} \rfloor) \bmod 3, 2, \dots, 2), & i = (4 \lfloor \frac{m}{4} \rfloor - 7), (4 \lfloor \frac{m}{4} \rfloor - 6), \\ & (4 \lfloor \frac{m}{4} \rfloor - 5); \\ (1, 2, (i - 1) \bmod 2, 2, \dots, 2), & i = 4; \\ (1, 2, 2, (i - 1) \bmod 2, 2, \dots, 2), & i = 8; \\ \vdots & \vdots \\ (1, 2, 2, \dots, (i - 1) \bmod 2), & i = (4 \lfloor \frac{m}{4} \rfloor - 4); \\ (1, 1, 2, \dots, 2, 0), & i = m, \text{ untuk } m = a; \\ (1, 1, 2, \dots, 2, 1), & i = m, \text{ untuk } m = b; \\ (1, 1, 2, \dots, 2, 2), & i = m, \text{ untuk } m = c, d; \end{cases}$$

Berdasarkan representasi $r(v_i^i|W)$ pada kondisi (b), beberapa *vertex* v_1^i dengan $1 \leq i \leq m$ memiliki representasi yang sama terhadap W akan tetapi tidak saling *adjacent* sehingga W adalah himpunan pembeda lokal. Dengan demikian, berdasarkan kondisi (a) dan (b) diperoleh $\dim_i(P_n \odot W_m) = \lfloor \frac{m+7}{4} \rfloor$ untuk $n = 1$ dan $m \geq 5$.

Kasus 6. $n \geq 2$ dan $m \geq 5$

Graf $P_n \odot W_m$ adalah graf hasil korona antara graf lintasan P_n dengan graf *wheel* W_m . Order dari graf P_n adalah n . Seperti pada Kasus 3, diperoleh $\dim_i(P_n \odot W_m) = n(\dim_i(K_1 + W_m) - 1) = n(\lfloor \frac{m+7}{4} \rfloor - 1) = n \lfloor \frac{m+3}{4} \rfloor$. Dengan demikian, terbukti bahwa $\dim_i(P_n \odot W_m) = n \lfloor \frac{m+3}{4} \rfloor$ dengan $n \geq 2$ dan $m \geq 5$.

□

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa dimensi metriklokal pada graf *windmill* $Wd_{k,n}$, dimensi metrik lokal pada graf lintasan korona sisi graf lobster $P_m \diamond L_n(q,r)$, dan graf lintasan korona graf *wheel* $P_n \odot W_m$ secara berturut-turut dinyatakan dalam Teorema 4.2, Teorema 4.3, dan Teorema 4.4.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chartrand, G., L. Lesniak, and P. Zhang, *Graphs and Digraphs*, 6th ed., CRC Press, New York, 2016.
- [2] Slater, P. J., *Leave of Trees*, *Congressus Numerantium* **14**(1975), 549-559.
- [3] Harary, F., and R. A. Melter, *On The Metric Dimension of a Graph*, *Ars Combinatoria* **2** (1976), 191-195.
- [4] Okamoto, F., B. Phinezy, and P. Zhang, *The Local Metric Dimension of a Graph*, *Mathematica Bohemica* **135** (2010), 610-620.
- [5] Ningsih, E. U. S., N. Estuningsih, dan L. Susilowati, *Dimensi metrik Lokal pada Graf Hasil Kali Comb dari Graf Siklus dan Graf Lintasan*, *Jurnal Matematika*, **1** (2014), no. 1, 24-33.
- [6] Rimadhany, R., *Dimensi Metrik Lokal dari Graf Circulant*, Institut Teknologi Sepuluh November (2017), 1-92.
- [7] W. T. Budianto and T. A. Kusmayadi, *The Local Metric Dimension of Starbarbell Graph, $K_m \odot P_n$ Graph, and Mobius Ladder Graph*, *Journal of Physics: Conference Series* **1008**(2018), 012050.
- [8] Khoiriah, S. dan T. A. Kusmayadi, *Dimensi Metrik Lokal pada Graf Antiprisma dan Graf Sun*, *Journal of Mathematics and Mathematics Education* **8** (2018), no. 1, 9-15.
- [9] Hou, Y. and Wai-Chee Shiu, *The Spectrum of The Edge Corona of Two Graphs*, *Electronic Journal of Linear Algebra* **20** (2010), 586-594.
- [10] Harary, F. and Frucht, R., *On The Corona of Two Graphs*, *Aequationes Math* **4** (1970), 322-325.
- [11] Purwanto, *Matematika Diskrit*, IKIP Malang, Malang, 1998.
- [12] Rodriguez-Velazquez, J. A., G. A. Barragan-Ramirez, and C. G. Gomez, *On The Local Metric Dimension of Corona Product Graphs*, *Bull. Malays. Math. Sci. Soc.* **39** (2016), no. 2, 157-173.



TANTANGAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DI ERA DISRUPSI

Subanji

*Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Malang
subanji.fmipa@um.ac.id*

Abstrak

Perkembangan teknologi yang sangat cepat memunculkan era disrupsi yang ditandai oleh revolusi berbasis *cyber physical system*, berkembangnya berbagai aplikasi, berkembangnya *augmented reality* dan sebagainya. Berbagai layanan masyarakat yang bersifat praktis, murah, dan mudah terus bermunculan secara mengagetkan. Perubahan yang sulit diprediksi telah membawa dampak pada semua lini kehidupan, termasuk dalam Pendidikan matematika. Dalam praktik Pendidikan matematika, tidak cukup jika hanya mengajari siswa tentang prosedur penyelesaian soal. Siswa perlu dihadapkan pada masalah tidak rutin, masalah terbuka, masalah kontroversial, dan problem posing. Dengan masalah-masalah tersebut diharapkan mampu memantik, membangkitkan, dan mengembangkan berpikir siswa. Hal ini dilandasi oleh pemikiran bahwa kontribusi utama “belajar matematika” adalah mengembangkan berpikir, sehingga siswa menjadi pemikir kritis, kreatif, logis, dan konsisten. Pada akhirnya, siswa mampu menghadapi tantangan global yang berubah setiap saat dan bahkan mampu menjadi kontributor perubahan.

Kata kunci: tantangan pendidikan matematika, era disrupsi

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat dan cepat sebagai hasil dari proses Pendidikan dan sekaligus menjadi tantangan bagi generasi yang akan menghadapi era milenial. Perkembangan teknologi yang sangat nyata dan menjadi ancaman berbagai industri adalah teknologi 4G (dan saat ini telah 5G) yang mempermudah konektivitas di berbagai belahan dunia. Teknologi 4G telah berdampak pada munculnya layanan Gojek, Grab, Tokopedia, Bukalapak, dan layanan lainnya berbasis internet yang mampu membuka jutaan lapangan kerja dan peluang ekonomi baru. Selain itu, juga telah bermunculan WhatsApp, Instagram, facebook, twiter, dan fasilitas lain yang mempermudah manusia untuk berinteraksi dan melakukan aktivitas ekonomi di internet secara lebih mudah dan lebih baik serta menghasilkan finansial yang menguntungkan. Kehidupan manusia menjadi lebih mudah dengan berbagai layanan tersebut. Orang bisa mempromosikan produk melalui gambar atau video, melayani konsumen melalui chat, mengumpulkan investasi melalui media social, dan berkomunikasi secara serentak dalam berbagai grup. Perkembangan teknologi akan



mempermudah konektivitas manusia dan perkembangan tersebut akan terus berlangsung dari satu teknologi ke teknologi berikutnya.

Rasanya belum lama munculnya 4G (baru beberapa tahun yang lalu), saat ini telah muncul teknologi 5G. Perkembangan teknologi 5G tentu akan mengubah peradaban yang lebih cepat lagi. 5G sering disebut sebagai revolusi dan keajaiban teknologi konektivitas, karena lebih cepat dan mampu membawa data lebih besar dibandingkan dengan 4G. Rata-rata latensi (waktu jeda) koneksi dengan 4G adalah 100 milidetik atau 0,1 detik. Dengan 5G latensinya hanya 1 milidetik atau 0,001 detik. Kecepatan yang dihasilkan oleh 5G adalah 20 kali dari 4G. Dengan demikian interkonektivitas bisa dilakukan secara real-time. Hal ini akan mempermudah pengembangan teknologi baru yang membutuhkan real-time, seperti mobil otonom.

Berkembangnya teknologi 4G dan 5G yang supercepat tersebut telah menggeser tatanan kehidupan. Dampak dari perkembangan teknologi di era milenial (era digital) juga mengena pada semua bidang kehidupan: transportasi, perhotelan, pertokoan, hukum, kesehatan, Pendidikan, dan sebagainya.

Bidang transportasi ditandai oleh munculnya aplikasi uber, grab, gojek, dan sebagainya. Layanan aplikasi tersebut tidak hanya pada bidang transportasi tetapi juga merambah pada bidang lain. Misalkan gojek telah mengembangkan layanan: go-ride, go-car, go-food, go-send, go-mart, go-clean, go-massage, dan sebagainya. Layanan-layanan aplikasi tersebut telah memanjakan kehidupan manusia, karena memudahkan orang untuk menjalankan urusannya dengan biaya yang jauh lebih murah. Akibatnya banyak perusahaan transportasi yang harus gulung tikar. Fenomena aplikasi pada transportasi ini juga akan terjadi pada bidang lain (perhotelan, pertokoan, hukum, kesehatan).

Selanjutnya yang menarik untuk dikaji adalah bidang pendidikan. Perkembangan teknologi telah menyiapkan semua informasi yang dibutuhkan dunia Pendidikan, semua materi pelajaran sudah ada di dunia maya, bahkan bertanya apa saja sudah ada di google. Pertanyaannya, apakah Pendidikan sudah sesuai dengan perkembangan teknologi tersebut?



Ada tiga perspektif masalah yang menarik untuk dikaji dalam dunia pendidikan: (1) bagaimana tantangan pendidikan era digital, (2) bagaimana praktik Pendidikan era digital, dan (3) bagaimana menyiapkan generasi di era digital.

Pada masa mendatang (era digital), tantangan berat di bidang pendidikan adalah tuntutan dunia kerja yang lebih mengedepankan pada kompetensi/keterampilan daripada formalitas (ijazah). Dalam menerima tenaga kerja, pertanyaan utamanya adalah Anda memiliki kemampuan apa (bukan Anda berijazah apa). Meskipun “seharusnya” ijazah mencerminkan kompetensi, namun hal ini juga membuka peluang bagi mereka yang memiliki kompetensi dan tidak berijazah bisa diterima. Konsekuensi dari perubahan ini adalah Lembaga-lembaga Pendidikan harus “benar-benar” menunjukkan bahwa ijazah yang dikeluarkan mencerminkan kompetensi pemegang ijazah.

Praktik Pendidikan di era digital sudah saatnya banyak memberikan project yang dapat menumbuhkan kompetensi secara maksimal. Hal ini didasari oleh pemikiran bahwa pada masa mendatang, bisa jadi sekolah tidak harus memiliki gedung yang megah. Ruang sederhana sudah cukup, yang penting yang dilengkapi dengan perangkat IT yang memadai. Karya-karya orisinal siswa dapat terdokumentasikan secara baik dan dapat digunakan untuk mengukur kompetensi yang diharapkan. Dengan menggunakan project, kompetensi yang dimiliki oleh siswa bersifat nyata dan bisa digunakan sebagai dasar mengeluarkan sertifikat/ijazah. Selain itu, guru di Lembaga Pendidikan sebagian bisa diambil alih oleh robot dan mungkin siswa lebih senang ketika diajar oleh robot. Kalau praktik Pendidikan era digital sudah terjadi maka hal ini menjadi ancaman yang berat bagi Lembaga-lembaga Pendidikan yang tidak mau menyesuaikan. Sebaliknya akan menjadi peluang bagi lembaga-lembaga pendidikan yang segera mau menyesuaikan.

Selanjutnya, yang menjadi masalah utama adalah bagaimana menyiapkan generasi di era digital. Salah satu yang tersisa dari era digital, yang sulit untuk dibentuk melalui digital/mesin/robot adalah karakter. Karena dalam pembentukan karakter perlu adanya contoh dari perilaku manusia. Karakter juga menjadi salah satu kunci keberhasilan generasi digital.

Oleh karena itu lembaga-lembaga pendidikan harus segera merumuskan pendidikan karakter yang baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendidikan Karakter

Pada dekade terakhir masalah karakter menjadi pembahasan yang sangat intensif di dunia pendidikan. Hal ini dilandasi oleh pemikiran bahwa untuk membangun peradaban yang baik di era global hanya bisa dilakukan melalui pembentukan karakter yang baik. Beberapa ahli telah menekankan peranan pendidikan sangat penting dalam membentuk karakter manusia [1,2,3,4].

Lickona menjelaskan bahwa ada sepuluh nilai-nilai utama dalam membentuk karakter yang baik, meliputi *wisdom* (kebijaksanaan), *justice* (keadilan), *fortitude* (ketabahan), *self-control* (penguasaan diri), *love* (memiliki rasa cinta), *positive attitude* (sikap positif), *hard work* (kerja keras), *integrity* (integritas), *gratitude* (sikap mau berterimakasih kepada orang lain), dan *humility* (kerendahan hati). Lebih lanjut Lickona menegaskan bahwa nilai-nilai utama yang membentuk karakter tersebut perlu dikembangkan di sekolah. Hal ini bisa dilakukan dalam kegiatan penanaman nilai-nilai secara periodik, bisa mingguan, bulanan, dan tahunan. Sekolah juga perlu mengembangkan model penanaman nilai-nilai tersebut melalui kurikulum pendidikan di sekolah. Pengintegrasian nilai-nilai karakter ke dalam kurikulum dan kegiatan sekolah akan menjadi lebih efektif jika dilakukan secara bersama dan komprehensif [1].

Chapman menyarankan agar penanaman nilai-nilai karakter di sekolah diwujudkan dalam bentuk pendidikan karakter [2]. Lebih lanjut, Chapman menjelaskan sebagai berikut .

The main idea of Character Education is to improve the behavior and attitudes of students at school. According to Character Education, the application of social-emotional and character development (SECD) in classrooms is about teaching, practicing, and modeling essential personal and civic life habits and skills that are almost universally understood as making people good human beings

Pendidikan karakter digunakan untuk meningkatkan penanaman nilai-nilai yang berkaitan dengan perilaku dan sikap siswa di sekolah. Banyak cara yang bisa dilakukan untuk

melaksanakan pendidikan karakter kepada siswa di sekolah, salah satu yang utama adalah modeling. Hal ini ditegaskan [2] seperti berikut.

Many different strategies have been developed to continue to improve the design of the program. Modeling is a main component to the success of Character Education. Another successful idea is to have the students help write the rules for the classroom. Students can pick important character traits such as fairness, respectfulness, and honesty that they all feel are important to follow. Other constructive strategies proven effective for teaching Character Education include: direct instruction, cooperative learning, role playing, and service projects.

Pendidikan karakter bisa dilakukan secara terintegrasi dalam praktik pembelajaran. Siswa bisa diajak untuk membangun kesepakatan bersama dengan menuliskan aturan-aturan yang memuat nilai-nilai karakter yang diperlukan dalam proses pembelajaran, misalnya dalam diskusi harus menghargai pendapat orang lain, harus menghormati orang lain, harus jujur, dan harus adil.

Narvaez & Lapsley menekankan pentingnya mengintegrasikan pendidikan karakter ke dalam praktik pembelajaran [3]. Guru perlu mengembangkan strategi pembelajaran yang dapat menumbuhkembangkan karakter siswa. Guru juga perlu memberikan porsi yang cukup untuk memasukkan nilai-nilai karakter yang baik kepada siswa baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Bercowitz & Bier mengaji praktik pendidikan karakter guru di sekolah [4]. Guru perlu mendapatkan “cara” mengintegrasikan pendidikan karakter ke dalam praktik pembelajaran di kelas, juga perlu ada upaya peningkatan kesadaran guru terhadap pentingnya mengintegrasikan pendidikan karakter ke praktik pembelajaran.

Pendidikan karakter semakin dirasakan penting seiring perkembangan tantangan kehidupan. Pada saat ini, hampir setiap hari siswa dihadapkan pada informasi-informasi yang “tidak jarang” menunjukkan karakter “tidak baik”, seperti yang ditayangkan di sinetron, film, pertunjukan langsung, whatsapp, Instagram, dan sebagainya. Demikian pula berbagai perilaku negatif sering disaksikan oleh siswa melalui berbagai media, seperti adanya tawuran pelajar, tawuran suporter, tindakan anarkis, keterlibatan dalam narkoba, dan sebagainya.

Berdasarkan tantangan yang dihadapi oleh siswa dan pentingnya pendidikan karakter di era global, maka perlu ada upaya sistematis untuk menumbuhkan karakter yang baik dan



sekaligus membentengi siswa dari berbagai pengaruh negatif. Upaya tersebut harus dilakukan secara menyeluruh mulai dari pendidikan tingkat rendah sampai tingkat tinggi. Selanjutnya untuk membentuk karakter yang baik pada peserta didik, sangat tergantung pada profesionalisme guru.

Guru professional, memiliki peran yang sangat penting dalam mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi tantangan era milenial, karena guru memiliki peranan sentral dalam proses pembelajaran di sekolah. Guru sebagai motivator dan mediator bagi siswa untuk dapat belajar secara efektif dan efisien. Karena itu guru harus berperan mendorong siswa untuk belajar. Dalam hal ini guru dituntut menjadi profesional dalam penguasaan materi dan pembelajaran, yang sering disebut pedagogic content knowledge (PCK)

Pedagogic Content Knowledge

Berkaitan dengan perkembangan paradigma pendidikan, dari pandangan behaviorisme ke pandangan konstruktivis-me, maka perlu perubahan peran guru dari “memindahkan informasi dalam proses pembelajaran” ke arah “pemberian pengalaman, dan pengembangan berpikir (kognisi)”. Sehingga peran guru berubah dari “memberi/mengajar” menjadi “fasilitator” yang memfasilitasi siswa agar mampu belajar secara mandiri. Hal ini sesuai dengan penjelasan Ticha dan Alena [5].

This means, in a very simplified way, that education should move from the mere transmission of information, instructions and algorithms in the teaching/learning process to cognising, experiencing, acting, communicating... and developing a thirst for self-education. This approach requires changes in the teacher's role that promote new dimensions and become more demanding. The teacher becomes a facilitator, diagnostician, promoter, guide to knowledge and initiator.

Telah banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa perlu adanya upaya keras untuk bisa mengubah perilaku guru dari penyampai atau pemberi pengetahuan menjadi pembangkit belajar [6,7,8,9,10]. Peran guru harus berubah menjadi fasilitator yang harus mengarahkan dan mendorong siswa untuk belajar. Namun kenyataannya, masih banyak guru matematika yang melakukan pembelajaran dengan strategi/langkah-langkah guru: (1) menjelas-kan dan memberi contoh soal, (2) memberikan latihan soal dengan prosedur penyelesaiannya “mirip”



dengan yang dicontohkan, (3) meminta siswa mengerjakan soal yang ada di buku, dan (4) memberikan tes. Strategi pembelajaran tersebut dilakukan setiap hari, sehingga berdampak pada anggapan matematika sebagai mata pelajaran yang sulit, matematika harus banyak menghafal rumus, matematika sebagai matapelajaran yang hanya bisa dijangkau oleh siswa yang berkemampuan tinggi saja, dan belajar matematika adalah hal yang membosankan.

Lebih jauh ditemukan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam belajar matematika, terutama terkait dengan proses mengonstruksi konsep dan pemecahan masalah matematika [11,12,13,14,5]. Kesulitan siswa dalam belajar matematika tidak lepas dari peran guru dalam pembelajaran matematika. Menurut Subanji & Isnandar (2010) guru memiliki peranan sentral dalam proses pembelajaran di sekolah [15]. Guru sebagai motivator dan mediator bagi siswa untuk dapat belajar secara efektif dan efisien. Karena itu guru harus berperan mendorong siswa untuk belajar. Dalam hal ini guru dituntut menguasai materi (*content*) dan pembelajaran (*pedagogic*). Namun kenyataannya dalam proses belajar mengajar masih banyak guru yang menekankan pada prosedur “pokoknya” dan belum mengajak siswa untuk berpikir dengan menekankan pada “mengapa” dan “bagaimana” bisa terjadi. Sehingga siswa beranggapan bahwa dalam menyelesaikan masalah, cukup memilih prosedur meskipun tidak tahu *mengapa* prosedur tersebut yang digunakan. Pembelajaran tersebut menjadi tidak bermakna bagi siswa. Akibatnya banyak siswa yang kurang berkembang penalarannya.

Perlunya penguasaan guru terhadap materi (*content*) dan pembelajaran (*pedagogical*) telah diungkap oleh beberapa ahli [10,16,17,6,18]. Para ahli tersebut menggunakan istilah *pedagogical content knowledge* (PCK) untuk menyatakan pemahaman guru terhadap materi dan pedagogi. Carpenter dkk menginvestigasi *pedagogical content knowledge* 40 guru melalui kasus penyelesaian masalah penjumlahan dan pengurangan dari siswa [10]. Neiss membahas penyiapan guru pemula untuk menguasai *pedagogical content knowledge* dengan menggunakan teknologi [16]. Turnuklu & Yesildere menemukan bahwa *pedagogical content knowledge* calon guru sekolah dasar belum cukup untuk membelajarkan matematika [17]. Lannin dkk menjelaskan bahwa pengetahuan matematika dan pembelajaran sangat penting dikuasai oleh guru pemula, karena akan sangat membantu proses pembelajaran [6]. Hill, Ball

& Schilling mengeksplorasi *pedagogic content knowledge* guru pada topik-topik matematika tertentu [18].

Dari berbagai penelitian dapat disimpulkan bahwa *pedagogical content knowledge* (PCK) guru matematika perlu senantiasa ditingkatkan. Salah satu strategi meningkatkan PCK guru adalah membangun pembelajaran matematika bermakna.

Pembelajaran Bermakna

Subanji menjelaskan bahwa *pembelajaran bermakna* merupakan suatu proses sistematis dan terencana yang dirancang oleh pembelajar (guru) untuk membelajarkan siswa sehingga siswa mampu: (1) mengonstruksi pengetahuan (materi) baru melalui pengaitan dengan pengetahuan lama, (2) memahami materi lebih dari sekedar tahu, (3) mampu menjawab apa, mengapa, dan bagaimana; (4) menginternalisasi pengetahuan ke dalam diri sedemikian hingga membentuk perilaku, dan (5) mengolah perilaku menjadi karakter diri. Karakter sebagai target akhir dalam pembelajaran bermakna dan sebagai bentuk enkapsulasi dari proses belajar [5]. Karena itu pembelajaran bermakna sangat penting dalam membentuk karakter siswa.

Dalam pembelajaran bermakna, peranan guru adalah (1) mengaitkan materi yang diajarkan dengan pengetahuan lama yang dimiliki oleh siswa, (2) menjadi pembangkit belajar, (3) memberikan scaffolding ketika dibutuhkan oleh siswa, dan (4) menjadi pemicu berpikir bagi siswa. Proses pembelajaran bermakna dilakukan dengan mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan pengetahuan awal siswa. Dalam hal ini peran guru adalah merancang kegiatan pembelajaran yang dapat mengaitkan materi yang akan dipelajari dengan pengetahuan yang sudah dimiliki siswa.



Guru sebagai pembangkit belajar dimaknai dengan “intervensi” guru dalam suatu proses pembelajaran diarahkan untuk menjadikan siswa lebih suka belajar dan giat belajar. Guru sebagai pemberi scaffolding (bantuan secukupnya) ketika siswa mengalami kesulitan dalam mengonstruksi atau memecahkan masalah. Guru juga perlu berperan dalam memicu siswa untuk berpikir. Dalam hal ini guru perlu memfasilitasi siswa dengan berbagai tantangan yang dapat memicu berpikir, antara lain melalui masalah *tidak terstruktur*, masalah kontekstual, dan lembar aktifitas yang menantang siswa.



Karakter yang terbentuk dalam diri siswa melalui pembelajaran bermakna antara lain: kerja keras, kemandirian, kreatifitas, kritis, menghargai pendapat orang lain, dan menghormati perbedaan pendapat. Kerja keras dan kemandirian terbentuk dari komponen *learning by doing*. Belajar yang dilakukan dengan beraktivitas akan mendorong siswa untuk bekerja keras dan lebih mandiri. Ketika siswa belajar tentang materi waktu dengan mempelajari posisi masing-masing jarum jam, tidak cukup jika siswa hanya ditunjukkan dengan gambar jam dan posisi jarum jamnya. Siswa perlu membuat jam beserta ketiga jarumnya, sekaligus untuk mempraktikkannya. Guru bisa memanfaatkan kardus bekas untuk memfasilitasi siswa membuat miniatur jam. Dengan demikian siswa bisa memahami lebih dari sekedar tahu

mengapa jam memiliki tiga jarum, bagaimana hubungan ketiga jarum jam tersebut, dan bagaimana membaca waktu ketika posisi jarum jam sudah diketahui, bagaimana kalau posisi jarum jam diubah. Siswa menjadi mandiri, kritis dan kreatif dengan mengembangkan media dan mempraktikkannya. Semua aktifitas siswa akan bermakna dan pada akhirnya siswa bisa membanggakan produk sendiri.

Kegiatan kritis, saling menghargai dan menghormati perbedaan terjadi pada kegiatan pembelajaran kooperatif. Siswa yang belajar dalam kelompok, akan terjadi interaksi berpikir satu siswa dengan siswa lain. Siswa seringkali beradu argumen dalam proses diskusi. Perbedaan pendapat harus mereka selesaikan dengan cara yang baik, perlu saling menghargai pendapat dan saling menghormati temannya yang sedang berargumen.

Contoh lain dari pembelajaran bermakna yang menumbuhkan kerja keras dan kreatif adalah pembelajaran membuat grafik fungsi linear. Guru memfasilitasi siswa dengan lembar kerja dan media yang berupa keras manila, benang, dan malem (untuk menempel benang). Begitu diberikan lembar kerja, siswa langsung merespon dengan mempelajari masalah yang ada di Lembar Kerja Siswa (LKS). Siswa memahami apa yang diinginkan dalam lembar kerja dan merencanakan penyelesaian. Mereka mencoba mengerjakan secara bersama-sama.

Ketika siswa sudah memahami maksud dari masalah di LKS, mereka mencoba melanjutkan mengambil media kertas karton. Karena diminta menggambar grafik fungsi, sementara dalam media kertas karton belum ada skalanya, maka siswa mencoba membuat skala dengan memanfaatkan penggaris yang dimilikinya.



Ada satu kelompok yang tidak memiliki penggaris, sementara mereka harus membuat skala yang sama pada kertas karton. Ada seorang siswa yang mencoba membuat inisiatif dengan menggunakan tutupnya ballpoint untuk membuat skala. Setelah menyusun skala, siswa melanjutkan dengan menentukan dua titik yang dilalui oleh grafik fungsi yang diberikan. Siswa ternyata lebih menyukai menentukan dua titik dengan mencati titik potong sumbu-X dan titik potong sumbu-Y. Kegiatan tersebut mencerminkan praktik pembelajaran bermakna yang dapat menumbuhkan karakter baik pada diri siswa.

SIMPULAN

Dari paparan tulisan ini dapat disimpulkan bahwa (1) Peran Pendidikan memegang peran penting dalam mewujudkan perkembangan teknologi, (2) Pendidikan matematika perlu menekankan pada literasi data, literasi teknologi, literasi manusia, (3) Peran pendidik perlu ada penyesuaian dari penyampaian materi menjadi pembangkit belajar bagi peserta didik, (4) Karakter menjadi hal penting untuk mempersiapkan siswa agar mampu menghadapi era milenial, (5) era milenial menuntut revitalisasi materi matematika dan pembelajarannya agar sesuai dengan perkembangan,

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Lickona, 2003. The Content of Our Character: Ten Essential Virtues. *The Fourth and Fifth Rs Respect and Responsibility*. Vol 10 issue 1
- [2] Chapman, 2011. Implementing Character Education into School Curriculum. *ESSAI: V ol. 9, Article 11*.
- [3] Narvaez & Lapsley, 2006. Teaching Moral Character: Two Strategies for Teacher Education. *Teaching for Moral Character*. Vol 1.
- [4] Bercowitz & Bier, 2005. *Research Based Character Education*. *ANNALS AAPSS*, 591
- [5] Subanji, 2013. Revitalisasi Pembelajaran Bermakna dan Penerapannya dalam Pembelajaran Matematika Sekolah. *Prosiding Seminar Nasional TEQIP*. Universitas Negeri Malang, pp. 685-693.
- [6] Lannin, J.K., Webb, M., Chval, K., Arbaugh, F., Hicks, S., Taylor, C., & Bruton, R., 2013. The development of beginning mathematics teacher pedagogical content knowledge. *Journal Math Teacher Educ*, 16, pp. 46-63
- [7] Mason, J., 1998. Enabling teachers to be real teacher: Necessary levels of awareness and structure of attention. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 1, pp. 243–267.
- [8] Shein, P.P., 2012. Seeing With Two Eyes: A Teacher's Use of Gestures in Questioning and Revoicing to Engage English Language Learner in Repair of Mathematical Errors. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol 43 no 22, pp 182-222
- [9] Spilkova, V. 2001. Professional development of teachers and student through



- reflection of practice. *The New Hampshire Journal of Education*, 4, pp. 9–14.
- [10] Carpenter, T.P., Fennema, E., Peterson, P.L., & Deborah A. Carey, D.A., 1988. Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Students' Problem Solving in elementary Arithmetics. *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 19, No. 5, pp. 385-401
- [11] Brodie, Karin, 2010. *Teaching Mathematical Reasoning in Secondary School Classrooms*. Springer New York Dordrecht Heidelberg London
- [12] [12] Gal, H., & Linchevski, L., 2010. To see or not to see: analyzing difficulties in geometry from the perspective of visual perception. *Educ Stud Math* (2010) 74, pp.163–183
- [13] Bingolbali, E., Akkoç, H., Ozmantar, M.F., & Demir, S., 2010. Pre-Service and In-Service Teachers' Views of the Sources of Students' Mathematical Difficulties. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. Vol 6 no 1, pp. 41-59
- [14] Bray, W.S., 2011. A Collective Case Study of the Influence of Teachers' Beliefs and Knowledge on Error-Handling Practices During Class Discussion of Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*. Number 1 Vol 42, pp. 2 – 38
- [15] Subanji & Isnandar, 2010. Meningkatkan Profesionalisme Guru Sekolah Dasar melalui Teachers Quality Improvement Program (TEQIP) Berbasis Lesson Study. *J TEQIP – Jurnal Peningkatan Kualitas Guru*. Vol. 1. Nomor 1: 1-11
- [16] Niess, M.L., 2005. Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*. Vol 21, pp. 509–523.
- [17] Turnuklu, S. Yesildere, 2007. The Pedagogical Content Knowledge in Mathematics: Preservice primary mathematics Teachers' Perspectives in Turkey. *IUMPST Journal*. Vol 1, pp. 1 - 13
- [18] Hill, Ball & Schilling, 2008. Unpacking PCK: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic Specific Knowledge of Students. *Journal for Research of Mathematics Education*. Vol. 39 No 4, pp. 372-400.

OPTIMALISASI RUTE ANGKUTAN KOTA JALUR AL DI KOTA MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTIC* PADA TSPTW

Enik Susanti^{1, a)}, Sapti Wahyuningsih²⁾

^{1,2)}Universitas Negeri Malang

^{a)}*enik.susanti.1703126@students.um.ac.id, sapti.wahyuningsih.fmipa@um.ac.id*

Abstrak

Travelling Salesman Problem with Time Windows (TSPTW) merupakan varian dari TSP yang dapat digunakan untuk pencarian rute optimal dengan mempertimbangkan total waktu perjalanan, waktu pengiriman, waktu pelayanan, dan waktu kedatangan. Rute optimal untuk angkutan kota ialah jika rute angkutan kota dapat melewati tempat-tempat keramaian seperti pasar tradisional, swalayan, kampus, dan rumah sakit yang memungkinkan angkutan kota menjangkau banyak penumpang. Fokus pembahasan artikel ini adalah menentukan rute optimum angkutan kota jalur AL di Kota Malang menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* pada TSPTW dan alat bantu TSP-VRP. Hasil perhitungan algoritma dengan *Cheapest Insertion Heuristic* diperoleh total jarak sebesar 35.95 km dan total waktu tempuh 149 menit dan menggunakan alat bantu program diperoleh total jarak sebesar 35.95 km dan total waktu tempuh 141 menit. Dengan penelitian ini dapat ditunjukkan salah satu penerapan dari teori graf yakni untuk menentukan rute optimum suatu transportasi.

Kata kunci: algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*, TSPTW, rute optimum, transportasi.

PENDAHULUAN

Dinas Perhubungan Kota Malang merupakan salah satu lembaga negara yang menjadi pelaksana otonomi dalam bidang perhubungan. Dinas Perhubungan Kota Malang berwenang untuk mengatur keadaan transportasi di Kota Malang. Bidang Angkutan Jalan merupakan salah satu unit kerja yang ada di Dinas Perhubungan Kota Malang yang bertugas untuk merancang rute angkutan kota dan menyiapkan bahan evaluasi terhadap pelaksanaan pelayanan angkutan darat khususnya angkutan kota. Didalam rute yang sudah ditentukan terdapat halte-halte atau tempat untuk ngetem yang harus dilewati angkutan kota. Di tempat pemberhentian angkutan kota (dapat berupa stasiun, halte atau tempat ngetem) sopir angkutan kota menunggu penumpang. Lama waktu yang diperlukan untuk menunggu pengumpang disetiap tempat pemberhentian angkutan kota mempengaruhi banyak sedikitnya angkutan kota beroperasi dalam sehari. Terkadang rute berangkat dan rute pulang angkutan kota berbeda. Selain itu, rute tersebut ada yang kurang menjangkau banyak penumpang. Sehingga diperlukan rute optimum.

Permasalahan pencarian rute yang optimum dapat direpresentasikan kedalam graf dengan tempat pemberhentian angkutan kota dinyatakan sebagai titik pada graf, lintasan antar tempat pemberhentian angkutan kota dinyatakan sebagai sisi pada graf, dan jarak antar tempat pemberhentian angkutan kota dinyatakan sebagai bobot sisi. Teori graf memiliki beberapa cabang kajian salah satunya *Travelling Salesman Problem* (TSP) [1]. *Travelling Salesman Problem* merupakan permasalahan menemukan rute terpendek

dengan lintasan terpendek pada beberapa tempat yang dikunjungi seorang *salesman* dimana setiap tempat dikunjungi tepat satu kali sebelum kembali ke tempat awal keberangkatan [2]. Seiring berjalannya waktu TSP terus dikembangkan hingga memiliki beberapa varian diantaranya *Multiple Travelling Salesman Problem* (MTSP) yaitu varian TSP dengan tambahan titik tujuan lebih dari satu (depot) [3], *Clustered Travelling Salesman Problem* (CTSP) adalah varian TSP dengan menambahkan cluster pada himpunan titik-titiknya [4] dan *Travelling Salesman Problem with Time windows* (TSPTW) adalah varian TSP dengan tambahan kendala waktu pada setiap titik yang dikunjungi [5].

Berdasarkan permasalahan penentuan rute optimum angkutan kota bahwa TSPTW merupakan varian TSP yang paling sesuai untuk permasalahan tersebut. Pada permasalahan ini, waktu sopir angkutan kota menunggu penumpang di setiap pemberhentian angkutan kota dan waktu operasi angkutan kota dinyatakan sebagai kendala waktu di TSPTW. Sehingga pada artikel penelitian ini, akan membahas mengenai optimalisasi rute angkutan kota jalur AL di Kota Malang menggunakan TSPTW dengan *algoritma Cheapest Insertion Heuristic*. Alat bantu yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penentuan rute optimum angkutan kota jalur AL adalah aplikasi TSP-VRP.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

Metode Pengumpulan Data

Data pada penelitian ini diperoleh melalui wawancara dan observasi. Pengambilan data dilakukan dengan wawancara dengan Kepala Seksi Angkutan Dalam Trayek untuk mengetahui rute angkutan kota khususnya angkutan kota jalur AL. Observasi terhadap tempat pemberhentian angkutan kota (dapat berupa terminal, halte, tempat ngetem) dilakukan secara langsung untuk mengetahui lama waktu angkutan kota menunggu penumpang di tempat pemberhentian angkutan kota.

Jenis Data

Jenis data pada penelitian ini ialah data primer dan data sekunder. Data primer ialah data yang diperoleh langsung dari lapangan berupa data tentang data lama angkutan menunggu penumpang di tempat pemberhentian angkutan kota (dapat berupa terminal, halte, tempat ngetem). Sedangkan data sekunder berupa data rute angkutan kota yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Malang, data tempat pemberhentian angkutan kota (dapat berupa terminal, halte, tempat ngetem) berdasarkan rute angkutan kota diperoleh dengan bantuan aplikasi Moovit, dan data jarak tempat pemberhentian angkutan kota diperoleh dengan bantuan Google Maps.

Model Matematika TSPTW

Travelling Salesman Problem with Time Windows merupakan permasalahan untuk mencari biaya *tour* minimal dari sekumpulan kota, dimana tiap kota hanya dikunjungi tepat satu kali [6]. Pada permasalahan TSPTW mempertimbangkan lebih dari dua variabel yaitu pencarian rute optimal yang mempertimbangkan total waktu perjalanan, waktu pengiriman, waktu pelayanan, dan waktu kedatangan [7]. Permasalahan TSPTW dimodelkan sebagai graf komplit tak berarah $G = (N, A)$ dengan $N = \{0, 1, 2, \dots, n\}$ adalah himpunan titik (*customer*), $A = \{a_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n, i \neq j\}$ adalah himpunan *arc* dan 0 mewakili depot [8]. Terdapat biaya yang terkait oleh setiap *arc* a_{ij}, \in

A. Biaya C_{ij} merepresentasikan jarak atau waktu diantara titik $i \in N$ yang mempunyai *time windows* $[e_i, l_i]$. Formula TSPTW sebagai berikut :

$$\sum_{i \in N} \sum_{j \in N} (C_{ij} + s_i), r_{ij}$$

Dengan variabel keputusan

$$r_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \text{jika arc } a_{ij} \in A \text{ ada } 0, \quad \text{sebaliknya}$$

r_{ij} = perjalanan dari titik i ke titik j

t_i = waktu datang di titik $i, i \in N$

w_i = waktu menunggu di titik $i, i \in N$

N = himpunan titik

C_{ij} = waktu perjalanan (jarak) dari i ke titik j , dimana $i, j \in N$

s_i = waktu pelayanan di titik $i, i \in N$

e_i = waktu kedatangan paling awal di titik $i, i \in N$

l_i = waktu kedatangan terakhir di titik $i, i \in N$

Batasan-batasan dari TSPTW sebagai berikut :

1. Batasan 1 : Setiap titik dikunjungi tepat satu kali

$$\sum_{i \in N} r_{ij} = 1 \text{ dan } \sum_{j \in N} r_{ji} = 1 \quad \forall i, j \in N, i \neq j$$

2. Batasan 2 : Waktu datang ditambah waktu menunggu lebih dari sama dengan jam buka dan kurang dari sama dengan jam tutup setiap titik.

$$e_i \leq t_i + w_i \leq l_i, \quad \forall i \in N$$

3. Batasan 3 : *Time windows* kurang dari sama dengan waktu perjalanan dan M dinotasikan bilang *real* terbesar.

$$t_j - t_i - C_{ij} - s_i - w_i \geq -M(1 - r_{ij}) \quad \forall i, j \in N, i \neq j$$

Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* pada TSPTW

Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) merupakan salah satu algoritma yang digunakan menyelesaikan permasalahan *Travelling Salesman Problem With Time Windows* (TSPTW), yaitu mencari suatu siklus hamilton yang memiliki bobot minimum [9]. Keistimewaan algoritma CIH adalah untuk proses seleksi titik yang akan disisipkan dilakukan pada setiap titik di luar *tour* dan setiap sisi di dalam *tour* [10].

Langkah-langkah Algoritma CIH, sebagai berikut :

1. Pilih sebarang titik i_0 sebagai titik awal.
2. Cari titik k dalam graf sehingga $C_{i_0, k}$ adalah minimum dan membentuk tour $i_0 - k - i_0$.
3. Langkah pemilihan, dari tour yang terbentuk cari titik k (tidak dalam tour) dan cari sisi (i, j) dalam tour dengan $C_{i, k} + C_{k, j} - C_{i, j}$ yang mempunyai nilai minimum. Sisipkan k diantara i dan j .
4. Kembali lakukan langkah 3 sampai membentuk siklus hamilton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat beroperasi, rute berangkat dan rute pulang angkutan kota terkadang berbeda. Sehingga memungkinkan salah satu rute bisa lebih jauh dan kurang menjangkau banyak penumpang. Lama angkutan kota menunggu penumpang di setiap tempat pemberhentian angkutan kota mempengaruhi banyak sedikitnya angkutan kota beroperasi dalam satu hari. Oleh karena itu, diperlukan pengoptimalan rute angkutan kota dengan memperhatikan kendala *time windows* (jendela waktu).

Berdasarkan permasalahan penentuan rute angkutan kota khususnya jalur AL yang optimum maka varian graf yang paling sesuai untuk penentuan rute optimum angkutan kota jalur AL ialah TSPTW. Karena TSPTW merupakan varian dari TSP yang dapat digunakan untuk pencarian rute optimal dengan mempertimbangkan total waktu perjalanan, waktu pengiriman, waktu pelayanan, dan waktu kedatangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute angkutan kota jalur AL menggunakan TSPTW dengan algoritma CIH dan alat bantu TSP-VRP. Variabel- variabel yang diperlukan dalam permasalahan diatas yaitu :

1. Tempat pemberhentian angkutan kota AL (dapat berupa terminal, halte ataupun tempat ngetem).
2. Waktu operasi angkutan kota disetiap tempat pemberhentian angkutan kota dan lama angkutan kota berhenti.
3. Jarak antar tempat pemberhentian angkutan kota jalur AL.

Variabel-variabel diatas, akan dimodelkan kedalam bentuk graf komplit. Tempat pemberhentian angkutan kota mewakili titik pada graf, lintasan yang menghubungkan antar tempat pemberhentian angkutan kota mewakili sisi graf dan jarak antar tempat pemberhentian angkutan kota mewakili bobot sisi graf. Berikut merupakan data tempat pemberhentian angkutan kota jalur AL beserta *time windows*.

Tabel 1. Tempat Pemberhentian Angkutan Kota Jalur AL beserta *Time Windows*

Kode	Tempat Pemberhentian Angkutan Kota Jalur AL	Waktu		Lama angkutan kota berhenti (menit)
		Buka	Tutup	
0	Terminal Arjosari	05.00	20.00	0
1	Jl. Raden Intan (pangkalan ojek TASPEN)	05.00	20.00	10
2	Jl. Raden Panjisuroso (Hotel Nugraha)	05.00	20.00	2
3	Jl. Tenaga Utara (Kantor Kelurahan Blimbing)	05.00	20.00	2
4	Jl. WR. Supratman (halte WR. Supratman)	05.00	20.00	3
5	Jl. Trunojoyo (Depan Stasiun Kota Malang)	05.00	20.00	10
6	Jl. Semeru (Perpustakaan Kota Malang)	05.00	20.00	2

7	Jl. Ijen (Gereja)	05.00	20.00	2
8	Jl. Bondowoso (pertigaan Jl. Bondowoso dan Jl. Jombang)	05.00	20.00	10
9	Jl. Jombang (pertigaan Jl. Jombang dan Jl. Surabaya)	05.00	20.00	5
10	Jl. Jakarta (Halte Sob)	05.00	20.00	2
11	Jl. Bogor (Taman Makam Pahlawan)	05.00	20.00	2
12	Jl. Veteran (Matos)	05.00	20.00	5
13	Jl. Gayana (Kampus UIN Malang)	05.00	20.00	2
14	Jl. MT. Haryono (UNISMA)	05.00	20.00	2
15	Terminal Landungsari	05.00	20.00	30

Pada Tabel 1, lama angkutan menunggu penumpang disetiap tempat pemberhentian angkutan kota. waktu buka dan waktu tutup setiap tempat pemberhentian angkutan kota mewakili *time windows* pada permasalahan TSPTW.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		1	1,6	2,9	5,8	6,7	8,3	8,6	9,7	9,9	11,2	11,3	11,7	13,3	14,3	23,3
1	1		2,3	3,4	6,7	7,5	9,3	9,8	10,7	10,9	11,2	11,6	12,2	13,5	14,9	22,7
2	1,6	2,3		3,6	4,2	4,8	6,8	7,5	7,8	8,3	9	9,6	10,3	12,5	13,9	21,7
3	2,9	3,4	3,6		0,55	1,9	4,6	5,3	5,5	5,6	6,3	7,3	7,6	10,0	11,2	20,6
4	5,8	6,7	4,2	0,55		0,9	4,0	5,0	5,2	5,3	6,0	7,0	7,3	9,7	10,5	16,1
5	6,7	7,5	4,8	1,9	0,9		3,0	4,0	4,2	4,3	5,6	6,2	7,1	9,3	10,6	14,5
6	8,3	9,3	6,8	4,6	4,0	3,0		1,0	1,3	1,4	2,6	2,7	3,3	5,7	6,4	10,0
7	8,6	9,8	7,5	5,3	5,0	4,0	1,0		0,2	0,4	1,5	2,1	2,8	5,2	6,5	9,5
8	9,7	10,7	7,8	5,5	5,2	4,2	1,3	0,2		0,4	1,4	2,0	2,7	4,0	5,2	8,6
9	9,9	10,9	8,3	5,6	5,3	4,3	1,4	0,4	0,4		1,0	1,7	2,4	4,0	5,2	9,6
10	11,2	11,2	9	6,3	6,0	5,6	2,6	1,5	1,4	1,0		0,7	1,4	3,8	5,0	7,2
11	11,3	11,6	9,6	7,3	7,0	6,2	2,7	2,1	2,0	1,7	0,7		0,7	3,1	4,4	7,0
12	11,7	12,2	10,3	7,6	7,3	7,1	3,3	2,8	2,7	2,4	1,4	0,7		2,8	4,1	6,7
13	13,3	13,5	12,5	10,0	9,7	9,3	5,7	5,2	4,0	4,0	3,8	3,1	2,8		1,4	3,7
14	14,3	14,9	13,9	11,2	10,5	10,6	6,4	6,5	5,2	5,2	5,0	4,4	4,1	1,4		2,2
15	23,3	22,7	21,7	20,6	16,1	14,5	10,0	9,5	8,6	9,6	7,2	7,0	6,7	3,7	2,2	

Gambar 1. Data Jarak Antar Tempat Pemberhentian Angkutam Kota Jalur AL

Pada Gambar 1, data jarak antar tempat pemberhentian angkutan kota jalur AL yang diperoleh dengan bantuan Google Maps. Terminal Arjosari mewakili depot angkutan kota jalur AL. Rute optimum untuk angkutakan kota jalur AL ialah jika angkutan kota dapat melewati tempat-tempat keramaian seperti pasar tradisional,

swalayan, kampus, dan rumah sakit yang memungkinkan angkutan kota menjangkau banyak penumpang.

Penyelesaian Menggunakan Algoritma CIH pada TSPTW

Perhitungan menggunakan algoritma CIH memerlukan input data berupa data tempat pemberhentian angkutan kota jalur AL beserta *time windows* (dapat dilihat pada Tabel 1) dan data jarak antar tempat pemberhentian angkutan kota (dapat dilihat pada Gambar 1). Berikut langkah – langkah penyelesaian permasalahan menggunakan algoritma CIH.

Iterasi awal

1. Pilih titik awal yaitu titik 0 sehingga $i_0 = 0$

2. Mencari titik k

$$\begin{aligned} C_{i_0,k} &= \min (C_{0,1}; C_{0,2}; C_{0,3}; C_{0,4}; C_{0,5}; C_{0,6}; C_{0,7}; C_{0,8}; C_{0,9}; C_{0,10}; C_{0,11}; C_{0,12}; \\ & C_{0,13}; C_{0,14}; C_{0,15}) \\ &= \min (1; 1.6; 2.9; 5.8; 6.7; 8.3; 8.6; 9.7; 9.9; 11.2; 11.3; 11.7; 13.3; 14.3; \\ & 23.3) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Himpunan titik yang terpilih $S = \{0,1\}$

Sehingga membentuk tour 0-1-0

Iterasi dilanjut sampai membentuk siklus hamilton dan didapatkan rute optimum angkutan kota jalur AL sebagai berikut :

0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0.

Perhitungan waktu

Waktu tunggu merepresentasikan waktu angkutan kota menunggu tempat pemberhentian angkutan kota buka. Karena waktu buka tempat pemberhentian angkutan kota sama dengan waktu angkutan kota beroperasi. Maka waktu tunggu sama dengan 0. Kecepatan rata-rata angkutan kota melaju diasumsikan sama yaitu 40 km/jam.

Menghitung estimasi waktu rute

0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0.

- Dari titik 0 – 2

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1.6}{40} = 0,04 \text{ jam} \approx 2.4 \text{ menit} \approx 3 \text{ menit}$$

Sehingga angkutan kota dari titik 0 akan tiba dititik 2 pukul 05.03 WIB. Maka waktu yang dibutuhkan dititik 2 adalah :

$$t_{\text{perjalanan}} + t_{\text{tunggu}} + t_{\text{pelayanan}} = 3 + 0 + 2 = 5$$

sehingga perjalanan akan dilanjutkan pada pukul 05.05 WIB.

- Dari titik 2 – 8

$$t = \frac{s}{v} = \frac{7.8}{40} = 0,195 \text{ jam} \approx 11.7 \text{ menit} \approx 12 \text{ menit}$$

Sehingga angkutan kota dari titik 2 akan tiba dititik 8 pukul 05.17 WIB. Maka waktu yang dibutuhkan dititik 8 adalah :

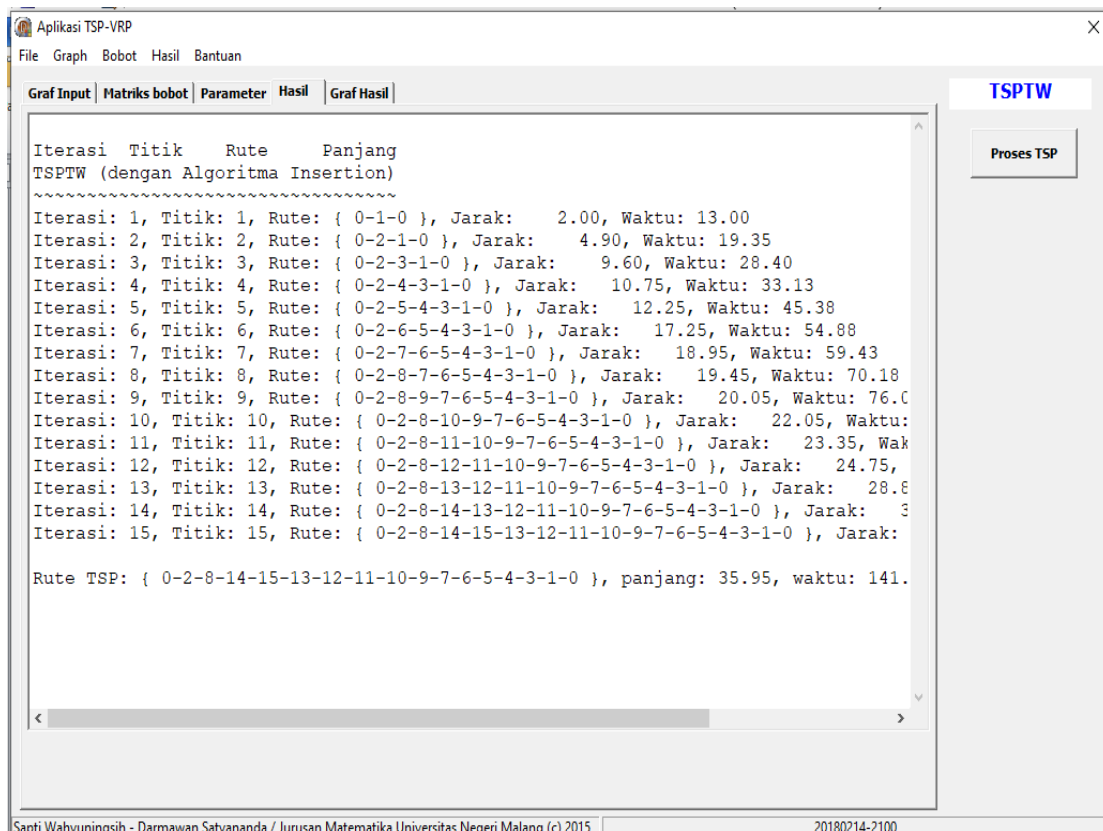
$$t_{\text{perjalanan}} + t_{\text{tunggu}} + t_{\text{pelayanan}} = 12 + 0 + 10 = 22$$

sehingga perjalanan akan dilanjutkan pada pukul 05.27 WIB.

Perhitungan berlanjut hingga hingga titik 1-0. Dari proses perhitungan menggunakan algoritma CIH menghasilkan rute optimum 0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 dengan total jarak sebesar 35.95 km dan waktu total perjalanan sebesar 149 menit.

Penyelesaian Menggunakan Alat Bantu TSP-VRP

Perhitungan menggunakan alat bantu TSP-VRP dilakukan dengan cara menginputkan data tempat pemberhentian angkutan kota (kode) beserta *time windows* sesuai pada Tabel 1 dan data jarak antar tempat pemberhentian angkutan kota sesuai pada Gambar 1. Alat Bantu TSP-VRP menggunakan algoritma *insertion* untuk menghasilkan rute optimum. Kecepatan rata-rata angkuta kota melaju diasumsikan sama yaitu 40 km/jam. Berikut hasil perhitungan yang didapatkan dari alat bantu TSP-VRP.



```

Aplikasi TSP-VRP
File Graph Bobot Hasil Bantuan
Graf Input | Matriks bobot | Parameter Hasil | Graf Hasil
TSPTW
Proses TSP

Iterasi Titik Rute Panjang
TSPTW (dengan Algoritma Insertion)
~~~~~
Iterasi: 1, Titik: 1, Rute: { 0-1-0 }, Jarak: 2.00, Waktu: 13.00
Iterasi: 2, Titik: 2, Rute: { 0-2-1-0 }, Jarak: 4.90, Waktu: 19.35
Iterasi: 3, Titik: 3, Rute: { 0-2-3-1-0 }, Jarak: 9.60, Waktu: 28.40
Iterasi: 4, Titik: 4, Rute: { 0-2-4-3-1-0 }, Jarak: 10.75, Waktu: 33.13
Iterasi: 5, Titik: 5, Rute: { 0-2-5-4-3-1-0 }, Jarak: 12.25, Waktu: 45.38
Iterasi: 6, Titik: 6, Rute: { 0-2-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 17.25, Waktu: 54.88
Iterasi: 7, Titik: 7, Rute: { 0-2-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 18.95, Waktu: 59.43
Iterasi: 8, Titik: 8, Rute: { 0-2-8-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 19.45, Waktu: 70.18
Iterasi: 9, Titik: 9, Rute: { 0-2-8-9-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 20.05, Waktu: 76.0
Iterasi: 10, Titik: 10, Rute: { 0-2-8-10-9-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 22.05, Waktu:
Iterasi: 11, Titik: 11, Rute: { 0-2-8-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 23.35, Wak
Iterasi: 12, Titik: 12, Rute: { 0-2-8-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 24.75,
Iterasi: 13, Titik: 13, Rute: { 0-2-8-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 28.8
Iterasi: 14, Titik: 14, Rute: { 0-2-8-14-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak: 3
Iterasi: 15, Titik: 15, Rute: { 0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 }, Jarak:

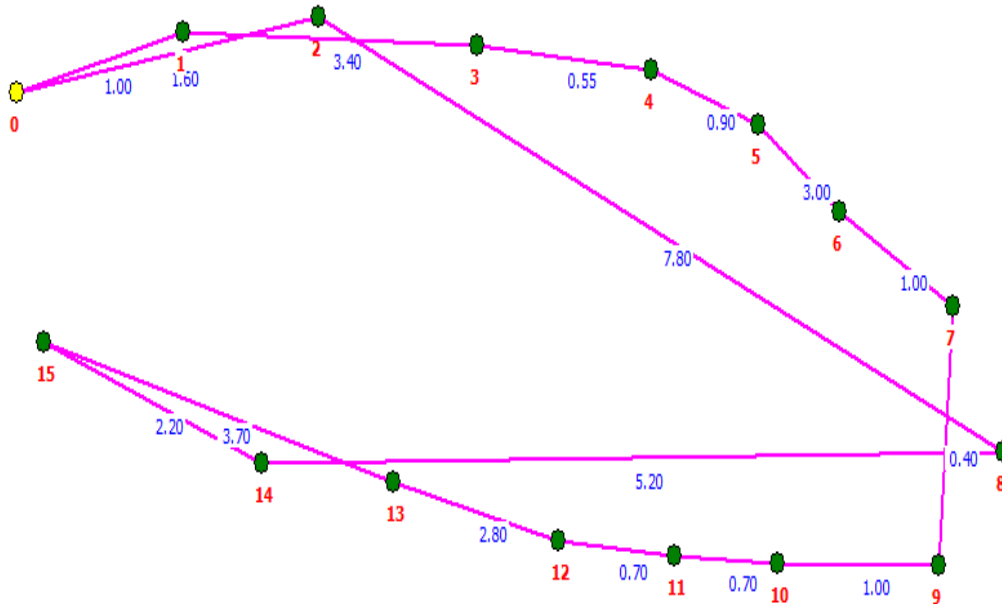
Rute TSP: { 0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 }, panjang: 35.95, waktu: 141.

Sapti Wahyuningsih - Darmawan Satyananda / Jurusan Matematika Universitas Negeri Malang (c) 2015 20180214-2100

```

Gambar 2. Hasil Perhitungan Alat Bantu TSP-VRP

Berdasarkan Gambar 2, iterasi dilakukan sebanyak 15 kali dan dihasilkan rute 0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 dengan total jarak sebesar 35.95 km dan waktu total perjalanan sebesar 141 menit. Berikut graf yang dihasilkan dari alat bantu TSP-VRP.



Gambar 3. Graf Hasil

Pada Gambar 3, titik berwarna kuning merepresentasikan depot yaitu terminal arjosari dan titik berwarna hijau merepresentasikan tempat pemberhentian angkutan kota. Garis berwarna *purple* merepresentasikan lintasan antar tempat pemberhentian angkutan kota. Bobot graf merepresentasikan jarak antar tempat pemberhentian angkutan kota.

Analisa Hasil

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan algoritma CIH dan alat bantu TSP-VRP didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan

	Rute yang Dihasilkan	Jarak Total (km)	Waktu Total (Menit)
Perhitungan Menggunakan Algoritma CIH	0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0	35.95	149
Perhitungan Menggunakan Alat Bantu TSP-VRP	0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0	35.95	141

Berdasarkan Tabel 2, rute yang dihasilkan dari perhitungan menggunakan algoritma CIH dan alat bantu TSP-VRP sama yaitu 0-2-8-14-15-13-12-11-10-9-7-6-5-4-3-1-0 dengan kata lain rute angkutan kota jalur AL dimulai dari Terminal Arjosari → Jl. Raden Panjisuroso → Jl Bondowoso → Jl MT. Haryono → Terminal Landungsari → Jl Gajayana → Jl Veteran → Jl Bogor → Jl Jakarta → Jl Jombang → Jl. Ijen → Jl. Semeru → Jl Trunojoyo → Jl WR. Supratman → Jl Tenaga Utara → Jl. Raden Intan → Terminal Arjosari dan jarak sebesar 35.95 km. Sedangkan waktu total perjalanan yang dihasilkan dari perhitungan algoritma CIH sebesar 149 menit dan waktu total perjalanan yang dihasilkan dari alat bantu TSP-VRP sebesar 141 menit.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kesimpulan penelitian ini:

1. Permasalahan penentuan rute optimum dimodelkan dalam graf komplit dan diselesaikan dengan menggunakan algoritma CIH pada TSPTW dan alat bantu TSP-VRP.
2. Penyelesaian permasalahan menggunakan algoritma CIH pada TSPTW dan alat bantu TSP-VRP menghasilkan rute yang sama dengan total jarak sebesar 35.95 km. Namun estimasi waktu didapatkan dari algoritma CIH 8 menit lebih lama dari alat bantu TSP-VRP.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. Gunduz and M. Aslan, "DJAYA: A discrete Jaya algorithm for solving traveling salesman problem," *Appl. Soft Comput.*, vol. 105, p. 107275, 2021, doi: 10.1016/j.asoc.2021.107275.
- [2] İ. Küçüköglu, R. Dewil, and D. Cattrysse, "Hybrid simulated annealing and tabu search method for the electric travelling salesman problem with time windows and mixed charging rates," *Expert Syst. Appl.*, vol. 134, pp. 279–303, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.05.037.
- [3] O. Cheikhrouhou and I. Khoufi, "A comprehensive survey on the Multiple Traveling Salesman Problem: Applications, approaches and taxonomy," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 40, p. 100369, 2021, doi: 10.1016/j.cosrev.2021.100369.

- [4] X. Bao, Z. Liu, W. Yu, and G. Li, “A note on approximation algorithms of the clustered traveling salesman problem,” *Inf. Process. Lett.*, 2017, doi: 10.1016/j.ipl.2017.07.003.
- [5] Y. Yuan, D. Cattaruzza, M. Ogier, and F. Semet, “A branch-and-cut algorithm for the generalized traveling salesman problem with time windows,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 286, no. 3, pp. 849–866, 2020, doi: 10.1016/j.ejor.2020.04.024.
- [6] R. Suganda, E. Sutrisno, and I. W. Wardana, “Optimalisasi Travelling Salesman with Time Windows (TSPTW) Dengan Algoritma Semut,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [7] M. López-Ibáñez and C. Blum, “Beam-ACO for the travelling salesman problem with time windows,” *Comput. Oper. Res.*, 2018, doi: 10.1016/j.cor.2009.11.015.
- [8] N. Boland, M. Hewitt, D. M. Vu, and M. Savelsbergh, “Solving the traveling salesman problem with time windows through dynamically generated time-expanded networks,” *Lect. Notes Comput. Sci.*, vol. 10335 LNCS, no. June, pp. 254–262, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-59776-8_21.
- [9] D. Rachmawati and Wilyanto, “Implementation of Modified Cheapest Insertion Heuristic on Generating Medan City Tourism Route,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1566, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1566/1/012076.
- [10] L. V. Hignasari and E. D. Mahira, “Optimization Of Goods Distribution Route Assisted By Google Map With Cheapest Insertion Heuristic Algorithm (CIH),” *Sinerg. Press*, vol. 22, p. 2, 2018, doi: 10.22441/sinergi.2018.2.010.

Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Tipe *Make a Match* Terhadap Hasil Belajar Siswa Materi Pokok Lingkaran Kelas VIII MTS Darul Hikmah Tamansari Jember

Misbahul Munir^{1, a)}, Mohamamad Kholil², Arik Hariati³

¹*Universitas Jember*

²*UIN Khas Jember*

³*Universitas Jember*

^{a)}*mizbach4@gmail.com*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil belajar siswa sesudah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a match* serta mengetahui perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a match*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, jenis penelitian eksperimen dengan desain *nonequivalent control group desain*. Populasi dalam penelitian ini yaitu siswa kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari Jember. Dalam pengambilan sampel digunakan teknik *cluster random sampling*. Sampelnya yaitu kelas VIII A dan kelas VIII B. Teknik yang digunakan untuk pengambilan data yaitu observasi, tes, wawancara, dan dokumentasi. Data yang diperoleh, diolah dengan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *T-test*. Dari hasil penelitian nilai maksimum yang diperoleh setelah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* adalah 95, sedangkan nilai minimumnya adalah 55, dengan rata-rata hasil belajar 72,82. Dengan demikian, ada perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *Make A Match* kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari Jember. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* terhadap hasil belajar siswa materi pokok lingkaran kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari Jember. Adapun besarnya pengaruh pembelajaran kooperatif tipe *make a match* terhadap hasil belajar siswa kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari Jember adalah 51,6%.

Kata kunci: Pembelajaran kooperatif tipe *make a match*, hasil belajar siswa, materi pokok lingkaran.

PENDAHULUAN

Pelajaran matematika merupakan pelajaran yang memerlukan ketelitian dan mengasah pemikiran seseorang untuk dapat menyelesaikan suatu permasalahan yang berhubungan dengan penghitungan. Guru memiliki peran yang penting dalam proses pembelajaran, Peran guru adalah menciptakan situasi interaktif yang edukatif, yakni interaksi antara guru dengan siswa, siswa dengan siswa, dan siswa dengan sumber pembelajaran dalam menunjang tercapainya tujuan pembelajaran. Agar tercapai situasi tersebut maka guru harus berupaya untuk mengoptimalkan kemampuannya dalam

melaksanakan proses pembelajaran.

Proses pembelajaran yang dilakukan tidak terlepas dari model pembelajaran yang diterapkan. Soekanto dalam Zainal Arifin menyimpulkan bahwa model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang melukiskan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan belajar tertentu, dan berfungsi sebagai pedoman bagi perancang pembelajaran dan para pengajar dalam merencanakan aktivitas belajar mengajar [1]. Dengan model pembelajaran yang menarik dan dirasa asing oleh siswa akan menimbulkan daya tarik belajar siswa sehingga hasil belajar siswa akan meningkat. Maka dari itu, penggunaan model pembelajaran yang tepat ditunjang dengan media yang sesuai merupakan hal penting yang harus dimaksimalkan oleh guru, karena penggunaan model pembelajaran yang tidak sesuai menyebabkan hasil belajar siswa tidak maksimal bahkan siswa tidak akan memahami materi yang disampaikan dalam proses pembelajaran.

Banyak model pembelajaran dikembangkan oleh guru untuk memberikan kemudahan bagi siswa untuk memahami dan menguasai suatu pengetahuan atau pelajaran tertentu. Pengembangan model pembelajaran sangat tergantung dari karakteristik mata pelajaran ataupun materi yang akan diberikan kepada siswa sehingga tidak ada model pembelajaran tertentu yang diyakini sebagai model pembelajaran yang baik semua tergantung situasi dan kondisinya [2].

Pada observasi yang dilakukan, penerapan model pembelajaran masih cenderung monoton yang membuat siswa di dalam kelas menjadi tidak aktif ketika proses pembelajaran berlangsung sehingga kemungkinan untuk meningkatnya hasil belajar sangat kecil. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru mata pelajaran matematika kelas VIII di MTs Darul Hikmah Tamansari bahwa pembelajaran yang dilakukan masih bersifat konvensional (*teacher centered*). Pembelajaran konvensional yaitu pembelajaran yang membuat guru sebagai tokoh utama di dalam kelas [3]. Hasil belajar siswa dalam PAS pada kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari masih ada yang nilainya kurang dari Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). KKM yang ada di MTs Darul Hikmah Tamansari adalah 70. Sedangkan nilai rata – rata PAS siswa di kelas VIII MTs Darul Hikmah masih dibawah KKM yaitu 60,84. Oleh sebab itu, peneliti tertarik untuk menciptakan suasana pembelajaran yang berbeda dengan menggunakan model pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam memahami materi yang akan disampaikan. Salah satu materi matematika di kelas VIII adalah materi pokok lingkaran.

Beberapa permasalahan diatas menyebabkan hasil belajar siswa khususnya pada materi pokok lingkaran menjadi rendah. Sehingga guru memerlukan model pembelajaran yang membuat peserta didik lebih paham terhadap materi pokok lingkaran dalam proses pembelajaran. Adapun salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan oleh guru dalam proses pembelajaran adalah model pembelajaran kooperatif tipe *make a match*. Hal ini dikarenakan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* memiliki keunggulan yaitu dapat digunakan untuk semua mata pelajaran dan untuk semua tingkatan pada usia anak didik [4]. Model Pembelajaran kooperatif tipe *make a match* adalah sistem pembelajaran yang mengutamakan penanaman kemampuan sosial terutama kemampuan bekerja sama, kemampuan berinteraksi disamping kemampuan berpikir cepat melalui permainan mencari pasangan dengan dibantu kartu [5]. Keunggulan dari model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* yaitu (1) mengembangkan kognitif siswa (2) menyenangkan (3) membuat siswa akan lebih paham terhadap pembelajaran (4) melatih siswa untuk berani tampil (5) melatih

kedisiplinan waktu siswa [6]. Dengan menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Make a match* diharapkan akan membuat siswa mempunyai hasil belajar yang baik serta membantu siswa dalam mengembangkan kemampuannya.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif merupakan pendekatan penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan Pendekatan Penelitian kuantitatif lebih menekankan fenomena-fenomena objektif, dan maksimalisasi objektivitas, desain penelitian ini dilakukan dengan menggunakan angka-angka, pengolahan statistik, struktur dan percobaan terkontrol [7]. Jenis penelitian ini adalah Quasi Eksperimen, karena subjek penelitian yang diambil adalah kelompok belajar (kelompok siswa dalam satu kelas) untuk diberi perlakuan bukan menggunakan subjek yang diambil secara acak. Apalagi tempat penelitian yang dipilih peneliti berada dalam dunia pendidikan atau sekolah. Quasi eksperimen terdiri dari dua bentuk yaitu desain *Times Series*, dan desain *Nonequivalent control group* [8]. Penelitian ini Menggunakan bentuk desain *Nonequivalent control group*, karena peneliti dapat mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Dengan demikian, validitas internal (kualitas pelaksanaan rancangan penelitian) dapat menjadi tinggi. Dalam penelitian ini siswa akan diberikan tes (data awal), selanjutnya dilakukan *treatmen* dengan penerapan model kooperatif tipe *make a match* untuk mengetahui tes hasil belajar siswa. Selisih skor data awal dan data akhir merupakan hasil dari penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil belajar siswa sesudah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match*.

Hasil belajar merupakan tingkat keberhasilan siswa dalam mempelajari materi pembelajaran di sekolah yang dinyatakan dalam skor yang diperoleh dari hasil tes [9]. hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki seseorang karena hasil pengalaman proses pembelajarannya [10]. Adapun hasil belajar siswa setelah diajarkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Belajar Siswa

No	Nilai Siswa	Banyak Siswa
1	55	1 siswa
2	60	4 siswa
3	65	3 siswa
4	70	5 siswa
5	75	1 siswa
6	80	5 siswa
7	90	3 siswa
8	95	1 siswa
Jumlah		23 siswa

Adapun nilai maksimum yang diperoleh setelah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* adalah 95. Sedangkan nilai minimumnya yang diperoleh

setelah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* adalah 55. Rata-rata hasil belajar sebelum diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* adalah 46,30. Nilai rata-rata tersebut berada dibawah KKM yaitu dibawah nilai 70. Sedangkan rata-rata hasil belajar setelah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* adalah 72,82. Nilai rata-rata tersebut sudah berada diatas KKM. Hal ini membuktikan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa setelah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match*.

Perbedaan hasil belajar siswa sesudah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* dengan metode ceramah (konvensional)

Berdasarkan hasil observasi siswa pada kelas eksperimen siswa sangat aktif di dalam kelas. Sebagian besar terlihat siswa sangat antusias dalam mengerjakan soal untuk mencari jawaban sehingga suasana di dalam kelas terasa sangat aktif. Sedangkan pada kelas kontrol, pertemuan pertama siswa yang terlibat aktif dalam pembelajaran sebanyak 3 siswa dan yang bertanya sebanyak 3 siswa tentang materi yang tidak dimengerti. Sedangkan pada pertemuan kedua, siswa terlibat aktif dalam pembelajaran sebanyak 3 siswa dan yang bertanya sebanyak 1 siswa. Pada kelas kontrol sangat minim sekali siswa yang aktif dalam pembelajaran ataupun yang sering bertanya. Ketika siswa kelas kontrol diberi tugas, banyak siswa yang tidak semangat dalam mengerjakan tugasnya. Hal ini merupakan letak perbedaan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen yang berdasarkan proses pembelajaran dan aktivitas siswa.

Adapun letak perbedaan berdasarkan hasil tes yaitu soal pre test diperoleh $t_{hitung} = 1,806$ dan $t_{tabel} = 2,074$, ini berarti $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_1 ditolak, berarti H_0 diterima yang mengatakan tidak ada perbedaan hasil belajar siswa sebelum diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match*. Sedangkan pada soal post test diperoleh $t_{hitung} = 3,652$ dan $t_{tabel} = 2,074$, ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak, berarti H_1 diterima yang mengatakan ada perbedaan hasil belajar siswa sesudah diterapkan model pembelajaran kooperatif tipe *make a match*. Dengan adanya perbedaan tersebut, berarti terdapat pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* terhadap hasil belajar siswa materi pokok lingkaran kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari Jember.

Hal ini sesuai dengan pendapat Huda yang mengemukakan bahwa Model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* merupakan salah satu pendekatan konseptual yang mengajarkan peserta didik memahami konsep konsep secara aktif, kreatif, dan menyenangkan bagi peserta didik sehingga konsep mudah dipahami dan bertahan lama sesuai dalam struktur kognitif peserta didik [11]. Dengan demikian ketika siswa terlibat aktif dan memahami konsep pada saat pembelajaran menggunakan model *make a match* maka siswa akan lebih mudah dalam mengerjakan soal-soal yang diberikan untuk meningkatkan hasil belajar siswa tersebut. Maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe *make a match* terhadap hasil belajar siswa materi pokok lingkaran kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari Jember. Adapun besarnya pengaruh pembelajaran kooperatif tipe *make a match* terhadap hasil belajar siswa kelas VIII MTs Darul Hikmah Tamansari Jember

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Zainal Airifn, M. P. 2014. *Konsep dan Model Pembelajaran*. PT. Remaja Rosdakarya.



- [2] Aris Shoimin, 2014. *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013*. Ar-Ruzz Media.
- [3] Amry, U. W., Rahayu, S., & Yahmin. 2017. Analisis Miskonsepsi Asam Basa pada Pembelajaran konvensional dan Dual Situated Learning Model (DSLML). *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 2(3), 385–391. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>
- [4] Yudha M. Saputra, dkk. 2008. *Strategi Pembelajaran Kooperatif*. Bintang Warli Antika.
- [5] Dr. Ali Hamzah. 2014. *Model dan strategi Pembelajaran Matematika*. Rajawali Pers.
- [6] Putri, E. N. D., & Taufina, T. 2020. Pengaruh Model Kooperatif Tipe Make A Match Terhadap Hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(3), 617–623. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i3.405>
- [7] Lexy J.Moleong. 2011. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. PT. Remaja Rosdakarya.
- [8] Sugiono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- [9] Purwanto. 2009. *Evaluasi Hasil Belajar*. Pustaka Pelajar.
- [10] Ardiansyah, A. A., & Nana. 2020. Peran Mobile Learning Sebagai Inovasi Dalam Pembelajaran Di Sekolah. *Indonesian Journal of Education Research and Review*, 3(1), 47–56. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/IJERR/article/view/24245/pdf>
- [11] Mifathul Huda. 2011. *Cooperatif Learning: Metode, Teknik, Struktur, dan Metode Terapan*. Pustaka Pelajar.

PENERAPAN MODEL *GUIDED DISCOVERY LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA SISWA KELAS XI SMAN 5 MALANG PADA MATERI BARISAN DAN DERET

Nur Indah Larasati^{1,a)}, Slamet^{2,b)}

^{1,2)}Universitas Negeri Malang

^{a)}nur.indah.1703116@students.um.ac.

^{b)}idslamet.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kurangnya pemahaman konsep matematika siswa. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah penerapan model *guided discovery learning* dan mendeskripsikan penerapan pembelajaran dengan model *guided discovery learning* yang dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa pada materi barisan dan deret. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan termasuk penelitian tindakan kelas (PTK) dengan empat tahapan yaitu perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan dan refleksi. Subjek pada penelitian ini yaitu 36 siswa kelas XI-D4 SMAN 5 Malang tahun pelajaran 2020/2021. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi dan tes. Data dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian yang telah dianalisis menunjukkan bahwa pemahaman konsep matematika siswa mengalami peningkatan setelah diterapkan model *guided discovery learning*. Tahapan model *guided discovery learning* yang dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa pada materi barisan dan deret terdiri dari tahap orientasi masalah, eksplorasi, analisis data, kesimpulan dan latihan.

Kata kunci: *Guided discovery learning*, pemahaman konsep, barisan dan deret.

PENDAHULUAN

Pada akhir 2019 dunia dilanda pandemi *Corona Virus Disease 2019* (Covid-19) termasuk Indonesia. Penyakit ini menyerang sistem kekebalan tubuh dan sistem pernafasan manusia serta memiliki tingkat penularan yang tinggi. Untuk mencegah penyebaran covid-19 semakin meluas, pemerintah meminta masyarakat untuk mematuhi protokol kesehatan dan melarang kegiatan yang dapat mengumpulkan massa, termasuk kegiatan belajar mengajar di sekolah. Pembelajaran tetap harus dilaksanakan meskipun di masa pandemi Covid-19, agar generasi muda tidak ketinggalan dalam belajar dan demi kemajuan generasi penerus bangsa di masa depan [1]. Mengingat pentingnya pendidikan bagi generasi muda serta mempertimbangkan kesehatan siswa, guru dan seluruh warga sekolah membuat Kemendikbud mengeluarkan kebijakan terkait pelaksanaan pendidikan dalam masa darurat penyebaran Covid-19 melalui Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2020 [2]. Berdasarkan kebijakan tersebut pembelajaran dilaksanakan secara daring (dalam jaringan) yaitu dengan memanfaatkan aplikasi dan media *online* yang menunjang pembelajaran *online*. Semua jenjang pendidikan di Indonesia menerapkan pembelajaran daring dalam semua mata pelajaran, termasuk matematika.

Menurut Permendiknas No 22 Tahun 2006 mengenai Standar Isi, pelajaran matematika perlu diberikan kepada semua siswa mulai dari jenjang pendidikan dasar untuk

membekali siswa dengan kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis dan kreatif serta kemampuan bekerjasama [3]. Siswa membutuhkan kemampuan tersebut dalam mengolah informasi yang didapat untuk bertahan hidup pada zaman yang mengalami perubahan terus menerus dan penuh persaingan [4].

Tujuan pertama pembelajaran matematika di sekolah adalah memahami konsep matematika, menjelaskan hubungan antarkonsep dan mengaplikasikan konsep maupun algoritma, secara luwes, akurat, efisien dan tepat untuk memecahkan suatu masalah [5]. Pemahaman konsep merupakan inti pembelajaran matematika, karena jika hanya menghafalkan rumusnya tanpa pemahaman yang baik, siswa akan kesulitan menggunakan konsep dan prosedur yang telah diajarkan [6].

Pemahaman dapat diartikan sebagai proses penyerapan makna dari suatu konsep [7]. Konsep adalah ide abstrak yang dapat digunakan seseorang untuk mengelompokkan atau mengkategorikan sesuatu dan biasanya dibatasi oleh suatu ungkapan yang disebut definisi [5]. Jadi dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep merupakan penyerapan makna dari ide abstrak pada materi yang dipelajari. Pemahaman konsep matematika adalah mengerti benar tentang konsep matematika, yaitu siswa dapat menerjemahkan, menginterpretasikan dan menyimpulkan suatu konsep matematika berdasarkan pembentukan pengetahuannya sendiri, bukan hanya hafalan semata [8].

Susunan konsep matematika mengikuti urutan tingkatan, logis dan sistematis, jadi dimulai dari konsep sederhana menuju konsep yang rumit [9]. Hal ini menunjukkan keterkaitan antar konsep dalam matematika, sehingga pemahaman konsep yang baik penting untuk dimiliki siswa sejak dini. Pemahaman konsep dasar yang salah akan mengakibatkan pemahaman konsep yang salah pula pada konsep-konsep matematika selanjutnya. Siswa dengan pemahaman konsep yang baik akan mudah memahami konsep pelajaran berikutnya, menyelesaikan permasalahan dalam berbagai bidang studi dan permasalahan dalam aktivitas sehari-hari [10].

Untuk mengukur pemahaman konsep siswa terdapat beberapa kriteria yang dapat dijadikan pedoman. Indikator pemahaman konsep terdiri dari: (1) dapat menyatakan ulang sebuah konsep; (2) dapat mengelompokkan objek menurut sifat-sifat tertentu sesuai dengan konsep; (3) dapat memberikan contoh dan bukan contoh dari suatu konsep; (4) dapat menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis (dalam bentuk tabel, grafik, gambar, dll); (5) dapat mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep; (6) dapat menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu, dan (7) dapat menerapkan konsep atau algoritma dalam menyelesaikan suatu masalah [5]. Untuk indikator siswa dapat memberikan contoh dan bukan contoh diterapkan saat kegiatan pendahuluan yaitu mengingat materi prasyarat, dimana guru meminta siswa menyebutkan contoh dan bukan contoh dari suatu barisan maupun deret yang sedang dipelajari. Sementara keenam indikator lainnya digunakan dalam tes pada setiap akhir siklus.

Penting bagi siswa untuk memiliki pemahaman konsep yang baik, namun tidak demikian dengan kenyataan di lapangan seperti yang ditemukan di kelas XI D4 SMAN 5 Malang pada tahun pelajaran 2020/2021. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara diketahui, pada kegiatan pendahuluan ketika guru bertanya mengenai materi sebelumnya, banyak siswa yang tidak dapat menjelaskan kembali konsep dari materi yang telah dipelajari dengan tepat. Siswa dapat menyebutkan rumus-rumusnya dengan tepat, namun tidak dapat menjelaskan definisi dari konsep yang dipelajari. Hal itu dikarenakan siswa cenderung menghafalkan rumus yang langsung diberikan oleh guru tanpa memahami konsepnya.

Pada materi barisan dan deret siswa sudah dapat menyebutkan rumus suku ke- n dari suatu barisan dan rumus dari suatu deret. Namun, siswa belum dapat menjelaskan konsep dari barisan dan deret dengan tepat. Hal ini dapat dilihat ketika peneliti bertanya pada siswa

terkait konsep barisan dan semua siswa serempak menjawab bahwa barisan itu adalah susunan bilangan yang mengikuti aturan atau pola tertentu. Akibatnya ketika peneliti memberikan contoh barisan dimana susunan bilangannya acak tidak mengikuti pola tertentu, siswa menyebutkan bahwa susunan bilangan tersebut bukan barisan. Ilustrasi yang diberikan adalah suhu tubuh 6 orang pengunjung pertama di sebuah toko seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Gambar Tabel Suhu Tubuh Pengunjung Toko

Meskipun susunan bilangan tersebut acak tetap termasuk barisan, karena merupakan fungsi yang domainnya anggota himpunan bilangan asli dan range-nya anggota himpunan bilangan real. Jadi dapat disimpulkan bahwa siswa masih belum bisa menyatakan ulang konsep barisan dengan tepat.

Untuk melihat seberapa jauh pemahaman siswa, guru meminta siswa mengerjakan latihan soal pada buku pegangan siswa melalui *google classroom* dan kemudian dibahas melalui *zoom meeting* pada pertemuan selanjutnya. Guru menunjuk siswa secara acak untuk mempresentasikan jawabannya. Pada kegiatan ini terlihat siswa masih belum bisa mengerjakan soal yang sedikit berbeda dari contoh soal yang diberikan pada video pembelajaran yang telah dirangkum. Siswa masih melakukan kesalahan konsep dalam melakukan operasi hitung yang menunjukkan bahwa siswa masih belum bisa menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu dari konsep yang telah dipelajari.

Model pembelajaran *online* yang diterapkan masih menggunakan metode ceramah yang didominasi oleh guru. Guru membagikan materi pembelajaran berupa *link* video pembelajaran yang berisi penjelasan singkat terkait materi yang dipelajari dan contoh pengerjaan soal. Siswa kemudian diminta untuk mempelajari sendiri dengan membuat rangkuman, sehingga tidak ada kegiatan untuk mengetahui darimana suatu konsep atau rumus tersebut diperoleh dan mengapa rumus tersebut digunakan dalam suatu penyelesaian masalah. Hal ini menjadikan siswa kurang terlibat dalam menemukan suatu konsep, sehingga mengakibatkan rendahnya pemahaman konsep matematika siswa.

Perangkat pembelajaran *online* yang digunakan masih belum dapat membantu siswa untuk mengkonstruksi pemahamannya sendiri. Buku pegangan yang dimiliki siswa hanya berisi ringkasan rumus dan latihan soal. Selain itu, ketika guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya terkait hal-hal yang belum dipahami dari materi yang dipelajari, siswa masih cenderung diam dan tidak aktif bertanya pada saat *zoom meeting* maupun melalui grup *whatsapp*. Pembelajaran *online* yang diterapkan tersebut menyebabkan siswa menjadi pasif dan tidak banyak aktivitas belajar yang dilakukan oleh siswa untuk dapat lebih memahami konsep dari materi yang dipelajari. Padahal aktivitas belajar siswa berpengaruh terhadap pemahaman konsep matematika siswa. Hal ini

berdasarkan hasil penelitian bahwa yang menunjukkan pengaruh aktivitas belajar terhadap pemahaman konsep matematika sebesar 85.4%, sedangkan sisanya 14,6% dipengaruhi oleh faktor yang lain [11].

Pemahaman konsep matematika berpengaruh pada hasil belajar matematika siswa, hal ini dikarenakan untuk dapat menyelesaikan masalah dalam pembelajaran matematika siswa dituntut untuk memahami konsep-konsep matematika [12]. Rendahnya pemahaman konsep matematika siswa dapat mengakibatkan siswa kesulitan dalam menyelesaikan masalah-masalah matematika sehingga nilai-nilai siswa banyak yang dibawah kriteria ketuntasan minimal (KKM) [13]. Hal itu sesuai dengan yang ditemukan peneliti dimana kurangnya pemahaman konsep matematika siswa di kelas XI D4 juga berpengaruh terhadap hasil belajar matematika siswa. Hal itu dapat diketahui dari hasil dua ulangan harian terakhir sebelum dilaksanakan penelitian, dimana masih banyak siswa yang belum tuntas belajar dan rata-rata kelas masih di bawah nilai KKM 83. Rata-rata nilai ulangan harian pertama siswa yaitu 81,39 dimana sebanyak 17 siswa dari 36 siswa atau 47% siswa tidak tuntas belajar. Ulangan harian kedua rata-rata nilai siswa yaitu 76,44 dan sebanyak 44% siswa tidak tuntas belajar karena belum memenuhi KKM 83.

Untuk mengatasi permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, diperlukan model pembelajaran yang menjadikan siswa lebih aktif dalam memahami dan menemukan konsep matematika. Salah satu model pembelajaran tersebut adalah model *guided discovery learning* yang merupakan pengembangan dari model *discovery learning*. Model *discovery learning* merupakan salah satu model pembelajaran yang berpusat pada siswa, dimana guru memberikan rangsangan yang berupa masalah yang harus dipecahkan sendiri oleh siswa dengan cara melakukan percobaan, mengumpulkan data serta menganalisis data [14].

Model *discovery learning* terbagi menjadi dua yaitu, *pure discovery learning* dan *guided discovery learning*. Pada *pure discovery learning* siswa harus menentukan masalah dan cara penemuannya sendiri, sedangkan dalam *guided discovery learning* guru menyediakan bahan dan mendorong siswa untuk berpikir sendiri guna menemukan suatu konsep [15]. Model penemuan tanpa bimbingan guru kurang cocok untuk siswa sekolah menengah, karena untuk menemukan konsep yang baru siswa memerlukan konsep dasar yang terkait [16]. Selain itu, siswa cenderung diam apabila tidak mengetahui cara untuk menemukan suatu konsep sehingga menghabiskan lebih banyak waktu. Jadi pembelajaran dengan model *guided discovery learning* lebih tepat untuk diterapkan di sekolah.

Model *guided discovery learning* merupakan model pembelajaran dimana siswa dilibatkan secara aktif dan mandiri dalam proses pembelajaran untuk menemukan suatu konsep atau teori, pemahaman dan pemecahan masalah [17]. Guru berperan memberikan bimbingan kepada siswa dalam bentuk instruksi secara lisan maupun tertulis, misalnya melalui LKS. Model ini efektif meningkatkan partisipasi siswa untuk mendalami suatu materi, sehingga memperoleh pemahaman mereka sendiri melalui kegiatan penemuan dan pemahaman tersebut akan tertanam lebih lama dibandingkan ketika siswa langsung diberikan rumus oleh guru [6]. Siswa dilibatkan secara langsung dalam proses penemuan sehingga siswa dapat membuktikan kebenaran suatu konsep dan menjadi lebih yakin terhadap apa yang dipahaminya. Materi yang dapat diajarkan lewat model ini adalah materi yang mengajarkan konsep (kategori dengan ciri-ciri yang sama) dan generalisasi (keterkaitan antar konsep) [18].

Penelitian ini menggunakan tahapan model *guided discovery learning* yang terdiri dari lima tahapan yaitu : orientasi masalah, eksplorasi, analisis data, kesimpulan dan latihan [15]. Penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa berhasil meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa dengan diterapkannya model *guided discovery learning* [19], hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan [20]. Penelitian dengan jenis quasi-eksperimen

menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep siswa yang dikenai model *guided discovery learning* lebih tinggi daripada siswa dengan pembelajaran konvensional [21]. Model ini juga dapat dilaksanakan pada pembelajaran daring sesuai dengan penelitian yang menunjukkan adanya peningkatan prestasi belajar siswa setelah diterapkannya *guided discovery learning mode* daring [22]. Hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah subjek penelitian dan materi yang diajarkan. Selain itu, penelitian ini dilaksanakan secara daring melalui *zoom meeting*, *google classroom*, dan *whatsapp*.

Salah satu materi matematika yang membutuhkan pemahaman konsep yang baik adalah barisan dan deret. Materi ini sudah didapatkan oleh siswa dibangku SMP dan akan dipelajari lebih dalam lagi dibangku SMA hingga perguruan tinggi. Banyak siswa yang menyelesaikan permasalahan terkait dengan materi barisan dan deret hanya dengan menghafalkan langkah-langkah penyelesaian yang diajarkan guru tanpa memahami konsepnya [23]. Oleh karena itu penting bagi siswa untuk memahami konsep dari materi barisan dan deret ini.

Berdasarkan pemaparan di atas, tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penerapan model *guided discovery learning* dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa dan mendeskripsikan penerapan model *guided discovery learning* yang dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa pada materi barisan dan deret.

METODE

Penelitian ini termasuk jenis penelitian tindakan kelas (PTK) dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Hal ini dikarenakan tujuan dari penelitian ini untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa dengan menerapkan suatu tindakan berupa penerapan model *guided discovery learning*. Subjek pada penelitian ini yaitu 36 orang siswa kelas XI-D4 SMAN 5 Malang Tahun Pelajaran 2020/2021. Pemilihan subjek penelitian didasarkan pada hasil observasi peneliti selama melaksanakan KPL yang menunjukkan masih kurangnya pemahaman konsep matematika siswa. Penelitian dilaksanakan mulai 25 Maret 2021 – 22 April 2021 secara *online* karena masih dalam kondisi pandemi covid-19.

Penelitian ini menggunakan model PTK dimana dalam satu siklus terdiri dari tahap perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan dan refleksi [24]. Pada tahap perencanaan peneliti menyiapkan segala kebutuhan penelitian, yaitu (1) menyusun RPP dan LKS sebagai perangkat pembelajaran, (2) menyusun instrumen penelitian yang meliputi lembar observasi aktivitas guru, lembar observasi aktivitas siswa, soal tes pemahaman konsep matematika, lembar validasi dan lembar catatan lapangan, (3) menyusun materi menggunakan *power point* dan membagi kelompok siswa. Instrumen penelitian dan perangkat pembelajaran kemudian divalidasi oleh salah satu dosen matematika di Universitas Negeri Malang (UM) dan guru SMAN 5 Malang yang mengajar matematika. Berikut tabel hasil validasi yang menunjukkan bahwa instrumen penelitian dan perangkat pembelajaran layak digunakan karena berada pada kriteria valid dan sangat valid.

Tabel 1. Tabel Hasil Validasi

Perangkat	Hasil Validasi	Kriteria
RPP	83,33 %	Valid
LKS	83,33 %	Valid
Soal Tes	85,23 %	Sangat valid
Lembar Observasi Aktivitas Siswa	87,5 %	Sangat valid
Lembar Observasi Aktivitas Guru	87,5 %	Sangat valid

Pada tahap pelaksanaan tindakan dan pengamatan, peneliti bertindak sebagai pengajar yang didampingi oleh guru matematika dan dua rekan mahasiswa sebagai pengamat. Data dikumpulkan dengan menggunakan teknik observasi dan tes. Data yang dikumpulkan meliputi hasil tes pemahaman konsep matematika siswa pada setiap akhir siklus, hasil observasi aktivitas guru dan hasil observasi aktivitas siswa. Data kuantitatif akan dianalisis dengan menghitung rata-rata skor yang diperoleh dan data kualitatif akan dijelaskan secara deskriptif.

Tahap berikutnya adalah refleksi untuk mengevaluasi jalannya kegiatan pembelajaran berdasarkan saran dan hasil pengamatan dari observer. Kriteria keberhasilan dalam penelitian ini, yaitu (1) Ketuntasan klasikal hasil tes pemahaman konsep matematika siswa minimal 75% siswa dinyatakan tuntas dengan nilai KKM 83, (2) Hasil observasi aktivitas guru dan hasil observasi aktivitas siswa minimal berada pada kategori “baik”. Apabila kriteria keberhasilan masih belum tercapai maka hasil refleksi dapat dijadikan sebagai bahan perbaikan di siklus berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua siklus, karena kriteria keberhasilan pemahaman konsep matematika siswa masih belum tercapai di siklus I. Setiap siklus terdiri dari tiga pertemuan yaitu dua pertemuan untuk pembelajaran dan tes pada pertemuan terakhir. Seluruh kegiatan pembelajaran dilaksanakan secara *online* melalui aplikasi *zoom meeting* dan *whatsapp*. Pembagian materi dan pengumpulan tugas siswa menggunakan aplikasi *google classroom* yang mudah diakses oleh siswa. Pelaksanaan kegiatan pembelajaran mengacu pada RPP yang telah disusun mengikuti tahapan model *guided discovery learning*. Keterlaksanaan pembelajaran dengan model tersebut dapat dilihat berdasarkan hasil observasi dalam tabel berikut ini.

Tabel 2. Tabel Hasil Observasi Siklus I dan Siklus II

Observasi	Siklus I	Siklus II
Aktivitas guru	88,06 %	91,67 %
Kriteria	Sangat Baik	Sangat Baik
Aktivitas siswa	81,11%	85,28%
Kriteria	Baik	Sangat Baik

Data pada tabel di atas menunjukkan terjadi peningkatan aktivitas selama pembelajaran, baik guru maupun siswa dari siklus I ke siklus II. Peningkatan tersebut terjadi karena meningkatnya interaksi dalam proses pembelajaran antar siswa maupun siswa dengan guru. Pada siklus I, siswa terlihat belum terbiasa dengan kegiatan penemuan melalui diskusi pada pembelajaran *online*. Banyak siswa yang belum berani mengajukan pertanyaan atau mengutarakan pendapatnya saat diskusi karena takut salah. Pada siklus II, guru selalu mengingatkan siswa yang tidak aktif berdiskusi dan tidak langsung menyalahkan pendapat siswa yang kurang tepat, sehingga siswa sudah berani mengutarakan pendapatnya dan bertanya kepada guru. Selain diskusi kelompok, keaktifan siswa juga dilatih melalui kegiatan presentasi. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan model *guided discovery learning* dalam pembelajaran dapat meningkatkan intensitas interaksi antara siswa dengan guru serta siswa dengan siswa [25]. Penelitian lain juga menyatakan hasil yang serupa yaitu adanya peningkatan aktivitas siswa setelah diterapkannya model *guided discovery learning* [20].

Data selanjutnya yang dikumpulkan adalah hasil tes pemahaman konsep matematika pada setiap akhir siklus. Soal tes yang diberikan pada siswa disesuaikan dengan indikator

pemahaman konsep yang telah ditentukan sebelumnya. Berikut tabel hasil tes pemahaman konsep matematika siswa pada setiap akhir siklus.

Tabel 3. Tabel Hasil Tes Pemahaman Konsep Siswa

Hasil Tes	Siklus I	Siklus II
Jumlah siswa tidak tuntas	11	6
Persentase siswa tidak tuntas	31 %	17 %
Jumlah siswa tuntas	25	30
Persentase siswa tuntas	69 %	83%

Pada siklus I, siswa yang dinyatakan tuntas belajar hanya 25 siswa dari 36 siswa atau hanya 69%. Hal ini menunjukkan belum terpenuhinya kriteria keberhasilan pada siklus I yaitu minimal 75% siswa tuntas. Selanjutnya dilakukan perbaikan pada pelaksanaan siklus II dan hasilnya telah memenuhi kriteria keberhasilan dengan 83% siswa yang tuntas. Peningkatan pemahaman konsep matematika siswa dengan diterapkannya model *guided discovery learning* dapat terjadi, karena dalam proses penemuan suatu konsep siswa terlibat langsung melalui diskusi dengan teman dan guru. Selain itu, siswa juga dapat langsung menggunakan konsep yang ditemukan dalam mencari solusi dari suatu masalah pada tahap latihan. Model *guided discovery learning* dapat membangkitkan pengalaman siswa karena mengajak siswa untuk terlibat langsung, meningkatkan kemampuan berpikir, rasa ingin tahu dan kreativitas siswa dalam menemukan konsep, sehingga menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan membuat siswa lebih antusias dalam memperkuat ingatannya tentang materi yang diajarkan [20]. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handayani, dkk. yang menyatakan bahwa model *guided discovery learning* dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa [21].

Hasil penelitian di atas diperoleh setelah pemberian tindakan berupa diterapkannya model *guided discovery learning*. Penelitian ini menggunakan tahapan model *guided discovery learning* yang meliputi tahap orientasi masalah, tahap eksplorasi, tahap analisis data, kesimpulan dan tahap terakhir yaitu latihan [15]. Berikut pemaparan dari kegiatan dalam setiap langkah pembelajaran yang telah terlaksana.

Setiap pertemuan pada pembelajaran *online* ini terdiri dari kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan kegiatan penutup, tidak jauh berbeda dengan pembelajaran luring. Pada kegiatan pendahuluan, pembelajaran diawali dengan mengirimkan *link zoom meeting* di grup *WhatsApp*. Guru meminta semua siswa yang bergabung di *zoom* untuk menyalakan kamera dan menyiapkan diri sebelum pembelajaran dimulai. Pembelajaran dimulai dengan mengucapkan salam, berdo'a bersama dan dilanjutkan mengecek kehadiran siswa. Guru menyampaikan informasi tentang kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai melalui tayangan *power point*. Untuk memotivasi siswa, guru menampilkan beberapa contoh penerapan dari materi barisan dan deret dan meminta siswa menyebutkan contoh lainnya yang mereka ketahui. Sebagai apersepsi, siswa diajak untuk mengingat kembali materi prasyarat dengan tanya jawab. Siswa akan lebih siap mempelajari materi apabila siswa memiliki pengetahuan yang cukup terkait dengan materi prasyarat dari materi baru yang akan dipelajari [25].

Pada kegiatan inti, guru mengarahkan siswa untuk mendiskusikan LKS yang telah dibagikan melalui *google classroom* di grup *whatsapp* kelompoknya masing-masing dengan tetap bergabung di *zoom*. Siswa sebelumnya telah dibagi menjadi 7 kelompok dengan kemampuan yang heterogen, dimana setiap kelompok beranggotakan 5-6 siswa. Tujuannya agar setiap anggota kelompok bertanggung jawab atas keberhasilan kelompok dengan melaksanakan tugas masing-masing, sehingga timbul ketergantungan ke arah positif [26].

Siswa dapat saling bertukar pendapat sehingga lebih mudah menemukan dan memahami suatu konsep melalui tahapan di LKS, karena tidak semua siswa mampu menemukan suatu konsep sendiri.

Tahap pertama adalah orientasi masalah. Sebagai jembatan untuk dapat menemukan konsep yang diharapkan, guru menyajikan masalah yang terkait dengan materi yang diajarkan [15]. Masalah yang diberikan berkaitan dengan materi yang diajarkan pada setiap pertemuannya. Bruner dalam markaban (2008) menyatakan dalam belajar dengan penemuan siswa dihadapkan pada suatu masalah atau situasi yang berkaitan dengan konsep yang tampak ganjil sehingga siswa harus mencari penyelesaian dari masalah tersebut [16]. Siswa diminta untuk membaca, mengamati dan dipersilahkan bertanya pada guru apabila ada yang tidak dipahami dari permasalahan yang diberikan. Pada pelaksanaan siklus I dan siklus II, masalah yang guru berikan sudah dipahami dengan baik oleh siswa. Hal ini terbukti saat siswa dapat menuliskan secara tepat apa informasi yang diketahui dari masalah tersebut.

Tahapan kedua adalah tahap eksplorasi. Tahap ini merupakan tahap pengumpulan informasi dari masalah yang diberikan melalui langkah strategis (seperti mengukur, mengamati, menggambar atau menyusun) di bawah bimbingan guru [15]. Pada tahap ini siswa menggali informasi dari permasalahan yang diberikan dengan mendiskusikan pertanyaan yang ada di LKS dan mengamati pola yang terbentuk dengan melengkapi tabel yang telah disediakan. Pada tahap ini ditemukan jawaban siswa yang beragam, seperti ketika menuliskan pola yang ditemukan dari suatu barisan. Pada siklus I, siswa menuliskan pola yang berbeda dengan yang diharapkan guru. Guru memberikan arahan dan bimbingan, namun tidak langsung menyalahkan jawaban siswa. Pada siklus II, siswa sudah bisa menemukan pola seperti yang diharapkan oleh guru.

Tahap selanjutnya yaitu analisis data yang merupakan tahap dimana informasi-informasi yang diperoleh siswa diolah dan menarik kesimpulan secara umum menjadi kesatuan konsep atau prinsip yang ditemukan [15]. Tidak sedikit siswa yang mengalami kesulitan dalam menjawab pertanyaan di LKS untuk menemukan konsep yang dimaksud. Guru memberikan arahan dan petunjuk pengerjaan melalui percakapan di grup *whatsapp* masing-masing kelompok sesuai dengan kesulitan yang dialami siswa. Bimbingan yang diberikan tidak langsung memberikan jawabannya, namun menuntun siswa untuk dapat menemukan jawaban yang benar melalui pertanyaan. Guru membimbing siswa seperlunya saja melalui pertanyaan-pertanyaan yang mengarahkan siswa [16]. Pertanyaan yang diajukan guru, boleh dijawab oleh semua siswa di kelompok tersebut sehingga siswa dapat saling bertukar pendapat untuk menemukan jawaban yang benar.

Pada siklus I, siswa banyak mengalami kesulitan ketika membuktikan rumus deret aritmetika yaitu pada saat diminta untuk menyatakan deret sebagai penjumlahan dari suku pertama hingga suku ke- n suatu barisan dalam bentuk a dan b , dimana a merupakan suku pertama barisan dan b merupakan beda barisan. Siswa langsung menuliskan rumus akhir deret aritmetika yang mereka ketahui saat di SMP dahulu. Guru kemudian mengingatkan kembali bahwa tujuan dari LKS ini adalah untuk menemukan konsep, jadi rumus tersebutlah yang akan ditemukan atau dibuktikan. Guru perlu menuliskan informasi atau pertanyaan di LKS secara lebih rinci, agar siswa ketika melaksanakan pembelajaran *online* tidak kebingungan dengan perintah yang diberikan oleh guru.

Setelah dianalisis, guru kemudian mengarahkan siswa pada tahap kesimpulan dengan merangkum semua konsep matematika yang telah ditemukan [15]. Pada tahap ini, siswa sudah dapat menyatakan ulang definisi dari konsep yang ditemukan dengan baik menggunakan perkataan mereka sendiri. Namun, terdapat beberapa kelompok yang menyimpulkan rumus untuk menentukan beda barisan aritmetika dan rasio barisan geometri dengan kurang tepat. Guru kemudian memberikan pertanyaan yang dapat mengarahkan

siswa agar menyadari kesalahannya dan meminta pendapat dari anggota kelompok lain sehingga siswa dapat menyimpulkan sesuai dengan konsep yang benar.

Guru juga menunjuk perwakilan kelompok untuk mempresentasikan hasil pekerjaan kelompoknya dengan melakukan *share screen* pada aplikasi *zoom meeting*. Kegiatan presentasi ini diperlukan agar guru dapat memberikan penguatan dan menyamakan pemahaman siswa secara keseluruhan untuk menghindari miskonsepsi. Setiap anggota dari kelompok yang ditunjuk bergantian untuk menjelaskan hasil pekerjaan kelompoknya. Kelompok lain yang tidak ditunjuk presentasi bertugas menanggapi hasil pekerjaan temannya yang dipresentasikan.

Pada siklus I, siswa agak lama memulai diskusi kelompok karena siswa belum terbiasa dengan pembelajaran penemuan. Selain itu, tidak semua siswa memahami materi relevan yang diperlukan untuk menemukan konsep karena siswa terbiasa langsung diberikan konsep secara utuh. Akibatnya ada kelompok yang belum selesai menyimpulkan hasil penemuannya dan guru hanya menunjuk satu kelompok untuk presentasi karena waktu pembelajaran segera habis. Perbaikan pada siklus II dilakukan oleh guru dengan cara membagikan LKS beberapa hari sebelum pembelajaran, sehingga siswa dapat mencari bahan yang berkaitan dengan materi tersebut yang memudahkan siswa dalam proses penemuan dan pembelajaran berjalan lebih efektif. Untuk kegiatan presentasi, guru menunjuk dua kelompok pada setiap pertemuannya sehingga semua kelompok mendapat giliran presentasi. Guru meminta anggota dari kelompok lain untuk lebih aktif menyampaikan pendapatnya, supaya terjadi interaksi lebih antara guru dengan siswa serta siswa dengan siswa. Salah satu aspek penting dalam pembelajaran matematika yaitu adanya interaksi selama pembelajaran berlangsung yang berpengaruh pada penguasaan siswa terhadap materi yang diajarkan dan dapat meningkatkan *social skills* siswa [16].

Tahapan yang terakhir adalah latihan. Guru hendaknya memberikan soal latihan untuk memeriksa kebenaran hasil yang ditemukan oleh siswa [16]. Pemberian latihan soal bertujuan untuk melatih siswa menyelesaikan suatu masalah dengan menerapkan konsep matematika yang ditemukan sebelumnya. Latihan soal dikerjakan secara individu sehingga guru dapat melihat sejauh mana pemahaman konsep yang dimiliki setiap siswa. Hasil koreksi dari setiap pekerjaan siswa diberikan oleh guru melalui komentar pada aplikasi *google classroom*, sehingga siswa dapat mengetahui letak kesalahannya dan segera memperbaikinya. Untuk soal yang mayoritas siswa menjawabnya salah, akan dibahas secara klasikal oleh guru pada pertemuan selanjutnya melalui *zoom meeting*. Guru akan meminta siswa dengan jawaban yang benar untuk menjelaskan jawabannya kepada teman-temannya. Tujuannya supaya siswa dapat menjelaskan ke orang lain apa yang mereka pahami dan memperbaiki pemahaman siswa yang kurang tepat.

Kegiatan penutup dilakukan dengan merefleksikan pembelajaran yang telah dilaksanakan, dan memberikan kesempatan pada siswa apabila ada hal yang ingin ditanyakan terkait materi yang sudah dibahas pada setiap pertemuan. Guru juga menyampaikan materi dan agenda pembelajaran pada pertemuan selanjutnya, supaya siswa dapat lebih mempersiapkan diri. Pada kegiatan ini, guru tidak lupa mengapresiasi kerja keras siswa selama pembelajaran berlangsung, memberikan motivasi agar siswa tetap semangat belajar meskipun masih dalam masa pandemi dan mengakhiri pembelajaran dengan salam.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian temuan hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pemahaman konsep matematika siswa setelah diterapkannya model *guided discovery learning* pada materi barisan dan deret. Hal ini didasarkan pada peningkatan

ketuntasan klasikal hasil tes pemahaman konsep matematika siswa, dimana pada siklus I hanya 69 % menjadi 83% pada siklus II. Selain itu, aktivitas siswa dan aktivitas guru juga mengalami peningkatan selama pembelajaran. Pada siklus I, hasil observasi aktivitas siswa sebesar 81,11% (baik), meningkat menjadi 85,28% (sangat baik) pada siklus II. Hasil observasi aktivitas guru meningkat dari 88,06% pada siklus I, menjadi 91,67% pada siklus II dan mencapai kriteria sangat baik.

Penelitian ini mendeskripsikan penerapan pembelajaran dengan model *guided discovery learning* yang dapat meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa pada materi barisan dan deret dengan tahap-tahap sebagai berikut (1) orientasi masalah, yaitu tahapan pemberian masalah yang berhubungan dengan materi yang diajarkan, (2) tahap eksplorasi, yaitu siswa mengumpulkan informasi berdasarkan permasalahan yang diberikan melalui langkah strategis, pertanyaan atau arahan yang diberikan oleh guru, (3) Analisis data, yaitu tahapan dimana siswa mengolah informasi yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk kemudian digeneralisasi menjadi suatu konsep atau prinsip matematika, (4) Kesimpulan, yaitu merupakan ringkasan dari konsep yang telah ditemukan oleh siswa serta kegiatan presentasi, (5) Latihan, yaitu pemberian latihan soal untuk melatih siswa mengimplementasikan konsep yang ditemukan sebelumnya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] E. Pujiasih, “Membangun Generasi Emas dengan Variasi Pembelajaran Online di Masa Pandemi Covid-19,” *Ideguru J. Karya Ilm. Guru*, vol. 5, no. 1, pp. 42–48, 2020, doi: 10.51169/ideguru.v5i1.136.
- [2] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, *Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2020 tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan dalam Masa Darurat Penyebaran Coronavirus Disease (COVID-19)*. Jakarta: Kemendikbud.
- [3] Depdiknas, *Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas, 2006.
- [4] A. A. Saefudin, “Karakteristik PMRI (Pendidikan Matematika Realistik Indonesia),” *Al-Bidayah*, vol. 4, no. 1, 2012, doi: 10.14421/al-bidayah.v4i1.10.
- [5] S. Wardhani, *Analisis SI dan SKL mata pelajaran matematika SMP/MTS untuk optimalisasi pencapaian tujuan*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika, 2008.
- [6] U. Arifah and A. A. Saefudin, “Menumbuhkembangkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika dengan Menggunakan Model Pembelajaran Guided Discovery,” *UNION J. Ilm. Pendidik. Mat.*, vol. 5, no. 3, pp. 263–272, 2017, doi: 10.30738/.v5i3.1251.
- [7] D. Novitasari, “Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa,” *Fibonacci J. Pendidik. Mat. Mat.*, vol. Volume 2, no. 2, pp. 8–18, 2016.
- [8] V. Utari, A. Fauzan, and M. Rosha, “Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Melalui Pendekatan PMR dalam Pokok Bahasan Prisma dan Limas,” *J. Pendidik. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–38, 2012, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/pmat/article/view/1159>.
- [9] A. Amir, “Pemahaman Konsep dan Pemecahan Masalah dalam Pembelajaran Matematika,” *Logaritma*, vol. III, no. 01, pp. 13–28, 2015.
- [10] R. Radiusman, “Studi literasi: pemahaman konsep siswa pada pembelajaran matematika,” *FIBONACCI J. Pendidik. Mat. dan Mat.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2020.

-
- [11] M. Hamzah and N. K. Mahmudah, “Pengaruh Aktivitas Belajar Terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa di MTs Salafiyah Kota Cirebon,” *Eduma Math. Educ. Learn. Teach.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2012, doi: 10.24235/eduma.v1i2.293.
- [12] F. N. F. Nastiti and A. H. Syaifudin, “Hubungan Pemahaman Konsep Matematis terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VIII SMP N 1 Plosoklaten pada Materi Lingkaran,” *J. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 1, pp. 8–15, 2020, [Online]. Available: <http://phi.unbari.ac.id/index.php/phi/article/view/80>.
- [13] D. Armanto, Mukhtar, and T. S. Pane, “Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika dan Sikap Siswa Terhadap Matematika pada Materi Sistem Persamaan Linier dengan Menggunakan Pendekatan Pembelajaran CTL di SMA Gajah Mada Medan,” *Paradikma*, vol. 10, no. 1, pp. 59–66, 2017.
- [14] I. Mufida, G. N. Hafifah, and L. Mayasari, “The Implementation of Discovery Learning To Teach Speaking at the First Grade Students at SMP Institut Indonesia,” *Tell J.*, vol. 3, no. 2, pp. 108–114, 2015.
- [15] I. Maula, *Pembelajaran Matematika Guided Discovery*, vol. 01, no. 01. Yogyakarta: AR-RUZZ MEDIA, 2019.
- [16] Markaban, *Model Penemuan Terbimbing pada Pembelajaran Matematika SMK*. Yogyakarta: P4TK, 2008.
- [17] S. A. Adriani, Kadir, M. Salam, and Ikman, “Pengaruh Model Pembelajaran Penemuan Terbimbing terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VII SMP Negeri 3 Raha,” *J. Pendidik. Mat.*, vol. 10, no. 1, pp. 66–76, 2019, doi: 10.36709/jppm.v6i2.9116.
- [18] P. Eggen and D. Kauchak, *Strategi dan Model Pembelajaran*. Jakarta: PT.Indeks, 2012.
- [19] I. Agustina and A. Qohar, “Penerapan Model Penemuan Terbimbing Untuk Meningkatkan Pemahaman Matematis Siswa Kelas F4 SMAN 5 Malang Pada Materi Turunan,” *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 5, no. 2, pp. 283–291, 2020, doi: 10.28926/briliant.v5i2.466.
- [20] M. . Manik and . M. ., “Penerapan Metode Penemuan Terbimbing Dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Di Kelas VIII SMP Negeri 1 Ajibata,” *Inspiratif J. Pendidik. Mat.*, vol. 3, no. 2, pp. 92–101, 2017, doi: 10.24114/jpmi.v3i2.8906.
- [21] T. Handayani, S. Arifin, and A. Surgandini, “Penerapan Model Pembelajaran Penemuan Terbimbing untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMA,” *Wacana Akad. Maj. Ilm. Kependidikan*, vol. 3, no. 2, pp. 151–164, 2019, doi: 10.24127/ajpm.v8i1.1684.
- [22] S. Anisah, “Penerapan Guided Discovery Learning Mode Daring Untuk Mengembangkan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Matriks di Kelas XI SMA Nurul Jadid,” *JTIEE*, vol. 4, no. 2, pp. 2–7, 2020.
- [23] B. Hariyomurti, S. Prabawanto, and A. Jupri, “Learning Obstacle Siswa dalam Pembelajaran Barisan dan Deret Aritmetika,” *Juring (Journal Res. Math. Learn.*, vol. 3, no. 3, pp. 283–292, 2020.
- [24] A. Suharsimi, *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta, 2009.
- [25] Parida, T. Nusantara, and Abadyo, “Pembelajaran Penemuan Terbimbing untuk Meningkatkan Penalaran Matematis Siswa pada Materi Program Linear,” *J. Kaji. Pembelajaran Mat.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–11, 2020.
- [26] F. Shadiq, *Model-model Pembelajaran Matematika SMP*. Yogyakarta: PPPPTK Matematika, 2009.
-

ALGORITMA FIREFLY (FA) UNTUK MENYELESAIKAN *RESOURCE CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM* (RCPSP)

Rizqia Wildana Zulfa^{1,a)}, Vita Kusumasari²⁾, Desi Rahmadani³⁾

^{1,2,3)} Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Negeri Malang

^{a)}rwildanazulfa@gmail.com

Abstrak

Resource Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) merupakan masalah optimasi untuk menjadwalkan kegiatan proyek yang harus memenuhi *precedence constrain* dan *resource constrains* yang bertujuan untuk meminimalkan waktu penyelesaian proyek (*makespan*). Pada penelitian ini dilakukan perhitungan terhadap data 8 aktivitas dengan satu jenis sumber daya dan 32 aktivitas dengan empat jenis sumber daya untuk mendapatkan *makespan* yang optimal dengan kendala RCPSP yang ditetapkan berdasarkan Algoritma *Firefly* (FA) dan dilakukan perbandingan hasil akhir dengan Algoritma *Cuckoo Search* (CS) dan Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO). Perhitungan menggunakan data 8 aktivitas dengan FA, ACO, dan CS diperoleh *makespan* berturut-turut adalah 22, 28, dan 23 satuan waktu. Sedangkan perhitungan menggunakan data 32 aktivitas dengan FA, ACO, dan CS diperoleh *makespan* berturut-turut adalah 38, 58, dan 47 satuan waktu. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa Algoritma *Firefly* (FA) menghasilkan *makespan* yang lebih baik dari Algoritma *Cuckoo Search* dan *Ant Colony Optimization*.

Kata kunci: penjadwalan, *resource constrained project scheduling problem*, *algoritma firefly*

PENDAHULUAN

Penjadwalan proyek merupakan faktor kunci dalam manajemen proyek yang sukses [1]. Sebuah proyek terdiri dari serangkaian aktivitas yang harus dilakukan dengan serangkaian kendala prioritas [2]. Pendekatan penjadwalan proyek secara klasik seperti *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) yang hanya berfokus pada hubungan ketergantungan aktivitas dan mematuhi *precedence constrain* dengan menggunakan asumsi ketersediaan sumber daya yang tidak terbatas, tetapi dalam kenyataannya manajer proyek sering mengalami kesulitan dalam menjadwalkan suatu proyek dikarenakan keterbatasan sumber daya yang tersedia. Kemudian, jika dipaksakan adanya ketersediaan sumber daya tambahan maka akan menyebabkan membesarnya anggaran biaya proyek.

Resource Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP) merupakan masalah optimasi untuk menjadwalkan kegiatan proyek yang harus memenuhi *precedence constrain* dan *resource constrains*. *Precedence constrain* merupakan suatu kendala dimana aktivitas tidak dapat dimulai sebelum semua pendahulunya selesai dikerjakan. Sedangkan *resource constrains* merupakan suatu kendala dimana sumber daya yang diperlukan oleh setiap aktivitas pada satuan unit waktu tidak melebihi sumber daya yang tersedia. Fungsi tujuan dari RCPSP yaitu meminimalkan waktu penyelesaian proyek (*makespan*) dibawah kendala ketersediaan sumber daya yang terbatas dan hubungan

prioritas aktivitas *finish-to-start* [3]. Berbagai algoritma telah digunakan dalam menyelesaikan *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP) diantaranya adalah *Ant Colony Optimization* [4] dan Algoritma *Genetic* (GA) [5]. Pendekatan dengan menggunakan *Ant Colony Optimization* menggunakan data proyek dengan kisaran empat hingga sepuluh kegiatan menghasilkan solusi yang mendekati optimal dengan presentase total 63,64%.

Menurut Davis [6], masalah penjadwalan proyek dengan *job shop* mempunyai kesamaan yang kuat. *Job shop* merupakan masalah penjadwalan operasi mesin-mesin dengan tujuan memperoleh waktu penyelesaian seluruh pekerjaan yang minimum. Penelitian tentang penjadwalan *job shop* sudah banyak dilakukan, salah satunya [7] menggunakan Algoritma *Firefly* (FA). Algoritma *Firefly* dapat menghasilkan solusi optimal dan sangat efisien dengan tingkat keberhasilan yang tinggi dan jauh lebih baik daripada algoritma lainnya seperti ACO dan GA sejauh menyangkut efisiensi dan tingkat keberhasilan [7].

Berdasarkan uraian di atas, akan dibahas penerapan Algoritma *Firefly* (FA) untuk menyelesaikan *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP). Untuk membuktikan keefektifan Algoritma *Firefly* (FA) pada *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP) maka Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dan Algoritma *Cuckoo Search* (SC) digunakan sebagai pembandingan. Hasil perhitungan dari Algoritma *Firefly* (FA) nantinya akan dibandingkan dengan hasil perhitungan dari Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dan Algoritma *Cuckoo Search* (SC) pada *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP). Kemudian beberapa asumsi yang digunakan antara lain: tidak ada penghalang dalam pengerjaan aktivitas dan tidak ada *pre-emption*, artinya apabila suatu aktivitas yang sudah berjalan tidak dapat dihentikan.

METODE

Dalam penelitian ini, RCPSP diselesaikan dengan Algoritma *Firefly* (FA). Algoritma *Firefly* merupakan algoritma yang terinspirasi dari alam yang dikembangkan untuk meniru perilaku kilat kunang-kunang. Algoritma *Firefly* dirumuskan dengan beberapa asumsi dasar yaitu bahwa semua kawanan kunang-kunang mempunyai jenis kelamin tunggal sehingga kunang-kunang yang satu akan tertarik dengan kunang-kunang lainnya tanpa memandang jenis kelaminnya. Daya tarik kunang-kunang sebanding dengan kecerahan dan keduanya berkurang seiring bertambahnya jarak kunang-kunang. Apabila ada dua kunang-kunang yang berkedip, maka kunang-kunang yang kurang terang akan bergerak menuju kunang-kunang yang lebih terang. Jika tidak ada yang lebih terang dari kunang-kunang tertentu, maka kunang-kunang akan bergerak secara acak [8].

Langkah-langkah untuk menerapkan Algoritma *Firefly* [8] adalah sebagai berikut:

1) Inisialisasi parameter.

Parameter yang digunakan pada Algoritma *Firefly* (FA) yaitu:

- a. m (jumlah populasi)
- b. n (banyak kunang-kunang)
- c. α (parameter pengacakan)

Parameter pengacakan berupa bilangan random pada interval (0,1]

- d. β_0 (daya tarik pada $r = 0$)

Daya tarik pada kunang-kunang memiliki nilai yang bervariasi pada interval (0,1]

- e. γ (koefisien penyerapan cahaya)

Koefisien penyerapan cahaya memiliki nilai bervariasi pada interval $(0, \infty)$

- f. Maksimum iterasi
- 2) Membangkitkan populasi awal
 - a. Membangkitkan populasi awal *firefly* berupa bilangan real acak sebanyak n aktivitas pada interval $(0,1)$.
 - b. Mengurutkan bilangan real acak dari yang terkecil sampai yang terbesar sehingga diperoleh nomor urutan bilangan bulat acak. Menampilkan nomor urutan sesuai dengan posisi bilangan real acak.
 - c. Menghitung *makespan* (waktu penyelesaian keseluruhan aktivitas).
- 3) Menghitung intensitas cahaya pada *firefly* menggunakan persamaan

$$I = \frac{1}{\text{makespan}}$$

- 4) Membandingkan intensitas cahaya *firefly* i dan *firefly* j ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, m$). Jika $I_i > I_j$ maka intensitas *firefly* i dibandingkan dengan *firefly* j yang lain sampai semua *firefly* j selesai dibandingkan dengan *firefly* i , tetapi apabila $I_j > I_i$ maka:

- a. Terjadi pergerakan yaitu *firefly* i bergerak menuju *firefly* j
- b. Setelah pergerakan terjadi kemudian menghitung:
 - Jarak antara dua kunang-kunang i dan j dihitung melalui persamaan

$$r_{ij} = x_i - x_j$$

- Daya tarik *firefly* ditentukan oleh intensitas cahaya melalui persamaan

$$\beta = \beta_0 \exp(-\gamma r^2)$$

- Gerakan *firefly* i terhadap *firefly* yang lebih terang j ditentukan oleh persamaan

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \beta_0 \exp(-\gamma r_{ij}^2) (x_j^t - x_i^t) + \alpha (\text{rand} - 0,5)$$

Dimana β_0 = daya tarik pada jarak $r = 0$

γ = koefisien penyerapan cahaya

x_i, x_j = koordinat spasial

α = parameter pengacakan

r = jarak antar *firefly*

t = iterasi,

- c. Setelah mendapatkan intensitas cahaya baru dari *firefly* i kemudian memperbarui nilai intensitas dan melakukan perbandingan intensitas cahaya dengan *firefly* lainnya. Untuk iterasi selanjutnya, jika $I_j' > I_i'$ maka kembali pada proses (a) dan (b) sampai semua *firefly* telah selesai dibandingkan.

- 5) Menentukan *G-best*. *Firefly* dengan intensitas cahaya tertinggi akan menjadi *G-best*
- 6) Langkah-langkah Algoritma *Firefly* (FA) diulangi batas iterasi terpenuhi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan dua jenis data, yaitu data yang berisi 8 aktivitas dengan satu jenis sumber daya yang tersedia berjumlah lima unit tiap satuan waktu dan data yang berisi 32 aktivitas, termasuk 2 aktivitas semu berupa *start* dan *end activity* dengan empat jenis sumber daya. Sumber daya jenis R1 berjumlah 12, R2 berjumlah 13, R3 berjumlah 4, dan R4 berjumlah 12 tiap satuan waktu. Data dengan 8 aktivitas [9] dan data dengan 32 aktivitas diambil dari PSPLIB <http://www.om-db.wi.tum.de/psplib/>. Pada penerapan masing-masing algoritma pada RCPSP dilakukan pengulangan sebanyak 1 kali iterasi.

Selanjutnya akan dipaparkan langkah-langkah perhitungan Algoritma *Firefly* (FA) Pada *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP) menggunakan data 8 aktivitas.

Pada Tabel 1 diberikan data yang digunakan dalam perhitungan ini.

Tabel 1 Data Set RCPSP 8 Aktivitas

No	Aktivitas	Durasi	Sumber Daya	Predecessor	
				1	2
1	1	2	1	-	
2	2	3	3	1	
3	3	4	2	1	
4	4	3	3	2	
5	5	5	2	4	
6	6	7	3	3	
7	7	4	3	6	
8	8	3	2	5	7

Keterangan: *Predecessor* merupakan pendahulu langsung dari sebuah aktivitas. Apabila sebuah aktivitas mempunyai *predecessor*, maka aktivitas tersebut tidak bisa dikerjakan apabila aktivitas pendahulunya belum selesai dikerjakan. Aktivitas 2 mempunyai pendahulu langsung (*predecessor*) aktivitas 1. Untuk menyelesaikan aktivitas 2 membutuhkan durasi 3 satuan waktu dan sumber daya sebanyak 3, dan seterusnya.

Langkah 1. Inisialisasi parameter

Mengidentifikasi parameter yang digunakan dalam menyelesaikan contoh kasus Algoritma *Firefly* (FA) adalah sebagai berikut: pengambilan parameter ditentukan berdasarkan (Gupta & Kushwaha, 2018) dengan ukuran populasi $m=3$, iterasi 1 dan banyak *firefly* = 8 ditentukan oleh banyak aktivitas dalam proyek. $\alpha = 1$ $\beta_0 = 0,1$ dan $\gamma = 0,01$.

Langkah 2. Membangkitkan populasi awal

Dalam langkah ini, dilakukan pembangkitkan populasi awal *firefly* berupa bilangan real acak sebanyak n aktivitas pada interval (0,1). Hasil pembangkitan populasi awal *firefly* terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Populasi Awal *Firefly*

<i>Firefly</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1	0.037	0.547	0.953	0.976	0.356	0.906	0.711	0.428
x_2	0.998	0.574	0.176	0.659	0.796	0.979	0.034	0.418
x_3	0.033	0.095	0.183	0.445	0.028	0.909	0.791	0.812

Keterangan: posisi populasi x_1 pada aktivitas 1 adalah 0,037 dan seterusnya.

Dalam langkah ini, dilakukan pengurutan bilangan acak dari yang terkecil sampai yang terbesar. Hasil pengurutan elemen populasi *firefly* terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengurutan Populasi *Firefly*

<i>Firefly</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1	0.037	0.356	0.428	0.547	0.711	0.906	0.953	0.976
	1	5	8	2	7	6	3	4
x_2	0.034	0.176	0.418	0.574	0.659	0.796	0.979	0.998
	7	3	8	2	4	5	6	1
x_3	0.028	0.033	0.095	0.183	0.445	0.791	0.812	0.909
	5	1	2	3	4	7	8	6

Keterangan: Pada populasi firefly x_2 aktivitas 7 menempati posisi 1 dengan nilai 0,034 dan seterusnya.

Dalam langkah ini, *makespan* diperoleh dari perhitungan durasi penyelesaian keseluruhan aktivitas yang disesuaikan dengan *precedence constrain* dan *resource constrains*. Untuk mengurutkan aktivitas sesuai dengan *precedence constrain* dan *resource constrains* dilakukan dengan mengurutkan solusi aktivitas pada Tabel 3. Pencarian *makespan* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pencarian *Makespan*

Sarang	Urutan aktivitas yang terbentuk								Makespan/ $f(x_1)$
x_1	1	2	3	6	7	4	5	8	28
ES	0	2	2	6	13	17	20	25	Satuan waktu
x_2	1	3	2	4	5	6	7	8	22
ES	0	2	2	5	8	8	15	19	Satuan waktu
x_3	1	2	3	4	5	6	7	8	22
ES	0	2	2	5	8	8	15	19	Satuan waktu

Langkah 3. Menghitung intensitas cahaya pada *firefly*

Dalam langkah ini, dilakukan perhitungan intensitas cahaya pada *firefly* dengan menggunakan persamaan $I = \frac{1}{makespan}$. Hasil perhitungan intensitas cahaya terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Intensitas Cahaya

<i>Firefly</i>	Intensitas Cahaya
x_1	0.035
x_2	0.045
x_3	0.045

Langkah 4. Membandingkan intensitas cahaya

Dalam langkah ini, dilakukan perbandingan intensitas cahaya antara *firefly* i dan j

Ketika $i = 1$

- $I_2 > I_1$, maka terjadi pergerakan *firefly* x_1 menuju *firefly* x_2

Dengan perhitungan menggunakan $x^{t+1} = x^t + \beta \exp(-\gamma r^2)(x^t - x^t) + \alpha(\text{rand} - 0,5)$;

$\alpha = 1$ $\beta_0 = 0,1$ dan $\gamma = 0,01$ diperoleh nilai pergerakan *firefly* dan sudah di urutkan

dari terkecil ke terbesar pada Tabel 6.

Tabel 6. Pergerakan *Firefly* x_1 Menuju *Firefly* x_2

<i>firefly</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1^1	0,003	0,56	0,61	0,63	0,75	0,76	0,88	1,281
		1	5	9	0	6	2	
	5	3	1	7	8	4	2	6

Dari perhitungan diperoleh *makespan* 22 satuan waktu dan intensitas cahaya 0,045.

- $I_3 > I_1$, maka terjadi pergerakan *firefly* x_1 menuju *firefly* x_3

Dengan perhitungan menggunakan $x^{t+1} = x^t + \beta \exp(-\gamma r^2)(x^t - x^t) + \alpha(\text{rand} - 0,5)$;

$\alpha = 1$ $\beta_0 = 0,1$ dan $\gamma = 0,01$ diperoleh nilai pergerakan *firefly* dan sudah di urutkan dari terkecil ke terbesar pada Tabel 7.

Tabel 7. Pergerakan *Firefly* x_1 Menuju *Firefly* x_3

<i>firefly</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1^1	0,2795	0,3814	0,4617	0,4793	0,4887	0,6359	0,7202	1,0332
	1	8	6	7	5	2	4	3

Dari perhitungan diperoleh *makespan* 22 satuan waktu dan intensitas cahaya 0,045.

Dari pergerakan *firefly* x_1 menuju x_2 dan x_3 didapatkan *G-best* dengan *makespan* 22 satuan waktu.

Ketika $i = 2$

Karena x_2 mempunyai intensitas cahaya paling besar, sehingga x_2 hanya bergerak secara random.

Dengan perhitungan menggunakan $x^{t+1} = x^t + \beta \exp(-\gamma r^2)(x^t - x^t) + \alpha(\text{rand} - 0,5)$; $\alpha = 1$ $\beta_0 = 0,1$ dan $\gamma = 0,01$ diperoleh nilai pergerakan *firefly* dan sudah di urutkan dari terkecil ke terbesar pada Tabel 8.

Tabel 8. Pergerakan *Firefly* x_2 secara random

<i>firefly</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1^1	0,185	0,280	0,355	0,366	0,512	1,033	1,246	1,470
	7	4	2	5	3	8	1	6

Dari pergerakan *firefly* x_2 secara random didapatkan *G-best* dengan *makespan* 22 satuan waktu.

Ketika $i = 3$

Karena x_3 mempunyai intensitas cahaya paling besar, sehingga x_3 hanya bergerak secara random.

Dengan perhitungan menggunakan $x^{t+1} = x^t + \beta \exp(-\gamma r^2)(x^t - x^t) + \alpha(\text{rand} - 0,5)$; $\alpha = 1$ $\beta_0 = 0,1$ dan $\gamma = 0,01$ diperoleh nilai pergerakan *firefly* dan sudah di urutkan dari terkecil ke terbesar pada Tabel 9.

Tabel 9. Pergerakan *Firefly* x_3 secara random

<i>firefly</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
x_1^1	-0,358	-0,286	-0,245	0,293	0,532	0,605	0,783	1,470
	1	5	2	3	6	7	4	8

Dari pergerakan *firefly* x_3 secara random didapatkan *G-best* dengan *makespan* 28 satuan waktu.

Langkah 5. Penentuan *G-best*

Dalam langkah ini, menentukan *G-best* yaitu *firefly* dengan intensitas cahaya terbesar (*firefly* dengan *makespan* terkecil). *Firefly* yang menjadi *G-best* yaitu x_1 dan x_2 dengan *makespan* 22 satuan waktu.

Langkah 6. Kondisi Optimum

Dalam langkah ini, kondisi optimum tercapai ketika semua langkah-langkah Algoritma *Firefly* (FA) telah dilewati dan mencapai iterasi maksimum yaitu 1 iterasi.

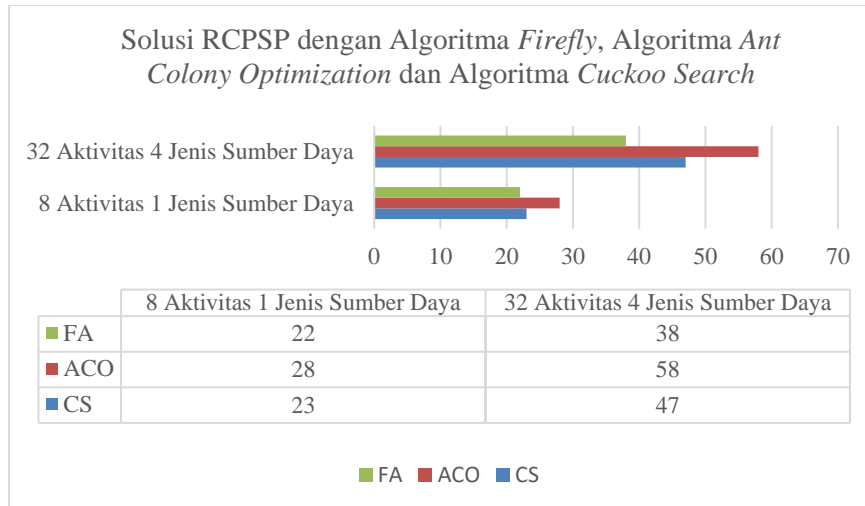
Hasil perhitungan *makespan* untuk ketiga algoritma yang digunakan untuk setiap data set terlihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Perbandingan *makespan* dengan Algoritma *Firefly* (FA), Algoritma ACO dan Algoritma *Cuckoo Search* (CS) dengan Data 8 Aktivitas

Algoritma	<i>Makespan</i> (satuan waktu)
Algoritma <i>Firefly</i> (FA)	22
Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO)	28
Algoritma <i>Cuckoo Search</i> (CS)	23

Tabel 11. Perbandingan *makespan* dengan Algoritma *Firefly* (FA), Algoritma ACO, dan Algoritma *Cuckoo Search* (CS) dengan Data 32 Aktivitas

Algoritma	<i>Makespan</i> (satuan waktu)
Algoritma <i>Firefly</i> (FA)	38
Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO)	58
Algoritma <i>Cuckoo Search</i> (CS)	47



Gambar 1. Solusi RCPSP dengan Algoritma *Firefly* (FA), Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO), dan Algoritma *Cuckoo Search* (CS)

Pada Gambar 1 disajikan grafik perbandingan solusi optimal pada RCPSP dengan perhitungan menggunakan Algoritma *Firefly* (FA), Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dan Algoritma *Cuckoo Search* (CS). Solusi optimal dari masing-masing algoritma diperoleh dari waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Pada grafik warna abu-abu menunjukkan hasil optimal dengan Algoritma *Firefly*, warna orange menunjukkan hasil optimal dengan Algoritma *Ant Colony Optimization*, dan warna biru menunjukkan hasil optimal dengan Algoritma *Cuckoo Search*. Untuk data dengan 8 aktivitas dan satu sumber daya penyelesaian dengan FA, ACO, CS menghasilkan solusi optimal (*makespan*) secara berturut-turut adalah 22, 28, dan 23 satuan waktu. Sedangkan, data dengan 32 aktivitas dan 4 sumber daya yang tersedia dengan penyelesaian menggunakan FA, ACO, CS menghasilkan solusi optimal (*makespan*) secara berturut-turut adalah 38, 58, dan 47 satuan waktu. Sehingga, Algoritma *Firefly* menghasilkan *makespan* yang lebih minimum untuk menyelesaikan RCPSP dibandingkan dengan Algoritma *Cuckoo Search* dan *Ant Colony Optimization*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan diperoleh kesimpulan bahwa Algoritma *Firefly* (FA) dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP) dengan langkah- langkah yaitu menyiapkan data yang sesuai dan inialisasi parameter, membangkitkan populasi awal *firefly* (FA) dengan membangkitkan blangan real acak pada interval (0,1), mengurutkan bilangan acak, menghitung *makespan*, menghitung intensitas cahaya, membandingkan intensitas cahaya, menentukan *G-best*, kemudian mengulangi proses membandingkan intensitas cahaya sampai menentukan urutan aktivitas terbaik hingga maksimum iterasi terpenuhi. Analisis perbandingan pada penerapan Algoritma *Firefly* (FA), Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dan Algoritma *Cuckoo Search* (CS) menghasilkan urutan aktivitas yang berbeda. Algoritma *Firefly* (FA) menghasilkan *makespan* yang lebih minimum yaitu 22 satuan waktu dibandingkan dengan *Ant Colony Optimization* (ACO) yaitu 28 satuan waktu dan Algoritma *Cuckoo Search* (CS) yaitu 23 satuan waktu untuk data dengan 8 aktivitas dengan 1 jenis sumber daya dan sumber daya yang tersedia berjumlah 5. Sedangkan Algoritma *Firefly* (FA) menghasilkan *makespan* Algoritma *Firefly* (FA) menghasilkan *makespan* yang lebih minimum yaitu 38 satuan waktu

dibandingkan dengan *Ant Colony Optimization* (ACO) yaitu 58 satuan waktu dan Algoritma *Cuckoo Search* (CS) yaitu 47 satuan waktu untuk data dengan 32 aktivitas dengan 4 jenis sumber daya dan sumber daya yang tersedia yaitu sumber daya jenis R1 berjumlah 12, R2 berjumlah 13, R3 berjumlah 4, dan R4 berjumlah 12. Kesempatan untuk meneliti kajian serupa masih besar, mengingat studi *Resource Constrained Project Scheduling Problem* (RCPSP) masih tergolong baru dan belum banyak algoritma yang diterapkan dalam masalah ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. Zareei, "Project scheduling for constructing biogas plant using critical path method," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 81, pp. 756–759, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.08.025.
- [2] L. Bianco, M. Caramia, and S. Giordani, "A chance constrained optimization approach for resource unconstrained project scheduling with uncertainty in activity execution intensity," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 128, pp. 831–836, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2018.11.053.
- [3] M. Tritschler, A. Naber, and R. Kolisch, "A hybrid metaheuristic for resource-constrained project scheduling with flexible resource profiles," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 262, no. 1, pp. 262–273, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.ejor.2017.03.006.
- [4] N. A. Savitri, "Resource-constrained project scheduling with ant colony optimization algorithm," *J. Civ. Eng.*, vol. 35, no. 2, p. 34, Dec. 2020, doi: 10.12962/j20861206.v35i2.8115.
- [5] E. N. Goncharov and V. V. Leonov, "Genetic algorithm for the resource-constrained project scheduling problem," *Autom. Remote Control*, vol. 78, no. 6, pp. 1101–1114, Jun. 2017, doi: 10.1134/S0005117917060108.
- [6] E.R. Fitriyani, "Penyelesaian resource-constrained project scheduling problem menggunakan algoritma cat swarm optimization," Universitas Negeri Semarang, 2017.
- [7] A. Gupta and S. S. Kushwaha, "An enhanced firefly algorithm approach for solving a flexible job-shop scheduling problem," *Natl. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 3, no. 1, pp. 463–468, Jan. 2018.
- [8] A. M. Altabeeb, A. M. Mohsen, and A. Ghallab, "An improved hybrid firefly algorithm for capacitated vehicle routing problem," *Appl. Soft Comput.*, vol. 84, p. 105728, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.asoc.2019.105728.
- [9] R. I. Putra, "Penerapan Algoritma Harmony Search Pada Resource-Constrained Project Scheduling Problem (RCPSP)," Universitas Negeri Malang, 2015.

OPTIMALISASI RUTE ANGKUTAN KOTA MALANG DENGAN ALGORITMA *CHEAPEST INSERTION HEURISTIC* PADA TSPTW

Ana Hamimatul Mangdhuroh^{1,a)}, Sapti Wahyuningsih^{2,b)}

^{1,2)}Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota
Malang, Jawa Timur, Indonesia

^{a)}ana.hamimatul.1703126@students.um.ac.id

^{b)}sapti.wahyuningsih.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Travelling Salesman Problem (TSP) kajian teori graph yang dapat digunakan untuk menentukan rute optimal. *Travelling Salesman Problem with Time Windows* (TSPTW) adalah varian TSP dengan tambahan interval waktu. Fokus pembahasan artikel ini menyelesaikan permasalahan rute angkutan kota Malang jalur AMG (Arjosari Madyopuro Gadang) dengan total waktu perjalanan minimum dengan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) pada TSPTW dan alat bantu program. Kinerja algoritma CIH yaitu mencari suatu siklus Hamilton yang memiliki total bobot minimum. Pencarian rute optimum dapat direpresentasikan kedalam Graf dengan titik pada graf merepresentasikan tempat pemberhentian angkutan kota dan bobot isi merepresentasikan jarak antar tempat pemberhentian. Hasil perhitungan rute angkutan kota jalur AMG dengan algoritma CIH 29.70 km dan hasil perhitungan dengan aplikasi TSP-VRP 29.70 km. Permasalahan rute optimal dengan tambahan variabel waktu dapat diselesaikan dengan algoritma pada TSPTW.

Kata kunci: TSPTW, algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH), siklus Hamilton

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu dasar, sehingga memiliki berbagai manfaat untuk membantu kehidupan manusia. Salah satu cabang matematika yang sering berguna dalam kehidupan sehari-hari yaitu Teori Graf. Teori Graf merupakan salah satu cabang ilmu dalam Matematika, ilmu ini dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Graf dapat diklasifikasikan dalam berbagai bentuk [1], guna memudahkan mencari solusi pada suatu permasalahan. Dalam Teori Graf berbagai permasalahan dapat dimodelkan dengan lebih sederhana sehingga masalah dapat terselesaikan. Salah satu permasalahan yang dapat dimodelkan dengan Teori Graf yaitu tentang mencari rute terpendek. *Travelling Salesman Problem* (TSP) merupakan salah satu cabang yang ada dalam ilmu Teori Graf yang digunakan untuk mencari rute terpendek yang dilakukan oleh *salesman* untuk mengunjungi kota kemudian kembali ke kota asal, dimana *salesman* tidak melewati kota yang sama lebih dari satu kali, dimana rutenya membentuk siklus Hamilton [2]. Terdapat beberapa varian dalam TSP yaitu *Travelling Salesman Problem with Time Windows* (TSPTW), *Clustered Travelling Salesman Problem* (CTSP), *Dynamic Travelling Salesman Problem* (DTSP), dan *Travelling Salesman Problem with Precedence Constraints* (TSPPC).

Travelling Salesman Problem with Time Windows (TSPTW) adalah perkembangan

dari TSP yang lebih kompleks. Untuk menentukan rute optimal TSPTW memiliki tambahan variable waktu [3]. TSPTW memiliki beragam varian dalam masalah perutean dan penjadwalan [4]. Varian algoritma yang ada di TSPTW diantaranya *Greedy*, *Artificial Bee Colony* (ABC), *Genetics*, *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) [5]. Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH) akan kita gunakan untuk memecahkan masalah yang ada di lapangan.

Dinas Perhubungan Kota Malang merupakan salah satu lembaga pemerintahan yang bertugas mengatur transportasi di Kota Malang. Terdapat tiga bidang yang ada di Dinas Perhubungan Kota Malang yaitu Bidang Lalu Lintas, Bidang Angkutan Jalan, dan Bidang Pengolahan Perparkiran. Bidang angkutan jalan bertugas menentukan rute perjalanan untuk angkutan kota dan membuat rancangan evaluasi terhadap pelayanan pada angkutan darat khususnya angkutan kota. Pada rute yang telah ditentukan terdapat tempat pemberhentian angkutan kota berupa terminal, stasiun, halte, dan tempat mengetem (tempat pemberhentian penumpang).

Permasalahan dalam pengoperasian angkutan kota ini adalah rute berangkat dan rute pulang yang berbeda, yang menyebabkan ada kalanya rute yang ditempuh terlalu jauh dan memakan waktu yang lama. Sehingga diperlukan rute optimum untuk angkutan kota. Pencarian rute optimum dapat direpresentasikan kedalam Graf dengan titik pada graf merepresentasikan tempat pemberhentian angkutan kota dan bobot isi merepresentasikan jarak antar tempat pemberhentian. Permasalahan pada angkutan kota ini dapat diselesaikan dengan menggunakan varian dari TSP yaitu TSPTW. Kendala variable waktu pada TSPTW digunakan untuk waktu sopir angkot menunggu penumpang pada setiap pemberhentian. Pada penelitian sebelumnya dengan permasalahan serupa [6], dimana dalam penelitian tersebut menggunakan 3 algoritma yaitu *Branch and Bound*, *Nearest Insertion Heuristic*, dan CIH. Rute yang paling optimal adalah rute yang dihasilkan oleh algoritma CIH.

Berdasarkan deskripsi diatas, laporan ini akan membahas mengenai Optimalisasi Rute Angkutan Kota Jalur AMG di Kota Malang dengan Menggunakan Algoritma CIH pada TSPTW. Alat bantu yang digunakan untuk mempermudah dalam menentukan rute optimum angkutan kota yaitu aplikasi TSP-VRP. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam membantu permasalahan yang ada di Dinas Perhubungan Kota Malang yaitu dalam menentukan rute optimum pada angkutan kota jalur AMG.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji penerapan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* untuk memecahkan permasalahan pada TSPTW, dengan melakukan studi pustaka.
2. Pengambilan data di lapangan dengan metode wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan dengan kepala seksi angkutan dalam trayek Dinas perhubungan Kota Malang yang sekaligus menjadi pembimbing lapangan selaman PKL berlangsung. Dalam wawancara diperoleh data berupa rute angkutan kota Malang khususnya jalur AMG. Sedangkan metode observasi dilakukan dengan terjun langsung ke lapangan. Yaitu tempat pemberhentian angkutan kota (terminal, halte, tempat mengetem), data yang diperoleh pada metode observasi yaitu data tempat pemberhentian angkutan kota, data waktu angkutan kota menunggu penumpang, dan jarak antar pemberhentian angkutan kota.
3. Pencarian rute optimum dimodelkan dalam bentuk graf berbobot dimana tempat pemberhentian angkutan kota didefinisikan dengan titik pada graf, kemudian jarak antar tempat pemberhentian didefinisikan sebagai bobot sisi. Waktu operasi angkutan kota direpresentasikan sebagai kendala waktu. Waktu mulai dan waktu berakhir

direpresentasikan sebagai waktu pelayanan (waktu buka-tutup). Kecepatan rata-rata diasumsikan sama yaitu 40 km/jam. Titik awal dan titik akhir berada di terminal Hamid Rusdi.

4. Penghitungan rute optimum dari data yang diperoleh menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*.
5. Penghitungan selanjutnya dengan menggunakan alat bantu berupa aplikasi TSP-VRP [7]. Data yang di inputkan kedalam aplikasi yaitu data tempat pemberhentian angkutan kota (kode), jarak antar pemberhentian angkutan kota, waktu operasi dan layanan angkutan kota, dan kecepatan rata-rata diasumsikan sama yaitu 40 km/jam.
6. Menganalisis hasil penghitungan menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* yang diinterpretasikan kedalam aplikasi TSP-VRP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Travelling Salesman Problem (TSP) digunakan untuk menemukan rute terpendek pada salesman yang harus mengunjungi masing – masing kota tepat satu kali. *Travelling Salesman Problem with Time Windows* (TSPTW) yang merupakan varian dari TSP dimana salesman harus mengunjungi tiap tujuan dalam interval waktu (jendela waktu) [8]. *Cheapest Insertion Heuristic* merupakan salah satu algoritma yang ada di TSPTW. Algoritma CIH adalah algoritma *insertion* dimana pada setiap penambahan kota baru yang disisipkan ke dalam *subtour* mempunyai bobot penyisipan paling minimal.

Traveling Salesman Problem with Time Windows (TSPTW)

Traveling Salesman Problem with Time Windows (TSPTW), yaitu TSP dengan adanya tambahan kendala pada setiap titik yang dikunjungi berupa tambahan *time window*. Fungsi dan tujuan dari TSPTW yaitu menemukan siklus Hamilton dengan biaya minimum jika terdapat tambahan *time window*. Syarat cukupnya yaitu graf terhubung, tak berarah, dan graf komplit. TSPTW sebagai permasalahan untuk mencari biaya perjalanan (*tour*) minimal dari sekumpulan kota, dimana tiap kota hanya dikunjungi tepat satu kali. Agar *feasible*, maka *tour* harus berawal dan berakhir di suatu depot tertentu, dengan batas *time window* tertentu, dan tiap kota harus dikunjungi pada batas *time window* mereka masing-masing. Biaya dari TSPTW biasanya berhubungan dengan total jarak travel atau total waktunya [9]. Total waktu disini diperoleh dari waktu travel ditambah dengan waktu tunggu kemudian ditambah dengan waktu pelayanan [10].

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi pencarian rute dan waktu optimasi yaitu :

1. Banyaknya Kunjungan
Banyaknya lokasi yang dituju akan berpengaruh terhadap total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perjalanan. Semakin banyak lokasi yang dituju, maka semakin banyak pula waktu yang dibutuhkan.
2. Waktu Perjalanan
Lama waktu yang diburuhkan dari lokasi i ke lokasi j .
3. Waktu Tunggu
Waktu tunggu terjadi ketika lokasi yang dituju belum buka.
4. Waktu Pelayanan
Waktu yang dibutuhkan untuk melayani pelanggan.

Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* (CIH)

Kita perlu memperhitungkan jumlah biaya penyisipan yang mencerminkan jarak, baik panjang atau pendeknya jarak di jendela waktu. Oleh karena itu perlu dihitung biaya

penyisipan untuk masalah rute optimum dengan batasan jendela waktu [11]. Sebuah perjalanan TSPTW dengan algoritma CIH dimulai dari suatu simpul awal menuju semua simpul dan kembali ke simpul awal tanpa ada simpul yang dilalui lebih dari satu kali dengan memperhitungkan tambahan jarak yang minimum ketika satu simpul disisipkan ke dalam *partial tour* yang ada [12]. Bobot penyisipan diperoleh dari persamaan :

$$c_{i,k} + c_{k,j} - c_{i,j}$$

Keterangan:

$c_{i_0,k}$ = bobot sisi dari titik i_0 (titik awal) ke titik k (titik terdekat yang akan disisipkan).

$c_{i,k}$ = bobot sisi dari titik i (titik *tour*) ke titik k .

$c_{k,j}$ = bobot sisi dari titik k ke titik j (titik *tour*).

$c_{i,j}$ = bobot sisi dari titik i ke titik j .

Algoritma ini memberikan rute perjalanan yang berbeda, tergantung pada urutan penyisipan kota pada *subtour* [10].

Berikut langkah-langkah untuk menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* :

Langkah 1: Pilih sebarang titik i_0 sebagai titik awal

Langkah 2: Cari titik k dalam graf sehingga $c_{i_0,k}$ adalah minimum dan membentuk *tour* $i_0 - k - i_0$

Langkah 3: Langkah pemilihan, dari *tour* yang telah terbentuk cari titik k (tidak dalam *tour*) dan cari sisi (i, j) dalam *tour* dengan $c_{i,k} + c_{k,j} - c_{i,j}$ yang mempunyai nilai minimum. Sisipkan k diantara i dan j .

Langkah 4: Kembali lakukan langkah 3 sampai memperoleh siklus Hamilton.

Dalam memecahkan permasalahan TSPTW ini yaitu mencari rute optimum dari angkutan kota Malang jalur AMG, diperlukan beberapa data yang diperoleh dari hasil wawancara dan observasi di lapangan selama kegiatan penelitian, sebagai berikut :

No	Tempat Pemberhentian Angkutan Kota Jalur AMG	Kode
1.	Terminal Hamid Rusdi	0
2.	Jl. Gadang Bumiayu (Pasar Gadang)	1
3.	Jl. Kolonel Sugiono (Pertokoan Mergosono)	2
4.	Jl. Kebalen Wetan (Depan Ruko)	3
5.	Jl. Terusan Kesatrian (SMK Kartika)	4
6.	Jl. Hamid Rusdi (Pasar Bunulrejo)	5
7.	Jl. Koprul Usman (Pasar Besar)	6
8.	Jl. Pasar Besar (Depan Mandiri Syariah)	7
9.	Jl. Trunojoyo (Depan Stasiun Kota Malang)	8
10.	Jl. Dokter Cipto (Depan Gereja Bala Keselamatan)	9
11.	Jl. Tumenggung Suryo (Halte Tumenggung Suryo)	10
12.	Jl. Sunandar Priyo Sudarmo (Pertigaan Sulfat)	11
13.	Jl. Raden Panji Suroso	12
14.	Jl. Raden Intan (Pangkalan Ojek TASPEN)	13
15.	Terminal Arjosari	14

Kode	Waktu Operasi		Lama Angkutan Kota Berhenti (menit)
	Mulai	Selesai	
0	05.00	21.00	0
1	05.00	21.00	5
2	05.00	21.00	15
3	05.00	21.00	5
4	05.00	21.00	5
5	05.00	21.00	5
6	05.00	21.00	5
7	05.00	21.00	5
8	05.00	21.00	8
9	05.00	21.00	5
10	05.00	21.00	10
11	05.00	21.00	5
12	05.00	21.00	15
13	05.00	21.00	15
14	05.00	21.00	25

Tabel 2 Waktu Operasi pada Setiap Pemberhentian dan lama Angkutan kota

Tabel 1 Tempat Pemberhentian
Angkutan Kota

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	0	1,9	4	5	6,8	7,1	5,8	5,2	6,3	7,3	7,6	11	12	11,8	13
1	1,9	0	2,3	3,9	5,3	6,3	4,1	4	5,1	6,1	6,4	8,9	11	10,8	12
2	4	2,3	0	1,6	3	4	1,7	1,6	2,7	3,8	4	6,6	8,7	8,4	9,5
3	5	3,9	1,6	0	2	3	0,9	0,6	1,7	2,8	3	5,6	7,6	7,4	8,5
4	6,8	5,3	3	2	0	1	1,9	1,6	0,9	1,6	1,8	4,4	6,5	6,2	7,3
5	7,1	6,3	4	3	1	0	2,9	2,6	2	1,4	1,2	3,8	5,9	5,6	6,7
6	5,8	4,1	1,7	0,9	1,9	2,9	0	0,3	1,5	2,5	2,7	5,3	7,4	7,1	8,2
7	5,2	4	1,6	0,6	1,6	2,6	0,3	0	1,1	2,2	2,4	5	7	6,8	7,9
8	6,3	5,1	2,7	1,7	0,9	2	1,5	1,1	0	1,1	1,5	4,1	6,2	5,9	7
9	7,3	6,1	3,8	2,8	1,6	1,4	2,5	2,2	1,1	0	0,4	3	5,1	4,8	5,9
10	7,6	6,4	4	3	1,8	1,2	2,7	2,4	1,5	0,4	0	2,6	4,6	4,4	5,5
11	11	8,9	6,6	5,6	4,4	3,8	5,3	5	4,1	2	2,6	0	2,1	1,8	2,9
12	12	11	8,7	7,6	6,5	5,9	7,4	7	6,2	5,1	4,6	2,1	0	0,9	2
13	11,8	10,8	8,4	7,4	6,2	5,6	7,1	6,8	5,9	4,8	4,4	1,8	0,9	0	1,1
14	13	12	9,5	8,5	7,3	6,7	8,2	7,9	7	5,9	5,5	2,9	2	1,1	0

Tabel 3 Jarak Antar Pemberhentian Angkutan Kota

Penyelesaian Menggunakan Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*

Menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Iterasi awal

1. Pilih titik awal $i_0 = 0$

2. Cari titik k

$$\begin{aligned}
 c_{i,k} &= \min (c_{0,1}; c_{0,2}; c_{0,3}; c_{0,4}; c_{0,5}; c_{0,6}; c_{0,7}; c_{0,8}; c_{0,9}; c_{0,10}; c_{0,11}; \\
 &\quad c_{0,12}; c_{0,13}; c_{0,14}) \\
 &= \min (1,9, 4, 5, 6,8, 7,1, 5,8, 5,2, 6,3, 7,3, 7,6, 11, 12, 11,8, 13) \\
 &= 1,9
 \end{aligned}$$

Diperoleh himpunan $S^* = \{0,1\}$

Sehingga terbentuk tour 0-1-0

*Himpunan S diatas merupakan himpunan urutan kode rute yang digunakan untuk memudahkan dalam penentuan titik mana yang sudah dan belum termasuk menjadi bagian rute optimum

Iterasi dilanjutkan sampai menemukan rute optimum dari jalur angkutan kota AMG.

Iterasi dilakukan hingga iterasi 13. Dari proses iterasi diperoleh rute optimum:

0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0

Perhitungan waktu

Guna mengetahui waktu tempuh angkutan kota ketika sedang beroperasi, dengan rute optimum yang telah diketahui, maka estimasi waktu optimum untuk angkutan kota Malang jalur AMG, dapat dihitung sebagai berikut :

0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0

- Dari titik 0-3

$$t = \frac{s}{v} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{ jam} \approx 7.5 \text{ menit} \approx 8 \text{ menit}$$

Perjalanan angkutan kota dari titik 0 tiba di titik 3 pukul 05.08 WIB

Maka waktu yang dibutuhkan pada titik 2 adalah

$$t_{\text{perjalanan}} + t_{\text{tunggu}} + t_{\text{pelayanan}} = 8 + 0 + 5 = 13$$

Sehingga perjalanan dilanjutkan pada pukul 05.13 WIB

- Dari titik 3-9

$$t = \frac{s}{v} = \frac{2.8}{40} = 0,07 \text{ jam} \approx 4,2 \text{ menit} \approx 4 \text{ menit}$$

Perjalanan angkutan kota dari titik 3 tiba di titik 9 pukul 05.17 WIB

Maka waktu yang dibutuhkan pada titik 9 adalah

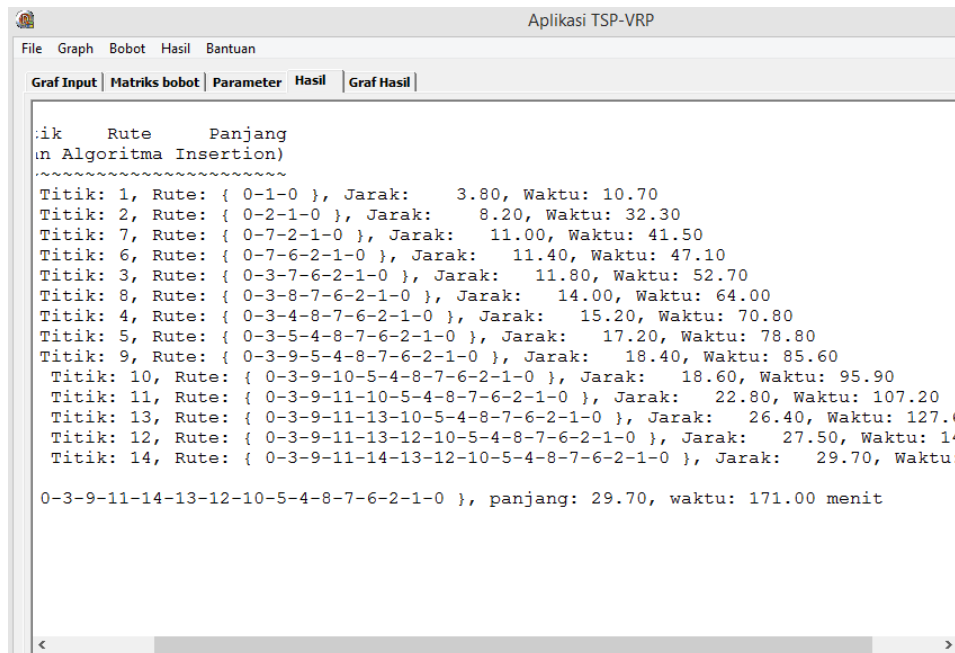
$$t_{\text{perjalanan}} + t_{\text{tunggu}} + t_{\text{pelayanan}} = 4 + 0 + 5 = 9$$

Sehingga perjalanan dilanjutkan pada pukul 05.22 WIB

Penghitungan berlanjut sampai titik 1-0 dan diperoleh kesimpulan bahwa rute optimal yang dihasilkan yaitu 0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0 dengan total jarak 29.70 dan waktu 165 menit.

Penyelesaian Menggunakan Aplikasi TSP-VRP

Penghitungan rute optimum dengan menggunakan alat bantu TSP-VRP [7]. Dengan menginputkan data kedalam aplikasi yaitu data tempat pemberhentian angkutan kota (kode), jarak antar pemberhentian angkutan kota, waktu operasi dan layanan angkutan kota, dan kecepatan rata-rata diasumsikan sama yaitu 40 km/jam. Diperoleh hasil sebagai berikut :



```

Titik      Rute      Panjang
(un Algoritma Insertion)
~~~~~
Titik: 1, Rute: { 0-1-0 }, Jarak: 3.80, Waktu: 10.70
Titik: 2, Rute: { 0-2-1-0 }, Jarak: 8.20, Waktu: 32.30
Titik: 7, Rute: { 0-7-2-1-0 }, Jarak: 11.00, Waktu: 41.50
Titik: 6, Rute: { 0-7-6-2-1-0 }, Jarak: 11.40, Waktu: 47.10
Titik: 3, Rute: { 0-3-7-6-2-1-0 }, Jarak: 11.80, Waktu: 52.70
Titik: 8, Rute: { 0-3-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 14.00, Waktu: 64.00
Titik: 4, Rute: { 0-3-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 15.20, Waktu: 70.80
Titik: 5, Rute: { 0-3-5-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 17.20, Waktu: 78.80
Titik: 9, Rute: { 0-3-9-5-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 18.40, Waktu: 85.60
Titik: 10, Rute: { 0-3-9-10-5-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 18.60, Waktu: 95.90
Titik: 11, Rute: { 0-3-9-11-10-5-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 22.80, Waktu: 107.20
Titik: 13, Rute: { 0-3-9-11-13-10-5-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 26.40, Waktu: 127.60
Titik: 12, Rute: { 0-3-9-11-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 27.50, Waktu: 141.50
Titik: 14, Rute: { 0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0 }, Jarak: 29.70, Waktu: 165.00

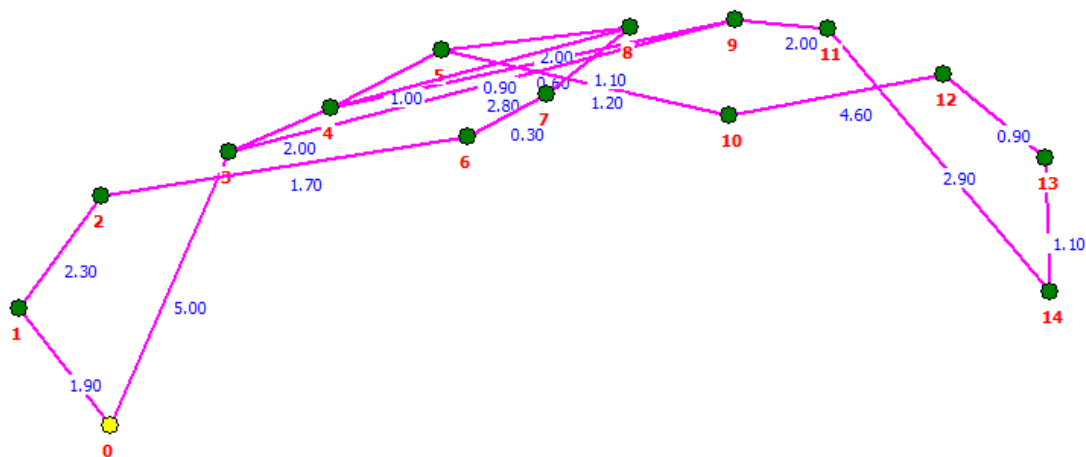
0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0 }, panjang: 29.70, waktu: 171.00 menit
  
```

Gambar 1 Tampilan Hasil

Iterasi	Titik yang disisipkan	Sisi yang disisipkan	Rute yang dihasilkan
Awal	1	0-0	0-1-0
1	2	0-1	0-2-1-0

2	3	0-2	0-3-2-1-0
3	7	3-2	0-3-7-2-1-0
4	6	7-2	0-3-7-6-2-1-0
5	8	3-7	0-3-8-7-6-2-1-0
6	4	3-8	0-3-4-8-7-6-2-1-0
7	5	3-4	0-3-5-4-8-7-6-2-1-0
8	9	3-5	0-3-9-5-4-8-7-6-2-1-0
9	10	9-5	0-3-9-10-5-4-8-7-6-2-1-0
10	11	9-10	0-3-9-11-10-5-4-8-7-6-2-1-0
11	13	11-10	0-3-9-11-13-10-5-4-8-7-6-2-1-0
12	12	13-10	0-3-9-11-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0
13	14	11-13	0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0

Tabel 4 Iterasi Penghitungan menggunakan algoritma CIH



Gambar 2 Tampilan Hasil Graf

Analisis Hasil

Setelah dilakukan penghitungan menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan alat bantu TSP-VRP. Diperoleh hasil sebagai berikut

- Algoritma *Cheapest Insertion Heuristic*

Rute yang dihasilkan yaitu 0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0. Rute ini dimulai dari Terminal Hamid Rusdi → Jl. Kebalen Wetan → Jl. Dokter Cipto → Jl. Sunandar Priyo Sudarmo → Terminal Arjosari → Jl. Raden Intan → Jl. Raden Panji Suroso → Jl. Tumenggung Suryo → Jl. Hamid Rusdi → Jl. Terusan Kesatrian → Jl. Trunojoyo → Jl. Pasar Besar → Jl. Kopral Usman → Jl. Kolonel Sugiono → Terminal Hamid Rusdi. Diperoleh jarak total 29.70 KM dan estimasi waktu 165 menit.

- Alat Bantu TSP-VRP

Rute optimum yang diperoleh yaitu 0-3-9-11-14-13-12-10-5-4-8-7-6-2-1-0. Rute ini dimulai dari Terminal Hamid Rusdi → Jl. Kebalen Wetan → Jl. Dokter Cipto → Jl. Sunandar Priyo Sudarmo → Terminal Arjosari → Jl. Raden Intan → Jl. Raden Panji

Suroso → Jl. Tumenggung Suryo → Jl. Hamid Rusdi → Jl. Terusan Kesatrian → Jl. Trunojoyo → Jl. Pasar Besar → Jl. Kopral Usman → Jl. Kolonel Sugiono → Terminal Hamid Rusdi. Diperoleh jarak total 29.70 KM dan estimasi waktu 171 menit.

Berdasarkan hasil dari mencari rute optimum angkutan kota dengan dimodelkan dalam bentuk graf berbobot dapat diketahui bahwa dalam teori graf sebagai permasalahan dapat dimodelkan dengan lebih sederhana sehingga masalah dapat terselesaikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan untuk mencari rute optimum angkutan kota Malang jalur AMG dapat diperoleh kesimpulan dan saran sebagai berikut.

Kesimpulan

Dari hasil penghitungan pada permasalahan TSPTW yaitu mencari rute optimum dari angkutan kota Malang jalur AMG. Jarak yang dihasilkan pada penghitungan menggunakan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan alat bantu aplikasi TSP-VRP sama, yaitu 29.70 KM. Estimasi waktu yang dihasilkan dari penghitungan manual memiliki selisih waktu 6 menit lebih cepat dari estimasi waktu hasil dari alat bantu TSP-VRP. Sehingga rute yang dihasilkan dari penghitungan algoritma *Cheapest Insertion Heuristic* lebih optimum dari rute yang digunakan saat ini.

Saran

Berdasarkan uraian penyelesaian permasalahan pencarian rute optimum dari angkutan kota Malang jalur AMG, untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan alat bantu yang lebih optimal yang bisa di simpan sehingga bisa dibuka atau dipelajari sewaktu – waktu. Penelitian ini bisa menjadi bahan referensi untuk kepentingan pembelajaran atau untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] T. Ma, H. Wang, L. Zhang, Y. Tian, and N. Al-Nabhan, “Graph classification based on structural features of significant nodes and spatial convolutional neural networks,” *Neurocomputing*, vol. 423, pp. 639–650, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.neucom.2020.10.060.
- [2] Y. Wang and Z. Han, “Ant colony optimization for traveling salesman problem based on parameters optimization,” *Appl. Soft Comput.*, vol. 107, p. 107439, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.asoc.2021.107439.
- [3] N. Boland, M. Hewitt, D. M. Vu, and M. Savelsbergh, “Solving the Traveling Salesman Problem with Time Windows Through Dynamically Generated Time-Expanded Networks,” in *Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming*, vol. 10335, D. Salvagnin and M. Lombardi, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 254–262. doi: 10.1007/978-3-319-59776-8_21.
- [4] R. F. da Silva and S. Urrutia, “A General VNS heuristic for the traveling salesman problem with time windows,” *Discrete Optim.*, vol. 7, no. 4, pp. 203–211, Nov. 2010, doi: 10.1016/j.disopt.2010.04.002.
- [5] R. Hassin and A. Keinan, “Greedy heuristics with regret, with application to the cheapest insertion algorithm for the TSP,” *Oper. Res. Lett.*, vol. 36, no. 2, pp. 243–246, Mar. 2008, doi: 10.1016/j.orl.2007.05.001.
- [6] I. Mulyasari, “Optimasi Rute Distribusi Barang Pos Dari Kantor Pos Blitar ke KCP Wilayah Barat Menggunakan Metode traveling salesman problem with time windows (TSP-TW).” 2018.

- [7] S. Wahyuningsih, D. Satyananda, and D. Hasanah, “KAJIAN KARAKTERISTIK SOLUSI VARIAN TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP) DAN APLIKASINYA,” no. 978, p. 9, 2015.
- [8] I. Kara and T. Derya, “Formulations for Minimizing Tour Duration of the Traveling Salesman Problem with Time Windows,” *Procedia Econ. Finance*, vol. 26, pp. 1026–1034, 2015, doi: 10.1016/S2212-5671(15)00926-0.
- [9] A. Bretin, G. Desaulniers, and L.-M. Rousseau, “The traveling salesman problem with time windows in postal services,” *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 72, no. 2, pp. 383–397, Feb. 2021, doi: 10.1080/01605682.2019.1678403.
- [10] L. V. Hignasari and E. D. Mahira, “OPTIMIZATION OF GOODS DISTRIBUTION ROUTE ASSISTED BY GOOGLE MAP WITH CHEAPEST INSERTION HEURISTIC ALGORITHM (CIH),” *SINERGI*, vol. 22, no. 2, p. 132, Jun. 2018, doi: 10.22441/sinergi.2018.2.010.
- [11] Q. Lu and M. M. Dessouky, “A new insertion-based construction heuristic for solving the pickup and delivery problem with time windows,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 175, no. 2, pp. 672–687, Dec. 2006, doi: 10.1016/j.ejor.2005.05.012.
- [12] L. V. Hignasari, “Komparasi Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH) Dan Greedy Dalam Optimasi Rute Pendistribusian Barang,” *J. Ilm. Vastuwidya*, vol. 2, no. 2, pp. 31–39, Jun. 2020, doi: 10.47532/jiv.v2i2.87.

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *GUIDED DISCOVERY LEARNING* UNTUK MEMAHAMKAN KONSEP PESERTA DIDIK PADA MATERI PRISMA

Pramudia Aristaningrum^{1, a)}, Latifah Mustofa Lestyanto^{2, b)}, Rini Nur Hakiki³⁾

^{1,2,3)}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

^{a)}pramudia.aristaningrum.1703116@students.um.ac.id

^{b)}latifah.mustofa.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Guided Discovery Learning (GDL) untuk memahami konsep peserta didik pada materi prisma kelas VIII yang valid, praktis, dan efektif. Prosedur pengembangan yang digunakan yaitu model pengembangan Plomp, terdiri dari tiga tahap yaitu penelitian awal (preliminary research), pengembangan (development or prototyping phase), dan tahap penilaian (assessment phase). Uji coba dilakukan pada 18 siswa kelas VIII/L MTsN 1 Kota Malang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan ini valid, praktis, dan efektif. Berdasarkan hasil uji validasi diperoleh nilai rata-rata RPP dengan skor $V_a = 3,9$; validasi LKPD dengan skor $V_a = 3,8$; dan validasi soal tes dengan skor $V_a = 3,9$. Produk dikatakan valid ditinjau dari segi materi, konsep, dan konstruk tidak ada kesalahan konsepsi. Berdasarkan hasil uji kepraktisan dari pengisian angket respon guru diperoleh skor $P_a = 3,8$ dan pengisian angket respon siswa dengan skor $P_a = 3,14$. Produk dikatakan praktis ditinjau dari segi penggunaan yang mudah digunakan oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil uji keefektifan, diperoleh bahwa 88,8% peserta didik yang menggunakan LKPD telah mencapai nilai minimal kriteria ketuntasan minimum (KKM) yang telah ditetapkan. Oleh karena itu LKPD dikatakan efektif dalam memahami konsep peserta didik pada materi prisma.

Kata kunci: Pengembangan, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), Guided Discovery Learning, Pemahaman Konsep, Prisma.

PENDAHULUAN

Salah satu mata pelajaran yang perlu diberikan sejak sekolah dasar yaitu matematika. Matematika merupakan ilmu universal yang berguna untuk kehidupan manusia serta dapat membekali peserta didik untuk memiliki kemampuan berpikir kritis, logis, sistematis, analitis, inovatif, kreatif, dan kemampuan untuk bekerjasama. Salah satu tujuan pembelajaran matematika yaitu diharapkan peserta didik dapat memahami konsep matematika [1]. Berdasarkan tujuan tersebut terdapat indikator ketercapaian pemahaman konsep diantaranya: 1) menyatakan ulang konsep yang telah dipelajari, 2) mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan pemenuhan persyaratan yang membentuk konsep tersebut, 3) mengidentifikasi suatu konsep, 4) menerapkan konsep secara logis, 5) memberikan contoh atau bukan contoh dari konsep yang dipelajari, 6) menyajikan konsep dalam berbagai macam bentuk representasi matematis, 7) mengaitkan berbagai konsep dalam matematika maupun di luar matematika. Oleh karena itu, pemahaman

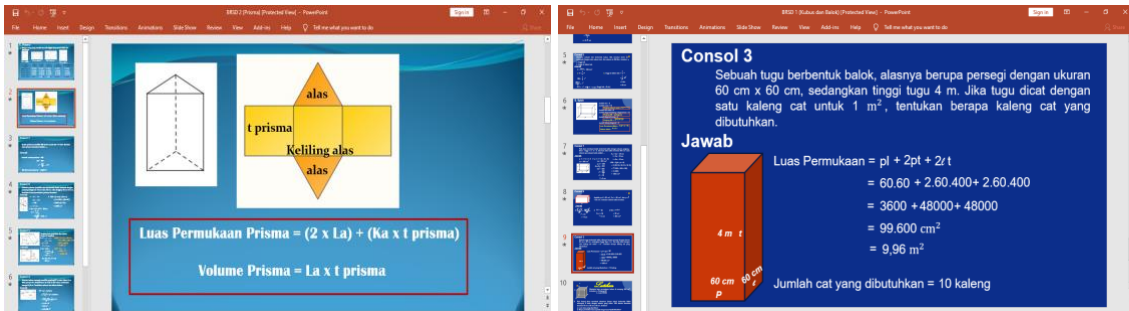
konsep merupakan salah satu kompetensi yang diharapkan dapat dimiliki setiap peserta didik saat pembelajaran matematika.

Pada kenyataannya, hasil belajar matematika termasuk kemampuan pemahaman konsep peserta didik masih rendah. Hal tersebut dapat dilihat melalui beberapa data hasil survei Internasional terhadap kemampuan pelajar pada mata pelajaran matematika. Dalam survei Trends International Mathematics and Science Study (TIMSS) tahun 2015, rata-rata hasil belajar matematika peserta didik di Indonesia hanya 397 dari skor rata-rata [2]. Disisi lain hasil survei Programme for International Student Assessment (PISA) pada tahun 2018 juga menunjukkan lemahnya kemampuan matematis, skor rata-rata matematika meraih 379 dengan skor rata-rata 487 [3]. Kedua survei tersebut menunjukkan bahwa kemampuan pengetahuan dan keterampilan pada mata pelajaran matematika masih rendah dan dibawah rata-rata, baik dari segi literasi, matematika, dan penerapan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Meskipun peringkat-peringkat tersebut tidak bisa dijadikan tolak ukur yang pasti, namun dengan adanya data tersebut dapat dijadikan bahan evaluasi serta memotivasi pendidik dan semua pihak dalam dunia pendidikan agar lebih meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik.

Rintangan pembelajaran saat ini bukan hanya pada cara memahami konsep peserta didik saja tetapi juga adanya pembelajaran daring/ jarak jauh akibat virus COVID-19. Rintangan yang dihadapi bisa dari berbagai faktor seperti model pembelajaran dan perangkat pembelajaran yang perlu diterapkan pada peserta didik agar mencapai tujuan pembelajaran. Sekolah yang juga menerapkan pembelajaran daring adalah MTs Negeri 1 Kota Malang. Berdasarkan hasil observasi disekolah tersebut pada bulan Maret 2021, diperoleh bahwa kegiatan pembelajaran daring yang dilakukan di MTsN 1 Kota Malang pada mata pelajaran matematika yaitu pendidik melakukan zoom meeting selama kurang lebih 30 menit. Pendidik menjelaskan pokok materi yang dipelajari dengan memberikan contoh-contoh soal, kemudian setelah peserta didik memperhatikan penjelasan materi yang diberikan selanjutnya peserta didik diberikan latihan soal melalui e-learning/ Whatsapp Grup. Salah satu kendala yang dihadapi selama pembelajaran daring ini yaitu kurang aktifnya respon peserta didik saat dilakukan tanya jawab. Kemudian berdasarkan hasil wawancara dengan guru kelas VIII, masalah yang dihadapi peserta didik dalam materi bangun ruang sisi datar yaitu miskonsepsi pada perhitungan volume/luas permukaan (jika panjang sisinya berbentuk aljabar), dan kurangnya pemahaman peserta didik untuk memecahkan masalah kontekstual jika diberikan soal yang 'berbeda' dari contoh, berbeda yang dimaksudkan dalam hal yang diketahui dan hal yang perlu dicari terlebih dahulu.

Terdapat faktor yang mempengaruhi masalah diatas, salah satunya terkait dengan bahan ajar. Bahan ajar merupakan salah satu komponen Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang memegang peranan cukup penting [4]. Menurut wawancara dengan guru kelas, dalam pembelajaran matematika kelas 8 sudah tidak diwajibkan menggunakan bahan ajar berupa Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM) semenjak adanya pandemi. Selama pandemi, guru menyampaikan materi menggunakan bahan ajar Power Point yang dipresentasikan kepada peserta didik melalui zoom meeting. Bahan ajar yang digunakan cenderung membuat siswa pasif dalam pembelajaran dikarenakan siswa hanya memperhatikan tampilan materi yang telah disajikan tanpa melakukan suatu kegiatan. Pada tampilan Power Point juga kurang adanya animasi bergerak dari bangun ruang prisma. Gambar 1 merupakan contoh tampilan Power Point yang dipresentasikan oleh guru kepada peserta didik terkait dengan materi prisma. Dapat dilihat melalui

tampilan tersebut, guru langsung menyajikan rumus untuk mencari luas permukaan dan volume prisma serta memberikan contoh penyelesaian masalah kontekstual.



Gambar 1. Slide power point yang digunakan guru kelas

Berdasarkan Gambar 1, guru belum membuat siswa untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran sehingga peserta didik hanya menerima rumus yang diberikan. Guru juga belum mengajak siswa untuk menemukan konsep/ rumus terkait dengan materi bangun ruang prisma dan belum mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik. Oleh karena itu, untuk mengatasi beberapa masalah yang ditemukan perlu dikembangkan bahan ajar yang dapat membuat peserta didik untuk menemukan konsep, salah satunya bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD merupakan perangkat pembelajaran sebagai sarana pendukung RPP yang dapat digunakan pendidik untuk membantu proses pembelajaran [18]. Sedangkan menurut Ekantini [5], LKPD merupakan lembaran berisi tugas dimana peserta didik diminta untuk mengerjakan kegiatan yang sudah disusun sedemikian rupa sehingga diharapkan peserta didik dapat mengerjakan secara mandiri pada topik tertentu. Kirschner dan Clark [6] menyatakan bahwa LKPD (worksheet) dapat membimbing peserta didik secara sistematis untuk menemukan konsep dan kompetensi yang diinginkan oleh pendidik. Dalam penelitian ini, LKPD merupakan bahan ajar berupa lembaran berisi tugas yang dikerjakan secara mandiri untuk membantu peserta didik menemukan konsep. LKPD disusun dengan mengacu pada indikator yang akan dicapai, sehingga pendidik juga perlu menyesuaikan dengan situasi dan kondisi pembelajaran yang akan dilaksanakan [7].

LKPD dapat menjadi bahan ajar yang efektif dengan pemilihan model pembelajaran yang sesuai. Dalam teori Bruner [8] menyatakan bahwa belajar matematika akan lebih berhasil jika proses pembelajaran diarahkan pada pemahaman konsep pokok materi yang diajarkan. Dalam meningkatkan pemahaman konsep di kelas membutuhkan model pembelajaran yang tepat. Guided Discovery Learning (GDL) merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam mengembangkan kemampuan faktual dan konseptual pada peserta didik [9]. Trowbridge (dalam Priansa) [19] menyatakan bahwa penemuan terbimbing (Guided discovery learning) merupakan pendekatan berbasis inkuiri yang menekankan cara mencari untuk menemukan konsep, dimana peserta didik diberikan suatu masalah untuk diselesaikan lalu pendidik memberikan bimbingan/ arahan dalam mencari solusi, membuat generalisasi serta simpulan. Proses memberikan bimbingan pada Guided Discovery Learning tersebut perlu dilakukan secara runtut dan terorganisir, sehingga dalam persiapan pembelajaran perlu dikembangkan suatu lembar kerja peserta didik yang sesuai dengan sintaks GDL. Senada dengan hal tersebut, penemuan terbimbing biasanya dilakukan berkaitan dengan bahan ajar yang telah dikembangkan dalam pembelajaran, pendidik menyatakan persoalan kemudian memberikan arahan peserta didik untuk menemukan penyelesaian dengan menggunakan lembar kerja [1]. Adapun tahap-tahap Guided Discovery Learning terdiri dari stimulus,

pernyataan masalah, pengumpulan data, pemrosesan data, verifikasi, generalisasi [19].

Berkaitan dengan GDL, terdapat beberapa penelitian salah satunya adalah Yuliani [10] yang melakukan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis Guided Discovery Learning pada materi lingkaran, sehingga dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan Yuliani belum dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh dikarenakan perangkat pembelajaran yang disusun juga menyesuaikan dengan masalah dan karakteristik peserta didik. Selanjutnya penelitian Dewi [11], menunjukkan kemampuan pemahaman konsep peserta didik dengan model Guided Discovery Learning berbantuan LKS interaktif pada materi himpunan, lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan pembelajaran konvensional. Penelitian Dewi berfokus pada penerapan model GDL dengan membandingkan hasil tes kelas eksperimen dan kelas kontrol, sedangkan LKS interaktif yang digunakan belum dikaji lebih dalam. Oleh karena itu belum ada pengembangan LKPD berbasis Guided Discovery Learning yang berisikan link video pembelajaran terkait dengan visualisasi bangun ruang pada aplikasi geogebra. Terdapat perbedaan dari penelitian yang sudah ada yaitu pada materi dan aplikasi yang digunakan, LKPD yang dikembangkan dapat digunakan secara daring maupun luring, LKPD yang dikembangkan dapat menuntun/mengarahkan siswa untuk menemukan konsep. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Guided Discovery Learning (GDL) untuk memahami konsep peserta didik pada materi prisma kelas VIII yang valid, praktis, dan efektif.

METODE

Penelitian dilaksanakan di MTs Negeri 1 Kota Malang pada bulan Maret sampai April 2021. Adapun subjek dalam uji coba produk adalah peserta didik kelas VIII/L MTsN 1 Kota Malang tahun ajaran 2020/2021 yang terdiri dari 18 peserta didik. Jenis penelitian ini yaitu penelitian pengembangan untuk menghasilkan produk berupa LKPD. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan LKPD yang valid, praktis, dan efektif [12]. Model pengembangan yang digunakan mengikuti model Plomp, dimana terdapat tiga tahap yaitu penelitian awal (preliminary research), pengembangan (development or prototyping phase), tahap penilaian (assessment phase) [12].

Pada tahap penelitian awal (preliminary research), langkah yang dilakukan meliputi a) identifikasi dan analisis masalah, kegiatan difokuskan untuk mengidentifikasi potensi masalah yang terjadi melalui wawancara guru kelas dan observasi; b) pengkajian literatur/teori, potensi masalah akan dikaji dengan literatur yang terkait; c) membatasi masalah, pengembangan LKPD hanya terbatas pada KD 3.9 dan 4.9 materi luas permukaan dan volume bangun ruang prisma. Tahap selanjutnya yaitu pengembangan (development or prototyping phase), langkah yang dilakukan meliputi a) perancangan produk, perancangan difokuskan pada LKPD tetapi guru juga membutuhkan rencana pembelajaran. Sehingga produk yang dikembangkan berupa RPP, LKS, soal tes, dan instrumen guna mengumpulkan data; b) proses validasi, produk yang sudah dikembangkan divalidasi oleh ahli yaitu guru Matematika MTsN 1 Malang dan dosen Matematika Universitas Negeri Malang guna mengetahui layak atau tidaknya LKPD yang telah dikembangkan; c) revisi produk, jika terdapat saran dan masukan dari pemeriksa ahli terkait pengembangan produk. Tahap terakhir yaitu penilaian (assessment phase), langkah yang dilakukan yaitu uji coba produk final yang telah divalidasi dan direvisi, serta diberikan soal tes untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan produk.

Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data yaitu lembar validasi ahli (RPP

dan LKPD), lembar angket respon peserta didik dan guru, lembar wawancara, dan soal tes. Jenis data yang diperoleh terdiri dari data kuantitatif dan kualitatif. Analisis data uji validasi terdiri dari hasil validasi RPP, LKPD, soal tes, angket respon peserta didik, lembar wawancara guru. Analisis data uji kepraktisan terdiri dari hasil angket respon peserta didik dan guru serta hasil lembar wawancara guru. Analisis data uji keefektifan diperoleh dari nilai rata-rata LKPD dan tes.

Teknik analisis data yang dilakukan dalam uji validasi adalah a) menghitung nilai rata-rata setiap indikator oleh validator (I_i) menggunakan persamaan (1), b) menghitung hasil rata-rata kevalidan dari kedua validator (V_a) menggunakan persamaan (2), c) menentukan kesimpulan hasil kevalidan produk.

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji}}{n} \quad (1)$$

$$V_a = \frac{\sum_{i=1}^m I_i}{m} \quad (2)$$

Dengan $\sum_{j=1}^n V_{ji}$ merupakan jumlah skor validator ke-j untuk indikator ke-i, n merupakan banyaknya validator dan $\sum_{i=1}^m I_i$ merupakan jumlah rata-rata hasil validasi pada indikator ke-i, m merupakan banyaknya indikator. Kriteria kevalidan yang digunakan pada produk yang dikembangkan ditunjukkan sebagai berikut ini:

Tabel 1. Kriteria Kevalidan

Skor	Kriteria Validitas	Keterangan
$V_a = 4$	Sangat Valid	Tidak perlu revisi
$4 > V_a \geq 3$	Valid	Perlu sedikit revisi
$3 > V_a \geq 2$	Kurang Valid	Perlu revisi besar
$2 > V_a \geq 1$	Tidak Valid	Revisi total

Berdasarkan Tabel 1, jika $V_a \geq 3$ maka produk dikatakan valid dan layak digunakan. Teknik analisis data yang dilakukan dalam uji kepraktisan adalah a) menghitung nilai rata-rata setiap indikator oleh peserta didik dan guru, b) menghitung hasil rata-rata kepraktisan (P_a), c) menentukan kesimpulan hasil kepraktisan produk. Adapun kriteria kepraktisan yang digunakan pada produk yang dikembangkan ditunjukkan sebagai berikut ini:

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

Skor	Kriteria Respon	Keterangan
$P_a \geq 3$	Positif	Praktis
$P_a < 3$	Negatif	Kurang Praktis

Berdasarkan Tabel 2, jika $P_a \geq 3$ maka produk dikatakan praktis dan layak digunakan. Teknis analisis data yang dilakukan dalam uji keefektifan adalah a) menghitung nilai rata-rata peserta didik menggunakan persamaan (3), dengan L merupakan nilai rata-rata semua LKPD dan T merupakan nilai tes evaluasi, b) menentukan persentase peserta didik yang memperoleh nilai rata-rata minimal KKM menggunakan persamaan (4), dengan a merupakan banyak peserta didik yang memperoleh nilai rata-rata minimal KKM dan p merupakan banyak peserta didik.

$$N_a = 30\%L + 70\%T \quad (3)$$

$$E = \frac{a}{p} \times 100\% \quad (4)$$

Peserta didik dikatakan tuntas dalam pembelajaran jika nilainya mencapai minimal KKM yaitu 80. Jika minimal 80% peserta didik memperoleh nilai minimal KKM, maka

LKPD dikatakan efektif dalam memahamkan konsep peserta didik pada proses pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Penelitian Awal (Preliminary Research)

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah, analisis kebutuhan, pengkajian literatur yang terkait dengan potensi masalah, dan pembatasan masalah. Identifikasi dan analisis masalah diperoleh melalui observasi kegiatan pembelajaran serta wawancara guru kelas. Melalui hasil observasi dan wawancara guru, potensi masalah yang ditemukan yaitu miskonsepsi peserta didik pada perhitungan volume/luas permukaan bangun ruang prisma (jika panjang sisinya berbentuk aljabar), kurangnya pemahaman peserta didik dalam menentukan penyelesaian masalah kontekstual yang diberikan, dan bahan ajar yang digunakan berupa presentasi PowerPoint oleh guru melalui zoom meeting. Oleh karena itu, pada proses pembelajaran perlu didukung dengan LKPD yang dapat memahamkan konsep peserta didik pada materi bangun ruang sisi datar. Pembatasan masalah dilakukan karena keterbatasan waktu maka materi LKPD yang akan dikembangkan berfokus pada luas permukaan dan volume bangun prisma saja dan menggunakan model Guided Discovery Learning.

Tahap Pengembangan (Development or Prototyping Phase)

Pada tahap ini dilakukan perancangan pengembangan produk yang akan diuji coba. Pengembangan produk difokuskan pada LKPD, tetapi guru juga memerlukan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). Sehingga produk yang dikembangkan berupa RPP, LKPD, soal tes, dan instrumen pengumpulan data. RPP yang dikembangkan menggunakan format satu lembar. Komponen inti RPP meliputi tujuan pembelajaran, langkah pembelajaran (kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup), penilaian pembelajaran [13]. Langkah pengembangan LKPD dimodifikasi dari Depdiknas dan Devi [14]. Pertama, memilih materi bangun ruang sisi datar (kubus, balok, dan prisma), serta KD 4.9 yaitu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan luas permukaan dan volume bangun ruang sisi datar (kubus, balok, dan prisma) serta gabungannya. Indikator ketercapaian yang dibuat adalah a) peserta didik mampu menemukan konsep luas permukaan dan volume bangun ruang sisi datar (kubus, balok, dan prisma), b) peserta didik mampu menentukan rumus luas permukaan dan volume bangun ruang sisi datar (kubus, balok, dan prisma), c) peserta didik mampu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan luas permukaan dan volume bangun ruang (kubus, balok, dan prisma). Kedua, berdasarkan hasil pada tahap penelitian awal (preliminary phase) maka LKPD yang dikembangkan menggunakan model Guided Discovery Learning. Dengan mengimplementasikan model GDL merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan pemahaman konsep, dikarenakan peserta didik dapat menemukan konsep dan prinsip melalui proses pengamatan, membuat dugaan, menjelaskan, dan menarik kesimpulan [15]. Sejalan dengan hal tersebut, Yuliani [10] menyatakan bahwa GDL bukan model pembelajaran yang dilakukan untuk menemukan sesuatu yang baru, namun peserta didik diharapkan dapat mencoba untuk menemukan konsep, rumus, dan sejenisnya dengan bimbingan guru melalui pertanyaan, peragaan atau media lainnya. Selanjutnya, LKPD terdiri dari dua kegiatan, sintaks yang digunakan pada masing-masing LKPD yaitu stimulus, pernyataan masalah, pengumpulan data, pemrosesan data, verifikasi, generalisasi [9]. Masing-masing LKPD juga dilengkapi dengan link video pembelajaran sebagai visualisasi bangun ruang melalui geogebra. Video tersebut diharapkan dapat membantu pemahaman siswa terkait bangun ruang. Sejalan dengan hal tersebut, hasil penelitian Nurdin [16] menyatakan bahwa Video pembelajaran berupa visualisasi pada

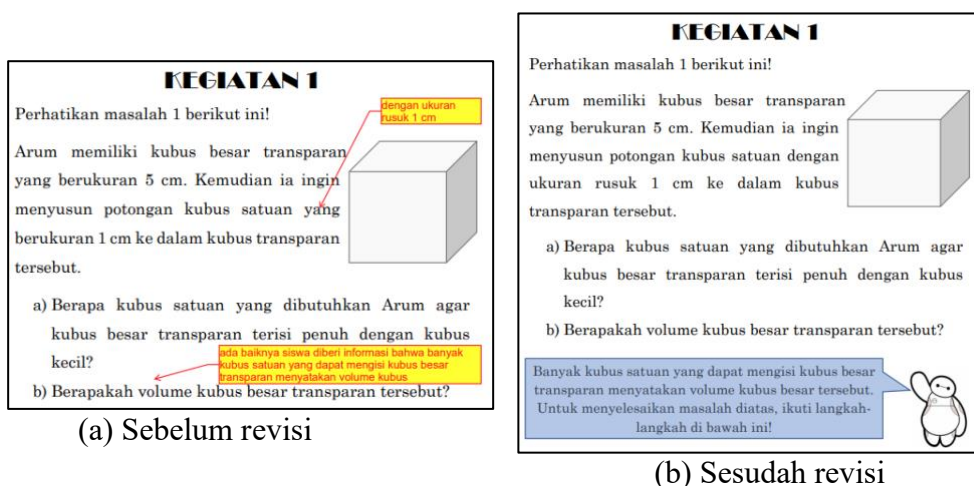
Geogebra efektif dan berpengaruh positif dalam peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik.

Setelah dilakukan perancangan pengembangan produk, langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu validasi produk sebelum dilakukan uji coba. Validasi produk dilakukan untuk mengetahui kevalidan produk serta layak atau tidaknya saat digunakan dalam penelitian. Uji validasi produk dilakukan oleh dua validator yaitu Dosen Jurusan Matematika Universitas Negeri Malang dan guru Matematika MTsN 1 Malang. Data yang didapatkan berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif didapatkan dari skor penilaian lembar validasi, sedangkan data kualitatif didapatkan dari saran/ komentar validator terhadap pengembangan produk. Tabel 3 merupakan rangkuman data hasil uji validasi oleh dua validator.

Tabel 3. Data Hasil Uji Validasi

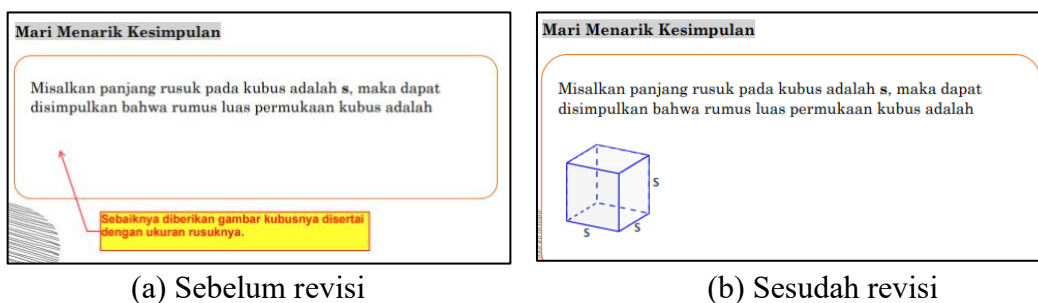
No	Analisis Data	Rata-rata Skor	Keterangan
1	Hasil uji validasi RPP	3,9	Valid
2	Hasil uji validasi LKPD	3,8	Valid
3	Hasil uji validasi soal tes	3,9	Valid
4	Hasil uji validasi angket respon siswa	4	Sangat Valid
5	Hasil uji validasi lembar wawancara guru	4	Sangat Valid

Analisis data hasil uji validasi RPP diperoleh nilai rata-rata (V_a) = 3,9. Skor uji validasi LKPD diperoleh nilai rata-rata (V_a) = 3,8. Skor uji validasi soal tes diperoleh nilai rata-rata (V_a) = 3,9. Ketiga skor validasi tersebut berada pada kategori valid dan layak digunakan dalam penelitian, atau rata-rata skor validasi (V_a) dicapai pada interval $4 > V_a \geq 3$. Sedangkan skor uji validasi angket respon guru dan lembar wawancara guru diperoleh (V_a) = 4, sehingga berada pada kategori sangat valid dan layak digunakan. Walaupun begitu, terdapat saran/ komentar terhadap LKPD yang telah dikembangkan. Beberapa saran/ komentar dijadikan sebagai penyempurnaan/ perbaikan produk yang telah dikembangkan sebelum uji coba. Berikut dipaparkan beberapa revisi pada uji validasi. Revisi bagian LKPD dilakukan dengan mengganti kata “kubus satuan yang berukuran 1 cm” menjadi “kubus satuan dengan ukuran rusuk 1 cm” serta memberikan tambahan informasi bahwa banyaknya kubus satuan yang dapat mengisi kubus besar transparan merupakan volume kubus seperti dituliskan pada kotak Gambar 2.



Gambar 2. Bagian LKPD 2 halaman dua sebelum dan sesudah revisi

Catatan/saran pada LKPD 1 halaman enam yaitu perlu ditambahkan gambar kubus beserta dengan ukuran rusuknya saat melakukan kegiatan menarik kesimpulan. Gambar tersebut ditambahkan pada kolom menarik kesimpulan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Bagian LKPD 1 pada halaman enam sebelum dan sesudah revisi

Saran pada beberapa gambar yang digunakan pada LKPD yaitu perlu ditambahkan sumber gambar. Salah satunya telah ditambahkan dibawah gambar, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Bagian LKPD 1 halaman 7 sebelum dan sesudah revisi

Tahap Penilaian (*Assessment Phase*)

Setelah dilakukan beberapa revisi terhadap produk pada uji validasi kemudian dilakukan uji coba. Uji coba produk dilakukan untuk mengetahui kepraktisan dan keefektifan produk. Uji coba produk LKPD dilakukan terhadap 18 siswa kelas VIII/L MTsN 1 Kota Malang. Uji coba dilakukan sebanyak empat kali pertemuan. Analisis data kepraktisan produk ditinjau dari hasil pengisian angket respon guru dan siswa. Skor kepraktisan angket respon guru diperoleh nilai rata-rata $P_a = 3,8$. Sedangkan skor kepraktisan angket respon siswa diperoleh nilai rata-rata $P_a = 3,14$. Kedua skor kepraktisan tersebut berada pada kategori respon positif dan praktis, atau rata-rata skor kepraktisan (P_a) dicapai pada interval $P_a \geq 3$. Tabel 4 merupakan rangkuman data hasil uji kepraktisan.

Tabel 4. Data Hasil Uji Kepraktisan

No	Analisis Data	Rata-rata Skor	Keterangan
1	Angket respon guru	3,8	Respon Positif dan Praktis
2	Angket respon siswa	3,14	Respon Positif dan Praktis

Selain diberikan angket respon guru, juga dilakukan wawancara terhadap guru matematika kelas VIII/L. Respon yang diberikan guru terhadap LKPD positif, LKPD yang diuji coba dinilai dapat membantu guru dalam melaksanakan proses pembelajaran di kelas. Karena dengan adanya LKPD dapat mengarahkan pola berpikir peserta didik dengan runtut melalui pertanyaan yang disajikan dan dapat menghidupkan suasana kelas. Hanya saja terdapat kendala yang dialami yaitu peserta didik kelas VIII/L yang kurang

responsif/aktif bahkan pada pembimbing akademiknya juga. Apalagi pada era pandemi ini, mungkin dikarenakan banyaknya tuntutan tugas sehingga menyebabkan peserta didik kurang responsif. Disamping itu juga terdapat komentar yang diberikan peserta didik terhadap LKPD yang telah digunakan, diantaranya yaitu bahasa pada LKPD sulit dipahami sehingga membuat peserta didik ragu untuk menjawab maka saran yang diberikan yaitu agar LKPD mengandung bahasa yang mudah dipahami lagi bagi peserta didik dan tidak mengandung kalimat berulang. Selain itu juga terdapat masukan lain, perlu mengurangi banyaknya halaman pada LKPD, dan kurangnya soal pengayaan untuk mengasah kemampuan pemahaman konsep pada peserta didik. Hakikatnya soal pengayaan diberikan kepada peserta didik jika kompetensi yang dicapai telah melampaui tuntutan minimal yang telah ditetapkan oleh kurikulum, sehingga tidak semua peserta didik dapat menjajaki kegiatan pengayaan untuk mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi [20].

Analisis data uji keefektifan ditinjau dari hasil pengerjaan LKPD dan soal tes. Pelaksanaan tes dilaksanakan pada pertemuan terakhir (keempat) setelah peserta didik mengerjakan seluruh LKPD yang telah diberikan (sebanyak tiga LKPD). Soal tes terdiri dari lima soal uraian yang dikerjakan selama 90 menit. Berdasarkan hasil rata-rata pengerjaan LKPD dan soal tes, terdapat 2 peserta didik yang mendapatkan nilai dibawah ketuntasan minimum (KKM) sedangkan 16 peserta didik lainnya mendapatkan nilai diatas KKM. Secara keseluruhan dari 18 peserta didik terdapat 2 yang mendapatkan nilai rata-rata (N_a) < 80 dan 16 peserta didik lainnya mendapatkan nilai rata-rata (N_a) \geq 80. Sehingga berdasarkan hasil tersebut diperoleh skor keefektifan yaitu 88,8%, maka pengembangan produk berada pada kategori efektif. Adapun contoh salah satu jawaban soal tes peserta didik terlihat pada Gambar 5.

The image shows two pages of handwritten mathematical solutions. The left page contains solutions for problems 1, 2, 3, and 4. Problem 1 involves a prism with a square base. Problem 2 involves a cube. Problem 3 involves a rectangular prism. Problem 4 involves a trapezoidal prism. The right page contains the solution for problem 5, which involves a trapezoidal prism and a calculation for the cost of fabric.

Gambar 5. Jawaban Tes Siswa

Pada Gambar 5 merupakan jawaban dari salah satu peserta didik yang mendapatkan nilai diatas KKM. Sebagian besar peserta didik menjawab seperti pada Gambar 5 untuk menjawab soal nomor 1, 2, 3, dan 5. Sedangkan nomor 4, terdapat peserta didik yang mengerjakan dengan menggunakan rumus luas permukaan prisma dan ada juga yang menentukan luas semua sisi kemudian dijumlahkan, lalu dikalikan dengan harga kain per meternya.

Secara keseluruhan produk LKPD yang dikembangkan dinyatakan valid, praktis, dan efektif. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD layak digunakan dalam proses pembelajaran. Disamping itu, terdapat keunggulan dan kelemahan dari produk yang dikembangkan. Keunggulan dari LKPD berbasis *guided discovery learning* pada materi prisma kelas VIII yaitu, a) LKPD dapat digunakan secara daring karena format LKPD ini berupa *pdf* sehingga mudah diakses oleh peserta didik, b) masing-masing LKPD memuat link video pembelajaran berupa visualisasi bangun ruang baik melalui aplikasi Geogebra yang dapat menunjang siswa dalam memahami materi. Hal ini sejalan dengan Nurdin [16] yang menyatakan bahwa hasil penelitian berupa video pembelajaran berbasis Geogebra efektif dan berpengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik, c) LKPD disusun dengan tampilan cukup menarik serta terdapat ilustrasi. Penggunaan ilustrasi pada bahan ajar dapat memperjelas informasi maupun pesan yang akan disampaikan kepada peserta didik serta dapat menambah variasi tampilan bahan ajar [17]. Selain itu juga terdapat kekurangan dari LKPD yang dikembangkan yaitu, a) bahasan yang dikembangkan hanya terbatas pada materi prisma, b) terdapat beberapa bahasa yang digunakan terlalu tinggi sehingga membuat peserta didik kesulitan dalam memahami serta mengerjakan LKPD. Maka dari itu penggunaan bahasa dalam bahan ajar sebaiknya menggunakan bahasa yang komunikatif serta disesuaikan dengan tingkat pengetahuan peserta didik agar membuat peserta didik seolah-olah merasa berinteraksi dengan guru melalui tulisan maupun pertanyaan yang disampaikan dalam bahan ajar [17]. Walaupun begitu, pengembangan produk LKPD berbasis *guided discovery learning* pada materi prisma kelas VIII diharapkan dapat bermanfaat bagi peserta didik dan guru sebagai salah satu bahan ajar yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan mengembangkan LKPD berbasis Guided Discovery Learning untuk memahami konsep peserta didik. Berdasarkan pembahasan yang telah dipaparkan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa LKPD berbasis Guided Discovery Learning dinyatakan valid, praktis, dan efektif melalui analisis uji validitas, kepraktisan, dan uji coba lapangan. LKPD yang telah dikembangkan ini layak digunakan dapat dijadikan sebagai salah satu referensi bahan ajar dalam proses pembelajaran di kelas. Peneliti menyarankan tindak lanjut terkait hasil pengembangan LKPD yang telah diuji coba yaitu a) pokok bahasan materi yang dikembangkan mencakup satu Kompetensi Dasar (KD) bangun ruang sisi datar (kubus, balok, prisma, dan limas), b) bahasa yang digunakan perlu menyesuaikan dengan tingkat kapabilitas peserta didik agar mudah dipahami. Secara umum peneliti berharap LKPD berbasis Guided Discovery Learning pada materi prisma yang telah dikembangkan dapat digunakan sebagai salah satu bahan ajar yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Peraturan Pemerintah, "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2013 Tentang Standar Nasional Pendidikan," *Sekr. Negara*, vol. 2, pp. 148–164, 2013.
- [2] I. V. S. Mullis, M. O. Martin, P. Foy, and A. Arora, *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*, vol. 2012, no. 136. 2012.
- [3] C. E. Summaries, "What Students Know and Can Do," *PISA 2009 a Glance*, vol. I, 2019, doi: 10.1787/g222d18af-en.
- [4] C. K. Parise *et al.*, "Permendikbud 22 2016," *Rev. Bras. Geogr. Física*, vol. 11, no. 9, pp. 141–156, 2016, [Online]. Available: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS - RJ/RBG/RBG>

- 1995
v57_n1.pdf%0Ahttps://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234295.
- [5] A. Ekantini and I. Wilujeng, "The development of science student worksheet based on education for environmental sustainable development to enhance scientific literacy," *Univers. J. Educ. Res.*, vol. 6, no. 6, pp. 1339–1347, 2018, doi: 10.13189/ujer.2018.060625.
- [6] P. A. Kirschner, J. Sweller, and R. E. Clark, "Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching," *Educ. Psychol.*, vol. 41, no. 2, pp. 75–86, 2006, doi: 10.1207/s15326985ep4102_1.
- [7] M. B. Structures, "Development of Digital Student Worksheet in History Subject for the Elevent Grade By Using ASSURE Model. Jurnal Historica, 4(2): 197-212.," vol. 4, no. 2252, pp. 197–212.
- [8] J. S. Bruner, "Jerome S Bruner - Toward a Theory of Instruction-Belknap Press of Harvard University (1966).pdf." p. 173, 1966.
- [9] I. G. A. P. Arya Wulandari, C. Sa'Dijah, A. R. As'Ari, and S. Rahardjo, "Modified Guided Discovery Model : A conceptual Framework for Designing Learning Model Using Guided Discovery to Promote Student's Analytical Thinking Skills," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1028, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1028/1/012153.
- [10] K. Yuliani and S. Suragih, "The Development Of Learning Devices Based Guided Discovery Model To Improve Understanding Concept And Critical Thinking Mathematically Ability Of Students At Islamic Junior High School Of Medan," *J. Educ. Pract.*, vol. 6, no. 24, pp. 116–128, 2015, [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1078880%0Ahttp://search.proquest.com/docview/1773215035?accountid=8330>.
- [11] M. Ditinjau, D. Kecerdasan, E. Siswa, K. M. Pratiwi, I. G. P. Sudiarta, and G. Suweken, "Pengaruh Model Pembelajaran Penemuan Terbimbing Berbantuan LKS Terbuka Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Pengaruh Model Pembelajaran Penemuan Terbimbing Berbantuan Lembar Kerja Siswa Terbuka Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Ditinjau Dari," vol. 5, no. 1, pp. 22–33, 2020.
- [12] S. McKenney and T. C. Reeves, "Educational design research," *Handb. Res. Educ. Commun. Technol. Fourth Ed.*, no. January 2013, pp. 131–140, 2014, doi: 10.1007/978-1-4614-3185-5_11.
- [13] K. P. dan K. R. Indonesia, "Surat Edaran Nomor 14 tahun 2019 tentang Penyederhanaan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran," 2019.
- [14] P. K. Devi, R. Sofiraeni, and K. Khairuddin, "Pengembangan perangkat pembelajaran untuk guru SMP," *Pus. Pengemb. dan Pemberdaya. Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetah. Alam*, p. 69, 2009, [Online]. Available: <https://mgmpmatsatapmalang.files.wordpress.com/2012/07/pengembanganperang-katsmp.pdf>.
- [15] A. Y. T. Allo and S. R. B. Sebayang, "Implementasi Model Guided Discovery Learning Menggunakan Alat Sederhana Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa," *Vidya Karya*, vol. 33, no. 2, p. 112, 2019, doi: 10.20527/jvk.v33i2.5642.
- [16] E. Nurdin, A. Ma'aruf, Z. Amir, R. Risnawati, N. Noviarni, and M. P. Azmi, "Pemanfaatan video pembelajaran berbasis Geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMK," *J. Ris. Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 1, pp. 87–98, 2019, doi: 10.21831/jrpm.v6i1.18421.



- [17] S. Nasution *et al.*, “Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar,” *Pendidikam*, vol. 3, no. 1, pp. 1–62, 2017, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [18] Majid, A., Rochman, Chaerul. (2014). *Pendekatan Ilmiah Dalam Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [19] Priansa, Donni J. (2017). *Pengembangan Bahan Ajar, Modul 1: Hakikat Bahan Ajar*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- [20] Prabandari, Endang. (2017). *Modul Diklat Keahlian Ganda Pemanfaatan Hasil Penilaian Kompetensi Pedagogik*. Jakarta: PPPPTK.

ANALISIS MISKONSEPSI SISWA SMA DALAM MENYELESAIKAN SOAL MATEMATIKA MATERI BARISAN DAN DERET BERDASARKAN *CRI* DAN *SCAFFOLDING*NYA

Nur Roudlotul Jannah¹, Erry Hidayanto²

^{1,2}Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Negeri Malang

^{a)}nurroudloh.nrj@gmail.com

^{b)}erry.hidayanto.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK

Berdasarkan data observasi di kelas XI MAN 1 Kota Malang menunjukkan bahwa beberapa siswa mengalami miskonsepsi pada saat menyelesaikan soal materi barisan dan deret. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian untuk menganalisis miskonsepsi dalam menyelesaikan soal matematika pada materi barisan dan deret beserta *scaffolding*nya. Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kualitatif. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 8 Maret 2021 di kelas XI MAN 1 Kota Malang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan bentuk miskonsepsi yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal matematika pada materi barisan dan deret berdasarkan *Certainty of Responsibility Index (CRI)* dan mengetahui *scaffolding* untuk mengatasi miskonsepsi yang terjadi pada siswa SMA kelas XI dalam mengerjakan soal matematika pada materi barisan dan deret. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa bentuk miskonsepsi yang dilakukan siswa dalam penelitian ini adalah miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi hitung, miskonsepsi sistematis, miskonsepsi konsep, dan miskonsepsi strategi. *Scaffolding* yang diberikan pada siswa yang mengalami miskonsepsi akan berbeda, disesuaikan dengan bentuk miskonsepsi yang dialami siswa dan juga penyebab miskonsepsi siswa. *Scaffolding* yang digunakan pada penelitian ini adalah *scaffolding* level 2 yang mencakup *explaining*, *reviewing*, dan *restructuring*.

Kata Kunci: Miskonsepsi, Barisan dan Deret, *CRI*, *Scaffolding*.

PENDAHULUAN

Matematika sebagai salah satu mata pelajaran dasar pada setiap jenjang pendidikan formal, merupakan ilmu yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran dengan cara mempelajari, memahami, dan menguasai konsep dengan baik oleh siswa. Saat ini siswa diharapkan memiliki pemahaman konsep yang baik agar kualitas pembelajaran matematika lebih baik. Berdasarkan Lampiran Permendikbud nomor 59 tahun 2014, dapat disimpulkan bahwa tujuan pembelajaran matematika pada jenjang SMA adalah agar siswa mampu: (1) menguasai konsep matematika, (2) mengatasi masalah, (3) menggunakan penalaran matematis, (4) menyampaikan masalah secara sistematis, dan (5) mempunyai sikap dan perilaku yang sesuai dengan nilai dalam matematika. Dengan demikian dapat diketahui bahwa konsep matematika merupakan hal yang penting.

Pemahaman konsep yang benar pada siswa akan memudahkan siswa menerima sebuah pembelajaran. Pemahaman konsep yang rendah merupakan salah satu kendala dalam proses pembelajaran. Rendahnya pemahaman ini disebabkan

adanya miskonsepsi dan kondisi pembelajaran yang kurang memperhatikan konsepsi awal (prakonsepsi) dari siswa [1]. Suparno mengungkapkan bahwa siswa dikatakan mengalami miskonsepsi apabila konsepsi yang dimiliki siswa tidak sesuai dengan konsepsi para ilmuwan [1]. Berbagai miskonsepsi yang dialami siswa mengakibatkan terjadinya kesalahan pada saat mengerjakan soal, tentunya hal ini akan berdampak pada pemahaman siswa. Oleh karena itu, miskonsepsi yang dialami siswa harus segera ditindaklanjuti.

Barisan dan deret merupakan salah satu materi yang dianggap sulit bagi siswa. Hal tersebut terlihat pada saat studi pendahuluan. Studi pendahuluan dilakukan di kelas XI MAN 1 Kota Malang. Beberapa siswa terlihat mengalami miskonsepsi pada saat menyelesaikan soal materi barisan dan deret. Soal yang diberikan ditunjukkan pada Gambar 1.1.

1. Suku ketiga dan suku kedelapan barisan aritmetika berturut-turut adalah 2 dan 27. Suku ke-20 barisan tersebut adalah....
A. 82 C. 92 E. 108
B. 87 D. 103
2. Suku ke-4 dari suatu barisan aritmetika adalah 33, sedangkan suku ke-7 adalah 54. Suku ke-15 barisan tersebut adalah....
A. 162 C. 110 E. 70
B. 118 D. 92
3. Diketahui barisan aritmetika dengan suku ke-5 dan suku ke-8 berturut-turut adalah 4 dan 10. Jumlah sepuluh suku pertama deret tersebut adalah....
A. 50 B. 55 C. 60 D. 65 E. 70
4. Diketahui suatu deret aritmetika dengan suku ke-2 = 46 dan suku ke-5 = 64. Jumlah 20 suku pertama deret tersebut adalah....
A. 1.910 C. 1.930 E. 1.950
B. 1.920 D. 1.940

Gambar 1.1 Soal Studi Pendahuluan

Berdasarkan hasil pekerjaan tersebut, terdapat siswa yang terindikasi mengalami miskonsepsi. Beberapa bentuk miskonsepsi siswa dalam menyelesaikan soal mengenai barisan dan deret dapat ditemukan. Ada beberapa respon siswa yang akan diuraikan satu persatu. Berikut respon siswa A yang akan ditunjukkan pada Gambar 1.2.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Suku } 3 = U_3 &= 7 \\
 \text{Suku } 8 &= U_8 = 27 \\
 \text{Suku } 20 &= U_{20} = ? \\
 U_n &= a + (n-1)b \\
 U_3 &= a + (3-1)b \\
 7 &= a + 2b \\
 a &= 7 - 2b \\
 U_8 &= a + (8-1)b \\
 27 &= a + 7b \\
 27 &= (7 - 2b) + 7b \\
 27 &= 7 + 5b \\
 20 &= 5b \\
 b &= 20/5 = 4 \\
 a &= 7 - 2b \\
 &= 7 - 2(4) \\
 &= 7 - 8 \\
 a &= -1 \\
 U_{20} &= a + (20-1)b \\
 &= -1 + 19(4) \\
 &= -1 + 76 \\
 &= 75
 \end{aligned}$$

Gambar 1.2 Hasil pekerjaan siswa A pada studi pendahuluan

Pada Gambar 1.2, menunjukkan hasil pekerjaan siswa A dalam mengerjakan soal mengenai barisan dan deret. Berdasarkan hasil pekerjaan siswa A pada soal nomor 1, jawaban dari siswa A salah. Siswa A salah dalam menuliskan suku ketiga. Dalam soal diketahui bahwa suku ketiga adalah 2 akan tetapi siswa A menuliskan suku ketiga adalah 7 sehingga mengakibatkan kesalahan dalam perhitungan dan menyebabkan kesalahan pada hasil akhir. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa siswa A mengalami miskonsepsi hitung dalam mengerjakan soal nomor 1.

Gambar 1.3 berikut menunjukkan jawaban siswa B ketika mengerjakan soal yang diberikan.

4) Diket: $U_2 = 46$ Dit: $U_{20} = ?$
 $U_r = 69$
 rumus: $U_n = a + b$ $U_r = 69$
 $46 = a + b$ $69 = a + 4b \dots ii$
 $a = 46 + b \dots i$
 $\rightarrow U_9 = a + 8b$ $a = 46 - b$ $0 = 166$
 $69 = (46 - b) + 8b$ $a = 46 - (-6)$
 $69 = 46 - b + 8b$ $a = 52$
 $69 = 46 + 7b$ $U_{20} = a + 19b$
 $3b = 69 - 46$ $52 + 19 \cdot 6$
 $3b = 23$ $= 52 + 114$
 $b = \frac{23}{3}$ $= 76 + 119$
 $b = 6$

Gambar 1.3 Jawaban siswa B pada studi pendahuluan

Pada Gambar 1.3, menunjukkan hasil pekerjaan siswa B dalam mengerjakan soal mengenai barisan dan deret. Berdasarkan hasil pekerjaan siswa A pada soal nomor 4, jawaban dari siswa B salah. Siswa B mengalami kesalahan dalam membaca permasalahan soal sehingga mengalami kesalahan juga dalam menentukan rumus. Dalam soal diminta untuk mencari jumlah 20 suku pertama akan tetapi siswa B mencari suku ke-20. Siswa B juga mengalami kesalahan dalam menghitung suku pertama yang menyebabkan kesalahan pada hasil akhir. Siswa B menuliskan $a = 46 + b$ yang seharusnya $a = 46 - b$. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa siswa B mengalami miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi hitung, dan miskonsepsi strategi dalam mengerjakan soal nomor 4.

Beberapa peneliti melakukan penelitian tentang miskonsepsi pada materi barisan dan deret. Penelitian yang dilakukan [2] menganalisis miskonsepsi siswa ditinjau dari gaya kognitif dan menyimpulkan bahwa siswa dengan gaya kognitif reflektif mengalami miskonsepsi lebih sedikit dibandingkan dengan siswa gaya kognitif impulsif. Berdasarkan beberapa penelitian, banyak siswa yang mengalami miskonsepsi tanpa dideskripsikan bentuk miskonsepsi dan diberikan suatu bantuan (*scaffolding*). Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis miskonsepsi dalam menyelesaikan soal matematika pada materi barisan dan deret beserta *scaffoldingnya*. Demikian pula dalam penelitian ini, miskonsepsi yang dialami

siswa akan diidentifikasi sehingga akan diperoleh *scaffolding* yang tepat untuk mengatasi miskonsepsi tersebut agar siswa tidak mengalami miskonsepsi dalam mengerjakan soal barisan dan deret. Hasan [3] mengusulkan suatu metode untuk mengidentifikasi seorang siswa mengalami miskonsepsi yang dinamakan *Certainty of Responsibility Index (CRI)*. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan bentuk miskonsepsi yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal matematika pada materi barisan dan deret berdasarkan *Certainty of Responsibility Index (CRI)* dan mengetahui *scaffolding* untuk mengatasi miskonsepsi yang terjadi pada siswa SMA kelas XI dalam mengerjakan soal matematika pada materi barisan dan deret.

METODE

Pendekatan dan Jenis Penelitian

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kualitatif. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif.

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2021. Tes tulis dilakukan sebanyak satu kali yaitu pada tanggal 8 Maret 2021 secara daring (dalam jaringan) dengan menggunakan media google formulir.

Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Kota Malang beralamatkan di Jl. Raya Tlogomas No. 21, Kota Malang. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI yang telah mempelajari materi barisan dan deret.

Pada setiap soal yang diberikan, siswa diminta untuk menuliskan tingkat keyakinan dalam menjawab soal tersebut dengan skala 0 – 5. Skala tersebut menandakan bahwa semakin besar skor yang ditulis maka siswa tersebut semakin yakin bahwa jawaban yang dituliskan benar. Siswa dikatakan mengalami miskonsepsi apabila siswa menuliskan jawaban yang salah tetapi memberikan skor *CRI* yang tinggi yaitu antara 3 – 5. Dari hasil identifikasi, dipilih tiga siswa yang mengalami miskonsepsi pada saat menyelesaikan soal barisan dan deret untuk dilakukan wawancara. Siswa yang dipilih merupakan siswa yang mengalami miskonsepsi berdasarkan kriteria *CRI*. Setelah melakukan wawancara, subjek akan diberikan *scaffolding* untuk membantu mengatasi miskonsepsi dalam menyelesaikan soal materi barisan dan deret. Selanjutnya, subjek akan diminta untuk merevisi jawaban yang sebelumnya dituliskan.

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu instrumen soal tes tulis disertai kriteria *CRI*, pedoman wawancara, dan pedoman *scaffolding*. Tes tulis dilakukan di google formulir sedangkan wawancara dan pemberian *scaffolding* dilakukan di google meet.

Teknik Analisis

Berdasarkan hasil tes tulis siswa yang menjadu subjek penelitian kemudian dikelompokkan sesuai dengan bentuk-bentuk miskonsepsinya yang kemudian

dijadikan sebagai catatan untuk melakukan proses wawancara dan pemberian *scaffolding*. Hasil wawancara serta proses pemberian *scaffolding* disusun dengan bahasa yang baik dan menjadi sebuah tulisan. Selanjutnya data dirinci sehingga lebih mudah disajikan dalam bentuk uraian atau laporan kemudian menyimpulkan mengenai bentuk-bentuk miskonsepsi yang telah terjadi pada siswa dan *scaffolding* yang sesuai untuk miskonsepsi yang dialami siswa.

HASIL

Berdasarkan hasil dan tes tulis yang dilakukan 39 siswa, diambil 3 siswa sebagai subjek dalam penelitian ini.

Paparan Data S-1

Subjek 1 (S-1) mengalami miskonsepsi pada soal nomor 1 dan 3.

Analisis Miskonsepsi dan *Scaffolding* pada Soal nomor 1

Gambar 1 di bawah ini adalah jawaban S-1 untuk soal nomor 1

① diketahui: $a = 1$
 $b = 5$
↳ pola barisan $= u_n a + (n-1)b$
 $u_n = 1 + 4(n-1)$
 $u_n = 4n - 4$
↳ banyak kecil pada hari ke-10
 $(n) = \frac{n}{2} (2a + (n-1)b)$
 $S_{10} = \frac{10}{2} (2 \cdot 1 + (10-1)5)$
 $= 5 (2 + 45)$
 $= 5 (47)$
 $= 235$

Berapa tingkat keyakinan menjawab pertanyaan nomor 1?
5

Gambar 1 Hasil Pekerjaan S-1 nomor 1

Berdasarkan hasil pekerjaan S-1 pada soal nomor 1, jawaban dari S-1 salah akan tetapi *CRI* tinggi yang berarti S-1 mengalami miskonsepsi pada soal nomor 1. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, S-1 mengalami miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi konsep dan miskonsepsi strategi dalam mengerjakan soal nomor 1. Gambar 2 di bawah ini adalah hasil pekerjaan S-1 pada soal nomor 1 setelah mendapat *scaffolding*.

① Diket = $a = 1$
 $b = 5$
Ditany = U_{10} ?
Jawab = • pola baris.
 $U_n = a + (n-1)b$
 $U_n = a + 5n - 5$
 $U_n = 1 + 5n - 5$
 $U_n = -4 + 5n$
• Banyaknya.
 $U_{10} = -4 + 5 \cdot 10$
 $= -4 + 50$
 $= 46$

Gambar 2 Hasil Pekerjaan S-1 nomor 1 setelah mendapat *scaffolding*.

Analisis Miskonsepsi dan *Scaffolding* pada Soal nomor 3

Gambar 3 di bawah ini adalah jawaban S-1 untuk soal nomor 3

③ Banson geometri $\rightarrow U_n = ar^{n-1}$
tahun pertama = U_1 ?
 $U_1 = ar^{n-1}$
 $= ar^0$
 $= a \cdot 0$
 $= 0 \text{ UNII}$

Berapa tingkat keyakinan menjawab pertanyaan nomor 3?

4

Gambar 3 Hasil Pekerjaan S-1 nomor 3

Berdasarkan hasil pekerjaan S-1 pada soal nomor 3, jawaban dari S-1 salah akan tetapi *CRI* tinggi yang berarti S-1 mengalami miskonsepsi pada soal nomor 3. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, S-1 mengalami miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi hitung, miskonsepsi konsep, dan miskonsepsi sistematis dalam mengerjakan soal nomor 3. Gambar 4 di bawah ini adalah hasil pekerjaan S-1 pada soal nomor 3 setelah mendapat *scaffolding*.

3) Diket: $U_3 = 32$
 $U_b = 25b$
 Ditany: U_1 ?
 Jawab: $U_6 = 25b$
 $U_3 = 32$
 $U_6 = 8$
 $\frac{U_6}{U_3} = \frac{25b}{32}$
 $\frac{a \cdot r^{6-1}}{a \cdot r^{3-1}} = \frac{8}{32}$
 $\frac{ar^5}{ar^2} = \frac{8}{32}$
 $r^{5-2} = \frac{8}{32}$
 $r^3 = \frac{8}{32}$
 $r = \sqrt[3]{\frac{8}{32}} = 2$

Gambar 4 Hasil Pekerjaan S-1 nomor 3 setelah mendapat *scaffolding*.

Paparan Data S-2

Subjek 2 (S-2) mengalami miskonsepsi pada soal nomor 1 saja.

Analisis Miskonsepsi dan *Scaffolding* pada Soal nomor 1

Gambar 5 di bawah ini adalah jawaban S-2 untuk soal nomor 1

1) Diket: $a = 1$
 $b = 5$
 $n = 10$
 Ditanya $S_{10} = ?$
 $S_{10} = \frac{10}{2} (2 \cdot 1 + 9 \cdot 5)$
 $= 5 (2 + 45)$
 $= 5 \cdot 47$
 $= 235 //$

Berapa tingkat keyakinan menjawab pertanyaan nomor 1?
5

Gambar 5 Hasil Pekerjaan S-2 nomor 1

Berdasarkan hasil pekerjaan S-2 pada soal nomor 1, jawaban dari S-1 salah akan tetapi *CRI* tinggi yang berarti S-2 mengalami miskonsepsi pada soal nomor 1. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, S-2 mengalami miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi konsep dan miskonsepsi strategi dalam mengerjakan soal nomor 1. Gambar 6 di bawah ini adalah hasil pekerjaan S-2 pada soal nomor 1 setelah mendapat *scaffolding*.

1) Diketahui: $a=1$ $n=10$
 $b=5$
 ditanya: U_{10} / suku ke 10 ? pola banisan?
 penyelesaian: $U_n = a + (n-1)b$
 $U_{10} = a + (10-1)b$
 $= 1 + 9 \cdot 5$
 $= 46$
 pola banisan: $U_n = a + (n-1)b$
 $u_n = 1 + (n-1)5$
 $u_n = 1 + 5n - 5$
 $u_n = 5n - 4$

Gambar 6 Hasil Pekerjaan S-2 nomor 1 setelah mendapat *scaffolding*.

Paparan Data S-3

Subjek 3 (S-3) mengalami miskonsepsi pada soal nomor 1 dan 3.

Analisis Miskonsepsi dan *Scaffolding* pada Soal nomor 1

Gambar 7 di bawah ini adalah jawaban S-3 untuk soal nomor 1

1) $a=1$
 $b=5$
 $U_n = a \cdot r^{n-1}$ $U_n = a + (n-1)b$
 $U_{10} = 1 \cdot 5^{10-1}$ $U_{10} = 1 + (10-1) \cdot 5$
 $= 1 \cdot 5^9$ $= 1 + 9 \cdot 5$
 $= 1 \cdot 1953125$ $= 46$
 $= 1953125$

Berapa tingkat keyakinan menjawab pertanyaan nomor 1?

5

Gambar 7 Hasil Pekerjaan S-3 nomor 1

Berdasarkan hasil pekerjaan S-3 pada soal nomor 1, jawaban dari S-3 salah akan tetapi *CRI* tinggi yang berarti S-3 mengalami miskonsepsi pada soal nomor 1. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, S-3 mengalami miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi sistematis, miskonsepsi konsep dan miskonsepsi strategi dalam mengerjakan soal nomor 1. Gambar 8 di bawah ini adalah hasil pekerjaan S-3 pada soal nomor 1 setelah mendapat *scaffolding*.

1) Diket: $a = 1$
 $b = 5$
 Ditanya: Pola barisan?
 Jawab: (a) $U_n = a + (n-1)b$
 $= 1 + (n-1)5$
 $= 1 + 5n - 5$
 $= 4 - 5n$
 (b) $U_{10} = a + (n-1)b$
 $= 1 + (10-1)5$
 $= 1 + 9 \cdot 5$
 $= 1 + 45 = 46$

jadi pola barisannya adalah:
 $U_n = 4 - 5n$.
 jumlah kelereng hon
 ke 10 adalah 46.

Gambar 8 Hasil Pekerjaan S-3 nomor 1 setelah mendapat *scaffolding*.

Analisis Miskonsepsi dan *Scaffolding* pada Soal nomor 3

Gambar 9 di bawah ini adalah jawaban S-3 untuk soal nomor 3

3) $U_6 = 256$
 $U_3 = 32$
 $\frac{ar^5}{ar^2} = 8$
 $r^3 = 8$
 $r = \sqrt[3]{8}$
 $r = 2$

$ar^5 = 256$
 $a \cdot 2^5 = 256$
 $a \cdot 16 = 256$
 $a = \frac{256}{16}$
 $a = 16$

Berapa tingkat keyakinan menjawab pertanyaan nomor 3?

3

Gambar 9 Hasil Pekerjaan S-3 nomor 3

Berdasarkan hasil pekerjaan S-3 pada soal nomor 3, jawaban dari S-3 salah akan tetapi *CRI* tinggi yang berarti S-3 mengalami miskonsepsi pada soal nomor 3. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, S-3 mengalami miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi hitung dan miskonsepsi konsep dalam mengerjakan soal nomor 3. Gambar 10 di bawah ini adalah hasil pekerjaan S-3 pada soal nomor 3 setelah mendapat *scaffolding*.

3) Diket: $U_3 = 32$
 $U_6 = 256$
 Ditanya: jumlah produksi hari 1 (a)?
 Jawab: $U_n = a \cdot r^{n-1}$
 $U_3 = a \cdot r^{3-1}$
 $= a \cdot r^2$
 $U_6 = a \cdot r^{6-1}$
 $= a \cdot r^5$
 $U_6 = a \cdot r^5 = 256$
 $a \cdot 2^5 = 256$
 $a \cdot 32 = 256$
 $a = \frac{256}{32}$
 $a = 8$

$\frac{ar^5}{ar^2} = \frac{256}{32}$
 $r^3 = \frac{8}{1}$
 $r = \sqrt[3]{8}$
 $r = 2$

jadi jumlah produksi pada hari
 pertama adalah 8.

Gambar 10 Hasil Pekerjaan S-3 nomor 3 setelah mendapat *scaffolding*.

PEMBAHASAN

Miskonsepsi Terjemahan

Hasil penelitian terhadap hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan pada penelitian ini menunjukkan bahwa ada siswa yang mengalami miskonsepsi terjemahan. Hal ini dibuktikan dengan adanya siswa yang tidak menuliskan, kurang lengkap atau salah dalam menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan. Terdapat juga siswa yang tidak mampu memahami atau mengalami kesalahan dalam membaca permasalahan. Hal ini sesuai dengan penelitian [4] yang menyatakan bahwa kesalahan yang dilakukan oleh siswa diantaranya tidak bisa menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. Siswa yang mengalami miskonsepsi terjemahan yaitu S-1, S-2, dan S-3 pada soal nomor 1 dan 3.

Bentuk *scaffolding* yang diberikan peneliti kepada siswa yang mengalami miskonsepsi terjemahan yaitu dengan meminta siswa untuk membaca dan memperhatikan kembali permasalahan dalam soal kemudian mengomunikasikan dengan bahasanya sendiri serta menanyakan kepada siswa permasalahan dari soal. Peneliti memberikan pertanyaan-pertanyaan yang membimbing untuk menuntun siswa memperoleh jawaban yang benar. Alasan pemilihan *scaffolding* yang digunakan tersebut yaitu karena peneliti ingin siswa bisa menyimpulkan sendiri bagaimana cara menentukan banyaknya kerikil pada hari ke-10 untuk nomor 1 dan dapat menyimpulkan bagaimana cara menentukan banyaknya produksi pada tahun pertama untuk nomor 3. Setelah siswa diberikan *scaffolding* tersebut, siswa dapat menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal dan dapat menentukan rumus dalam menentukan banyak kerikil pada hari ke-10 serta menentukan banyaknya produksi pada tahun pertama dengan benar.

Miskonsepsi Tanda

Hasil penelitian terhadap hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang mengalami miskonsepsi tanda. Siswa mampu mengorelasikan simbol yang sesuai dengan penyelesaian permasalahan serta mampu mendeteksi tanda operasi yang diperlukan. Hal ini bertolak belakang dengan penelitian [5] yang menyimpulkan bahwa kesalahan yang dilakukan siswa diantaranya siswa salah dalam menyimbolkan data yang diketahui, salah menuliskan apa yang ditanyakan serta salah dalam menggunakan tanda operasi matematika.

Miskonsepsi Hitung

Hasil penelitian terhadap hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan pada penelitian ini menunjukkan bahwa ada siswa yang mengalami miskonsepsi hitung. Hal ini dibuktikan dengan adanya siswa yang melakukan kesalahan dalam melakukan perhitungan. Hal ini sepedapat dengan penelitian [6] yang menyatakan bahwa siswa mengalami kesalahan perhitungan yang diakibatkan kurang teliti dalam melakukan perhitungan. Siswa yang mengalami miskonsepsi hitung yaitu S-1 dan S-3 pada soal nomor 3 saja.

Bentuk *scaffolding* yang diberikan peneliti kepada siswa yang mengalami miskonsepsi hitung yaitu dengan memfokuskan perhatian siswa dengan meminta

siswa untuk memberikan penjelasan atas jawaban yang diperoleh. Siswa dapat menghitung dengan benar setelah difokuskan oleh peneliti. Setelah siswa diberikan *scaffolding* tersebut, siswa dapat memperoleh jawaban yang benar.

Miskonsepsi Sistematis

Hasil penelitian terhadap hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan pada penelitian ini menunjukkan bahwa ada siswa yang mengalami miskonsepsi sistematis. Hal ini dibuktikan dengan adanya siswa yang tidak mampu menentukan langkah-langkah yang sesuai dalam menyelesaikan permasalahan. Hal ini sesuai dengan penelitian [7] yang menyatakan bahwa faktor penyebab siswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal barisan dan deret adalah siswa tidak bisa menemukan ide atau langkah-langkah dalam menyelesaikan soal tersebut. Siswa yang mengalami miskonsepsi sistematis yaitu S-1 dan S-3 pada soal nomor 1 dan 3.

Bentuk *scaffolding* yang diberikan peneliti kepada siswa yang mengalami miskonsepsi sistematis yaitu dengan meminta siswa untuk memberikan penjelasan atas jawabannya yang diperoleh. Peneliti juga memberikan pertanyaan-pertanyaan yang membimbing untuk menuntun siswa memperoleh jawaban yang benar. Alasan pemilihan *scaffolding* yang digunakan tersebut yaitu karena peneliti ingin siswa bisa menyimpulkan sendiri bagaimana cara menentukan banyaknya kerikil pada hari ke-10 untuk soal nomor 1 dan bagaimana cara menentukan banyaknya produksi pada tahun pertama untuk soal nomor 3. Setelah siswa diberikan *scaffolding* tersebut, siswa dapat menentukan langkah-langkah yang sesuai untuk mencari banyak kerikil pada hari ke-10 dengan benar dan dapat menentukan langkah-langkah yang sesuai untuk mencari banyak produksi pada tahun pertama tersebut.

Miskonsepsi Konsep

Hasil penelitian terhadap hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan pada penelitian ini menunjukkan bahwa ada siswa yang mengalami miskonsepsi konsep. Hal ini dibuktikan dengan adanya siswa yang tidak mampu menghubungkan konsep barisan dan deret aritmetika dan geometri yang seharusnya digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam soal. Terdapat juga siswa yang tidak mampu menghubungkan konsep perpangkatan dengan konsep barisan dan deret. Siswa yang mengalami miskonsepsi konsep yaitu S-1, S-2, dan S-3 pada soal nomor 1 dan 3.

Bentuk *scaffolding* yang diberikan peneliti kepada siswa yang mengalami miskonsepsi konsep yaitu dengan meminta siswa mengingat mengenai konsep barisan dan deret kemudian meminta siswa menerapkan apa yang diingat untuk menjawab soal. Peneliti juga memberikan pertanyaan-pertanyaan yang membimbing untuk menuntun siswa memperoleh jawaban yang benar. Alasan pemilihan *scaffolding* yang digunakan tersebut yaitu karena peneliti ingin siswa bisa menyimpulkan sendiri bagaimana cara menentukan banyaknya kerikil pada hari ke-10. Setelah siswa diberikan *scaffolding* tersebut, siswa dapat menentukan rumus dalam menentukan banyak kerikil pada hari ke-10 dengan benar serta dapat menggunakan konsep perpangkatan dengan tepat.

Miskonsepsi Strategi

Hasil penelitian terhadap hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan pada penelitian ini menunjukkan bahwa ada siswa yang mengalami miskonsepsi strategi. Hal ini dibuktikan dengan adanya siswa yang tidak dapat menentukan rumus yang harus digunakan dengan benar. Hal ini sejalan dengan penelitian [8] yang menjelaskan bahwa kesalahan yang dilakukan siswa diantaranya salah dalam menggunakan rumus. Siswa yang mengalami miskonsepsi strategi yaitu S-1, S-2, dan S-3 pada soal nomor 1 saja.

Bentuk *scaffolding* yang diberikan peneliti kepada siswa yang mengalami miskonsepsi strategi yaitu dengan meminta siswa untuk memberikan penjelasan atas jawaban yang diperoleh. Peneliti juga memberikan pertanyaan-pertanyaan yang membimbing untuk menuntun siswa memperoleh jawaban yang benar. Alasan pemilihan *scaffolding* yang digunakan tersebut yaitu karena peneliti ingin siswa bisa menyimpulkan sendiri bagaimana cara menentukan banyaknya kerikil pada hari ke-10. Setelah siswa diberikan *scaffolding* tersebut, siswa dapat menentukan rumus dalam menentukan banyak kerikil pada hari ke-10 dengan benar.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian dan hasil pembahasan yang telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa bentuk miskonsepsi yang dilakukan siswa dalam penelitian ini adalah miskonsepsi terjemahan, miskonsepsi hitung, miskonsepsi sistematik, miskonsepsi konsep, dan miskonsepsi strategi. *Scaffolding* yang diberikan pada siswa yang mengalami miskonsepsi akan berbeda, disesuaikan dengan bentuk miskonsepsi yang dialami siswa dan juga penyebab miskonsepsi siswa.

Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk memberikan *scaffolding* kepada seluruh siswa yang mengalami miskonsepsi sehingga tidak hanya yang mejadi subjek saja yang dapat mengatasi miskonsepsi yang dialaminya serta siswa yang sudah mendapatkan *scaffolding* tersebut sebaiknya selain diminta untuk memperbaiki jawabannya juga diberikan tes lanjutan untuk memastikan apakah siswa tersebut masih mengalami miskonsepsi atau tidak.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Fitria, A. 2014. Miskonsepsi Mahasiswa dalam Menentukan Grup pada Struktur Aljabar Menggunakan Certainty of Response Index (CRI) di Jurusan Pendidikan Matematika IAIN Antasari. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(2), 45. <https://doi.org/10.18592/jpm.v1i2.50>
- [2] Hutami, D. P. N. 2018. *Analisis Miskonsepsi Siswa dalam Menyelesaikan Soal Barisan dan Deret berdasarkan Certainty of Response Index (CRI) ditinjau dari Gaya Kognitif Reflektif dan Impulsif*. Skripsi tidak diterbitkan. Jember: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
- [3] Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. 1999. Misconceptions and the Certainty of Response Index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294–299. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/34/5/304>



- [4] Priyanto, A., Trapsilasiwi, D., Mipa, P., & Kalimantan, J. 2015. *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Pokok Bahasan Teorema Pythagoras Berdasarkan Kategori Kesalahan Newman di Kelas VIII A SMP Negeri 10 Jember*. 5.
- [5] Widyatari, R. 2017. *Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I Pada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*. 18.
- [6] Santoso, N. H., Susanto, H. P., & Meifiani, N. I. 2019. *Analisis Miskonsepsi Siswa dalam Penyelesaian Soal Aritmatika Sosial*. 7.
- [7] Hardiyanti, A. 2016. *Analisis Kesulitan Siswa Kelas IX SMP dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Barisan dan Deret*. 11.
- [8] Manibuy, R., & Saputro, D. R. S. 2014. *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soalpersamaan Kuadrat berdasarkan Taksonomi Solopada Kelas X SMA Negeri 1 Plus di Kabupaten Nabire – Papua*. 14.
- [9] Anghileri, J. 2006. Scaffolding practices that enhance mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(1), 33–52. <https://doi.org/10.1007/s10857-006-9005-9>
- [10] Peraturan Menteri No. 59. 2014. *Kurikulum SMA lampiran III, PMP MTK SMA*



PROSES BERPIKIR ALJABAR MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH TRANSFORMASI FUNGSI KOMPLEKS DITINJAU DARI KECERDASAN VISUAL SPASIAL

Maskanur Rezky^{1,a}, Lucy Maryeni^{2,b}, Ninik Diah Wulandari^{3,c}, Sukoriyanto^{4,d},
Mochammad Hafizh^{5,e}

^{1,2,3,4,5} *Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang*

^{a)} *maskanur.rezky.2003118@students.um.ac.id*

^{b)} *lucy.maryeni.2003118@students.um.ac.id*

^{c)} *ninik.diah.2003118@students.um.ac.id*

^{d)} *sukoriyanto.fmipa@um.ac.id*

^{e)} *moch.hafizh.fmipa@um.ac.id*

Abstrak

Tujuan penelitian ini ialah untuk mendeskripsikan proses berpikir aljabar terhadap kemampuan visualisasi geometri mahasiswa pada materi transformasi fungsi kompleks. Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif jenis deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan pada mata kuliah fungsi kompleks program studi S1 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang. Subjek dalam penelitian ini adalah tiga mahasiswa yang masing-masing memiliki kemampuan tinggi, sedang dan rendah yang dipilih berdasarkan hasil pekerjaan mengenai soal transformasi bilinear fungsi kompleks. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa subjek yang memiliki kemampuan tinggi mampu memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar sehingga dapat membuat visualisasi hasil transformasi secara geometris yang menunjukkan kecerdasan visual spasial yang baik. Subjek yang memiliki kemampuan sedang belum bisa memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar, sehingga kecerdasan visual spasialnya masih perlu dioptimalkan. Subjek yang memiliki kemampuan rendah dalam proses berpikir aljabar belum dapat memenuhi keseluruhan indikator, masih perlu dioptimalkan proses berpikir aljabarnya agar bisa melakukan representasi geometris.

Kata kunci: proses berpikir aljabar, kecerdasan visual spasial

PENDAHULUAN

Proses berpikir merupakan suatu hal yang pasti terjadi selama proses pembelajaran, salah satunya dalam mempelajari aljabar dalam bidang matematika. Naziroh [1] mengungkapkan bahwa pentingnya seseorang berpikir aljabar dalam mempelajari matematika jika ditinjau dalam konten matematika memiliki kaitan erat dalam upaya mengembangkan dan mengomunikasikan pengetahuan baik dalam bilangan, aljabar, geometri ataupun statistik dan peluang. Sementara itu, dalam konteks ilmu lainnya, proses

berpikir aljabar memiliki urgensi dikarekan dapat menyelesaikan masalah pada konteks ilmu lainnya, fisika, komputasi, bisnis dan masalah kehidupan sehari-hari [2]. Proses berpikir aljabar juga dapat membantu seseorang dalam menyelesaikan masalah sehari-hari dengan memanfaatkan simbol-simbol atau alat dan kemampuannya dalam bermatematika [3].

Berpikir aljabar adalah proses berpikir dalam memecahkan masalah dengan alatnya berupa simbol aljabar untuk dianalisa secara kuantitatif yang memperhatikan struktur perubahan, pemodelan matematika, kemampuan memprediksi dan membuat generalisasi serta digunakan dalam berbagai bentuk representasi secara terstruktur untuk menyelesaikan masalah [4]. Jika pendidik dapat memahami proses berpikir aljabar peserta didiknya maka akan dapat melihat kesalahan yang terjadi pada peserta didik sehingga dapat memperbaikinya berdasarkan indikator berpikir aljabar [5]. Adapun indikator berpikir aljabar yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan adaptasi [6] meliputi:

Tabel 1.1 Indikator Berpikir Aljabar dalam Materi Transformasi Fungsi Kompleks

No.	Indikator	Keterangan
1.	Generalisasi	Mahasiswa mampu menentukan bentuk umum dari fungsi aljabar yang diberikan
2.	Abstraksi	Mahasiswa mampu mengidentifikasi kecukupan sumber informasi pada soal
3.	Berpikir analitis	Mahasiswa mampu menyelesaikan bentuk aljabar untuk dibuat dalam fungsi kompleks
4.	Berpikir dinamis	Mahasiswa mampu melakukan manipulasi secara dinamis dari bentuk kompleks yang didapat sebelumnya.
5.	Pemodelan	Mahasiswa mampu memodelkan dan merepresentasikan masalah matematika menggunakan bentuk aljabar
6.	Organisasi	Mahasiswa mampu mengomunikasikan bentuk aljabar ke dalam bidang geometris

Menurut [7], kemampuan dalam memahami pola dan hubungan, membuat analisa dan pemecahan dalam masalah matematika mampu menggunakan simbol-simbol serta model-model matematika dan menganalisa berbagai kasus dalam matematika merupakan komponen yang wajib dimiliki dalam proses berpikir aljabar. Berpikir aljabar melibatkan dua proses pengorganisasian yang utama meliputi kemampuan pemecahan masalah dan kemampuan representasi dan komunikasi. Dalam proses berpikir aljabar, tidak hanya menekankan pada manipulasi simbol, melainkan mendorong peserta didik dalam membuat ide-ide eksplisit, mengonstruksi, merepresentasikannya dan mengomunikasikan secara sistematis [8].

Penelitian yang berkaitan dengan proses berpikir aljabar belum banyak dilakukan. Penelitian terkait hal tersebut masih dilakukan oleh peneliti-peneliti dari luar Indonesia misalnya, [9] terkait progres pembelajaran anak dalam berpikir aljabar, dan [10] terkait perkembangan pemikiran aljabar siswa. Selain itu, beberapa hasil temuan dari penelitian sebelumnya juga mengemukakan kesulitan mahasiswa dalam proses berpikir aljabar. Menurut [11] faktor penghambat mahasiswa dalam berpikir aljabar adalah kurangnya

kemampuan mahasiswa dalam merepresentasikan hal yang diketahui kedalam model matematika (baik dalam persamaan ataupun gambar). Penelitian lain mengenai proses berpikir aljabar pada mahasiswa semester dua dan enam sebagai calon guru matematika dilakukan oleh [12], memberikan kesimpulan bahwa walaupun sebagian besar mahasiswa mampu menyelesaikan soal tersebut dengan berpikir aljabar, tetapi belum sepenuhnya memakai pendekatan pemecahan masalah. Proses berpikir seseorang salah satunya dalam berpikir aljabar berbeda-beda salah satunya ditentukan berdasarkan kecerdasan yang dimiliki. Secara umum tiap orang akan memiliki delapan kecerdasan dasar yang meliputi: kecerdasan linguistik, kecerdasan logika matematis, kecerdasan musikal, kecerdasan kinestetik, kecerdasan intrapersonal dan interpersonal, kecerdasan eksistensial dan kecerdasan visual spasial [13]. Pada penelitian ini, peneliti akan memfokuskan pada kecerdasan visual spasial yang dimiliki oleh seseorang dalam melakukan transformasi fungsi kompleks.

Kecerdasan visual spasial adalah kemampuan seseorang dalam melakukan representasi atau membuat ilustrasi yang ada dalam gagasannya dengan melibatkan hubungan geometris, memperesentasikan serta membuat transformasi dari informasi yang bersifat simbolik. Selain itu, kecerdasan visual spasial dapat dimaknai sebagai proses untuk merepresentasikan dari sesuatu hal yang dipelajari sesuai dengan perkembangan seseorang serta berkaitan dengan garis, warna, bentuk dan ruang [14]. Berikutnya, [15] juga menjelaskan bahwa kecerdasan visual spasial merupakan kemampuan yang mencakup kemampuan berpikir dalam gambar, serta kemampuan untuk menyerap, mengubah dan menciptakan kembali berbagai macam aspek dunia visual. Kecerdasan visual spasial merupakan hal yang penting karena peserta didik dengan tipe kecerdasan spasial mampu meningkatkan prestasi belajar pada bidang geometri [16].

Menurut [17] menyatakan bahwa untuk mengetahui mahasiswa memiliki kecerdasan visual spasial maka perlu melihat indikator yaitu: 1) proses imajinasi, yaitu mampu memberikan informasi atau ilustrasi berdasarkan masalah yang diberikan secara relevan, 2) pembentukan konsep, yaitu mampu membuat konsep berdasarkan materi yang diberikan, 3) pemecahan masalah, yaitu mampu memberikan solusi atas masalah yang disajikan berdasarkan strategi yang telah ditetapkan dan 4) penemuan pola, yaitu mampu menyelesaikan masalah soal geometri melalui proses penemuan pola yang telah terbentuk.

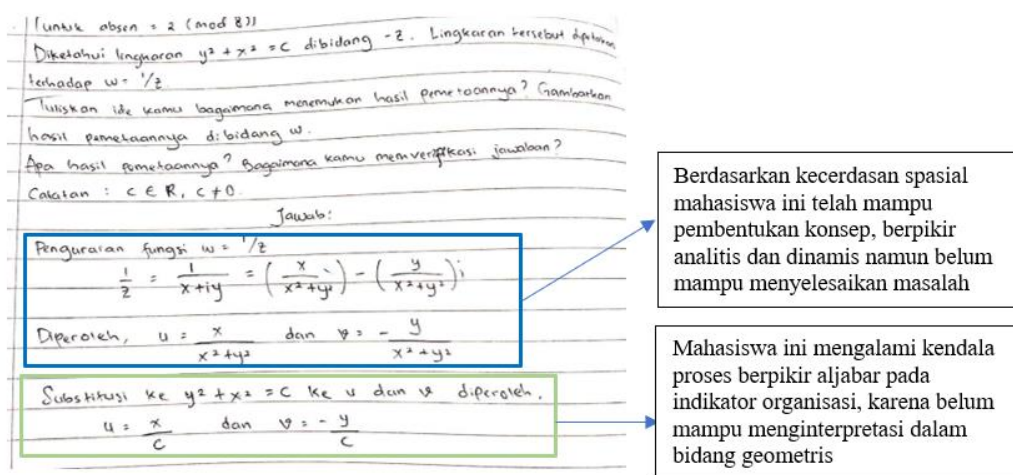
Kecerdasan spasial visual berkaitan dengan erat dan memiliki hubungan positif dengan bidang geometri [18]. Peserta didik masih sering mengalami kesulitan dalam belajar geometri. Hal ini sejalan dengan [5] yang menyatakan bahwa kemampuan geometri siswa di Indonesia masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan materi matematika lainnya. Penelitian lain juga menegaskan bahwa pemahaman dan penalaran peserta didik tentang geometri masih rendah yang disebabkan oleh kurangnya tingkat kemampuan visualisasi objek dalam pikiran siswa [19].

Jika dikaitkan dengan mata kuliah fungsi kompleks yang diharapkan mampu memberikan kemudahan dalam pemahaman dan penalaran di bidang geometris. Namun kenyataannya, kemampuan pemahaman dan penalaran mahasiswa masih belum optimal khususnya pada bilangan kompleks dikarenakan mahasiswa masih mengalami beberapa kesalahan dan tidak memahami konsep terutama pada materi transformasi fungsi kompleks [20]. Penelitian lain yang dilakukan oleh [21] mengungkapkab hawa pada materi transformasi bilinear fungsi kompleks mahasiswa masih mengalami kesulitan

dalam memanipulasi aljabar sehingga salah dalam melakukan transformasinya.

Selanjutnya, peneliti juga melakukan studi pendahuluan untuk mengetahui proses berpikir aljabar mahasiswa di Offering B Pendidikan Matematika semester V Universitas Negeri Malang yang berjumlah 35 mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 35 mahasiswa tersebut ternyata hanya 14,28% mahasiswa yang mampu menyelesaikan masalah transformasi fungsi kompleks tersebut. Berikut ini disajikan soal dan hasil pekerjaan mahasiswa di kelas tersebut:

Diketahui lingkaran $y^2 + x^2 = c$ di bidang $-z$. Lingkaran tersebut dipetakan terhadap $w = 1/z$.
Tuliskan ide kamu bagaimana menemukan hasil pemetaannya? Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w .
Apa hasil pemetaannya? Bagaimana kamu memverifikasi jawaban?
Catatan: $c \in \mathbb{R}, c \neq 0$.



Untuk absen = 2 (mod 8)
Diketahui lingkaran $y^2 + x^2 = c$ di bidang $-z$. Lingkaran tersebut dipetakan terhadap $w = 1/z$.
Tuliskan ide kamu bagaimana menemukan hasil pemetaannya? Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w .
Apa hasil pemetaannya? Bagaimana kamu memverifikasi jawaban?
Catatan: $c \in \mathbb{R}, c \neq 0$.

Jawab:

Penguraian fungsi $w = 1/z$
 $\frac{1}{z} = \frac{1}{x+iy} = \left(\frac{x}{x^2+y^2} \right) - \left(\frac{y}{x^2+y^2} \right)i$
Diperoleh, $u = \frac{x}{x^2+y^2}$ dan $v = -\frac{y}{x^2+y^2}$

Substitusi ke $y^2 + x^2 = c$ ke u dan v diperoleh,
 $u = \frac{x}{c}$ dan $v = -\frac{y}{c}$

Berdasarkan kecerdasan spasial mahasiswa ini telah mampu pembentukan konsep, berpikir analitis dan dinamis namun belum mampu menyelesaikan masalah

Mahasiswa ini mengalami kendala proses berpikir aljabar pada indikator organisasi, karena belum mampu menginterpretasi dalam bidang geometris

Gambar 1. Soal dan Hasil Pekerjaan Mahasiswa

Berdasarkan hasil pengerjaan mahasiswa tersebut telah memenuhi indikator abstraksi dengan memahami kecupukan informasi pada soal, berpikir analitis dengan menyelesaikan bentuk aljabar dan berpikir dinamis untuk memisahkan antara bagian dari bilangan real dan bagian dari bilangan imajiner dalam bentuk u dan v . Pemodelan yang ditunjukkan dengan operasi pada fungsi kompleks juga sudah tepat, akan tetapi dari segi indikator berpikir aljabar lainnya yaitu generalisasi dan organisasi belum diselesaikan. Hal ini diindikasikan karena mahasiswa tersebut mengalami kesulitan saat mengolah bentuk $u = \frac{x}{c}$ dan $v = \frac{y}{c}$ untuk menghasilkan persamaan lingkaran yang baru setelah ditransformasi oleh $w = \frac{1}{z}$. Dikarenakan mahasiswa tersebut belum menyelesaikan proses aljabarnya, tentu akan berpengaruh terhadap kecerdasan visual spasial yang belum melakukan proses imajinasi, memecahkan masalah dan pembentukan pola sehingga belum dihasilkan gambar pada bidang $-w$ sebagai hasil setelah ditransformasi.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan mengenai pentingnya proses berpikir aljabar dan permasalahan yang terjadi pada mahasiswa yang belum optimal terutama jika dikaitkan dengan kecerdasan visual spasial dalam menginterpretasikannya ke bidang

geometris, serta pentingnya mata kuliah fungsi kompleks maka perlu dilihat kemampuan mahasiswa yang berkategori tinggi, sedang dan rendah dalam kemampuan berpikir aljabarnya. Oleh karena itu perlunya dilakukan penelitian mengenai hal tersebut yang berkaitan dengan Proses Berpikir Aljabar Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah Transformasi Fungsi Kompleks Ditinjau dari Kemampuan Visual Spasial.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif jenis deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses berpikir aljabar terhadap kemampuan visualisasi geometri mahasiswa pada materi transformasi fungsi kompleks. Penelitian ini dilaksanakan di Offering B mata kuliah fungsi kompleks program studi Pendidikan Matematika S1 FMIPA Universitas Negeri Malang sebanyak 35 mahasiswa. Pemilihan subjek dalam penelitian ini didasarkan pada kategori kemampuan mahasiswa yang tinggi, sedang dan rendah dengan masing-masing kategori diambil satu orang mahasiswa berdasarkan hasil tes yang dianalisa melalui proses berpikir aljabar dan kecerdasan visual spasialnya.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dalam bentuk kualitatif. Data diperoleh berdasarkan hasil tes siswa dan wawancara untuk mengkaji lebih mendalam proses berpikir aljabar mahasiswa. Soal-soal tersebut telah disesuaikan dengan indikator yang telah dibuat. Setelah data diperoleh, data dianalisis dengan memperhatikan proses berpikir aljabar dari hasil lembar tes mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum berdasarkan analisa pengerjaan soal yang dilakukan oleh 35 mahasiswa penelitian pada mata materi Transformasi Bilinear Fungsi Kompleks, persentase proses berpikir aljabar berdasarkan indikator yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pekerjaan Mahasiswa Berdasarkan Indikator Proses Berpikir Aljabar

No.	Indikator	Persentase Pencapaian Mahasiswa
1.	Generalisasi	8,57%
2.	Abstraksi	28,57%
3.	Berpikir analitis	45,71%
4.	Berpikir dinamis	45,71%
5.	Pemodelan	17,14%
6.	Organisasi	35,71%

Berdasarkan hasil yang ditampilkan pada tabel di atas mengenai persentase pencapaian per indikator, menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa belum menguasai proses berpikir aljabar secara menyeluruh. Bagian indikator membuat generalisasi, mahasiswa masih belum mampu memberikan bentuk umum hasil dari transformasi bilinear fungsi kompleks. Hal ini diindikasikan akibat mereka juga belum menguasai proses abstraksi, berpikir analitis, berpikir dinamis serta melakukan pemodelan sebagai proses yang harus dilalui dalam berpikir aljabar. Melalui proses berpikir analitis dan berpikir dinamis, mahasiswa diharapkan mampu melakukan

manipulasi aljabar sehingga mampu mengabstraksi fungsi menjadi lebih sederhana untuk membuat pemodelan sebagai hasil komposisinya. Apabila serangkaian proses berpikir aljabar melalui indikator yang ditetapkan tersebut belum dikuasai secara optimal, maka hal ini tentu juga berakibat mereka tidak mampu mengorganisasikan hasil dari transformasi fungsi bilinear untuk diinterpretasikan dalam bidang- w berdasarkan kecerdasan visual spasialnya. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh [22; 23] yang mengungkapkan bahwa jika seseorang dapat menggunakan proses berpikir aljabarnya untuk memecahkan masalah dengan memperoleh penyelesaian untuk selanjutnya direpresentasikan dalam beragam bentuk secara matematis, dalam hal ini ke bidang geometri.

Melalui hasil pengerjaan yang dilakukan oleh 35 subjek penelitian, maka peneliti mengelompokkan tipe mahasiswa dalam melakukan proses berpikir aljabar, yakni mahasiswa dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Berikut ini diberikan soal dan hasil pekerjaan subjek yang memiliki kategori tersebut mengenai proses berpikir aljabar dikaitkan dengan kecerdasan visual spasial. Soal yang diberikan mengenai masalah transformasi bilinear fungsi kompleks sebagai berikut:

Diketahui $w = \frac{3iz+6}{2z-i}$

- Bagaimanakah komposisi fungsi w yang tepat ?
- Tentukan hasil pemetaan garis $y = k$ yang ditransformasikan oleh fungsi w . Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w . (hanya untuk absen genap)
- Tentukan hasil pemetaan garis $x = h$ yang ditransformasikan oleh fungsi w . Gambarkan hasil pemetaannya di bidang w . (hanya untuk absen ganjil)

Gambar 2. Soal Transformasi Bilinear fungsi Kompleks

Berikut ini disajikan hasil dan analisa jawaban dari subjek penelitian yang berkategori tinggi:

The image shows a student's handwritten solution to the problem in Gambar 2. The student has used two main approaches: 'Berpikir Analitis' (Analytical Thinking) and 'Berpikir Dinamis' (Dynamic Thinking).
Berpikir Analitis: The student decomposes the function $w = \frac{3iz+6}{2z-i}$ into a composition of simpler functions. They find $w_1 = 2iz+4$, $w_2 = \frac{1}{w_1}$, $w_3 = 5(w_2)$, $w_4 = 1+w_3$, and $w_5 = \frac{3}{2}i(w_4)$. They conclude that w is the composition of these functions.
Berpikir Dinamis: The student uses the substitution $z = \frac{u+iv}{2}$ to transform the function into a form involving u and v . They then analyze the image of the line $y=k$ in the w -plane, showing it as a hyperbola. They also mention the center of the hyperbola is $(0, \frac{3}{2})$.
Annotations: The student's work is annotated with boxes and arrows. 'Berpikir Analitis' is linked to the decomposition of the function. 'Berpikir Dinamis' is linked to the substitution and the resulting hyperbola. 'Abstraksi' and 'Organisasi' are linked to the final simplified form of the function. 'Generalisasi' is linked to the final result. 'Mampu menguraikan fungsi ke yang lebih sederhana...' is linked to the decomposition step. 'Mampu menyelesaikan aljabar secara analitis...' is linked to the substitution and simplification. 'Mampu memberikan bentuk umum untuk diorganisasi ke dalam grafik hiperbola...' is linked to the final hyperbola equation.

Gambar 3. Hasil Pengerjaan Subjek Berkategori Tinggi

Berdasarkan hasil pengerjaan subjek penelitian yang memiliki kemampuan tinggi tersebut, subjek tersebut telah menguraikan fungsi $f(z) = \frac{3iz+6}{2z-i}$ menjadi bentuk fungsi yang lebih sederhana melalui pemikiran analitis dan dinamis yang dimilikinya dan

memberikan pemodelan berupa bentuk komposisi fungsi hingga memperoleh generalisasi berupa hasil transformasi bilinear yang diharapkan. Proses abstraksi yang disajikan melalui bentuk aljabar itu juga telah mampu diorganisasikan dalam wujud sketsa grafik hiperbolik dalam bidang geometri oleh subjek tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa proses berpikir aljabar telah mampu diinterpretasikan dalam bentuk visual melalui kecerdasan visual spasial subjek tersebut.

Temuan yang dapat diamati ialah bahwa dengan melakukan representasi dalam bentuk geometri, mahasiswa dapat melihat kebenaran hasil yang diperoleh melalui transisi dari berpikir aljabar ke bidang geometri melalui kecerdasan visual spasialnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [24] yang mengungkapkan bahwa bentuk geometri akan membantu seseorang dalam melihat kembali proses perhitungan yang dilakukan sehingga menjadi tantangan tersendiri untuk meyakinkan kebenaran dari proses berpikir aljabar yang dilalui seseorang.

Berdasarkan hasil wawancara dengan subjek tersebut, mengungkapkan bahwa untuk menginterpretasikan bentuk aljabar sebagai upaya mendapatkan hasil transformasinya yaitu dengan memasukan beberapa nilai ke dalam fungsi yang diberikan serta kemudian menghubungkan titik-titik yang didapat sehingga diperoleh hasil transformasi pada bidang-w. Jika ditinjau dari aspek kecerdasan visual spasial maka subjek tersebut telah mampu menemukan pola untuk diinterpretasikan dalam bidang-w, melalui proses imajinasinya mampu memberikan ilustrasi yang tepat dengan berdasarkan pembentukan konsep sebagai hasil transformasi bilinear.

Selanjutnya, peneliti melakukan analisa hasil pengerjaan subjek penelitian yang berkategori sedang sebagai berikut:

2. diberikan fungsi: $w = \frac{-3z + 6i}{2iz + 1}$

a). bagaimana fungsi komposisinya?

$w = \frac{-3z + 6i}{2iz + 1} = \frac{3(2 + \frac{6i}{3})}{2i(z + \frac{1}{2i})} = \frac{-3(z + \frac{1}{2i} + \frac{6i}{3})}{2i(z + \frac{1}{2i})}$

$w = \frac{-3 + -3(\frac{1}{2i} + \frac{6i}{3})}{2i(z + \frac{1}{2i})} = \frac{-3 + \frac{6i}{2i} - (-6i)}{2i(2iz + 1)}$

$= \frac{-3 + -12 + 3}{2i} = \frac{-3}{2i} + \frac{-9}{2i(2iz + 1)}$

fungsi komposisinya adalah.

$w = 2iz + 1$

$w = \frac{1}{2iz + 1}$

$w = \frac{-3}{2i} + \frac{-12 + 3}{2i} \cdot \frac{1}{2iz + 1}$

$= -\frac{3}{2i} + \frac{-9}{2i} \cdot \frac{1}{(2iz + 1)}$

b. tentukan hasil pemetaan garis $x+h$ yang ditransformasikan oleh w . Gambarkan hasil pemetaan di bidang w

misalkan $x=1$ dan masukkan nilai $(1,0), (1,1), (1,2)$ maka

Domain	Rango w_1	Rango w_2	Rango w_3
$(1,0)$	$2i + 1$	$\frac{1}{2i+1}$	$\frac{-3 + \frac{6i}{2i+1}}{2i(2i+1)}$
$(1,1)$	$2i - 1$	$\frac{1}{2i-1}$	$\frac{-3 + \frac{6i}{2i-1}}{2i(2i-1)}$
$(1,2)$	$2i - 3$	$\frac{1}{2i-3}$	$\frac{-3 + \frac{6i}{2i-3}}{2i(2i-3)}$

misal $z = x + iy$

$w = 2i(x + iy) + 1$

$= 2xi + 2yi^2 + 1$

$= 2xi + -2y + 1$

$= 2xi - 2y + 1$

$w = \frac{1}{2xi - 2y + 1}$

$w = \frac{-3 + \frac{6i}{2xi - 2y + 1}}{2i(2xi - 2y + 1)}$

$= \frac{-3 + \frac{6i}{2xi - 2y + 1}}{2i(2xi - 2y + 1)}$

misalkan $x=2$ dan masukkan nilai $(2,0), (2,1), (2,2)$

Domain	Rango w_1	Rango w_2	Rango w_3
$(2,0)$	$4i + 1$	$\frac{1}{4i+1}$	$\frac{-3 + \frac{6i}{4i+1}}{2i(4i+1)}$
$(2,1)$	$4i - 1$	$\frac{1}{4i-1}$	$\frac{-3 + \frac{6i}{4i-1}}{2i(4i-1)}$
$(2,2)$	$4i - 3$	$\frac{1}{4i-3}$	$\frac{-3 + \frac{6i}{4i-3}}{2i(4i-3)}$

Uraian Pemetaan

Grafik $y=1$ dan $x=2$ di bidang w

Grafik $x=4$ di bidang z

Setelah melakukan abstraksi, mahasiswa tersebut mengalami kesulitan dalam membuat hasil transformasi pada bidang-z yang berkaitan dengan kecerdasan visual spasial

Berpikir Dinamis

Subjek masih mengalami kesalahan penulisan fungsi yang lebih sederhana dengan melibatkan variable z

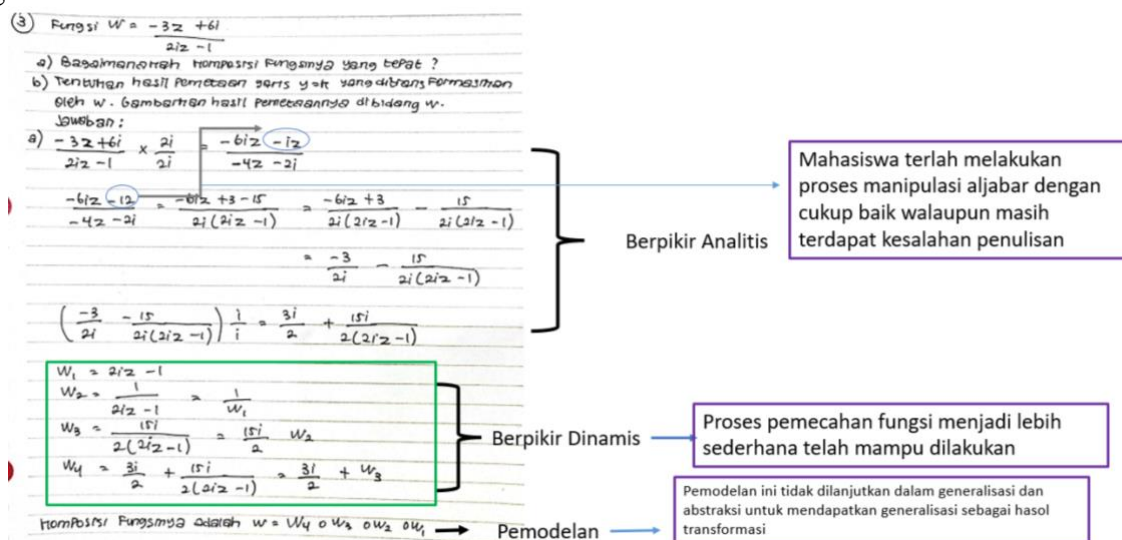
Gambar 4. Hasil Pengerjaan Subjek Berkategori Sedang

Secara keseluruhan, subjek tersebut telah melakukan proses berpikir aljabar yang meliputi indikator: berpikir analitis, berpikir dinamis, abstraksi dan organisasi. Meskipun keempat indikator tersebut telah ditunjukkan melalui pengerjaannya, namun mahasiswa tersebut masih mengalami kesalahan dalam berpikir dinamis, karena masih melibatkan

variabel z dalam penguraian fungsi yang lebih sederhana pada w_2 dan w_3 . Hal ini mengindikasikan subjek tersebut masih mengalami kesalahan dalam memahami fungsi komposisi. Selanjutnya, hasil dari transformasi bilinear yang disajikan dalam bidang- w masih belum tepat. Hal ini disebabkan subjek tersebut tidak membuat generalisasi dari hasil transformasi bilinear yang diharapkan, sehingga terjadi proses transisi yang salah dalam membuat visualisasi melalui kecerdasan visual spasialnya. Jika ditinjau dari kecerdasan visual spasialnya maka subjek tersebut masih belum mampu menerapkan konsep yang didapat, membuat visualisasi gambar yang tepat baik menggunakan pola atau kemampuan pemecahan masalah yang dimiliki.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [25] yang mengungkapkan bahwa pemecahan masalah yang melibatkan proses transfer simbolik dalam hal ini bentuk aljabar maka mengharuskan seseorang berpikir kreatif dan kritis untuk menghasilkan kecerdasan visual spasial yang mereka gambarkan dalam bidang geometri. Ketika, mereka mengalami kendala dalam melakukan perancangan, penerapan ide dan pengaitan konsep, maka akan mengalami kesulitan atau kesalahan dalam kecerdasan visual spasial mereka yakni untuk membuat ilustrasi secara geometris.

Berikutnya disajikan hasil pengerjaan subjek penelitian dengan kategori rendah sebagai berikut:



The image shows a student's handwritten solution to a problem involving the partial fraction decomposition of a complex rational function. The problem is: (3) Fungsi $W = \frac{-3z + 6i}{2iz - 1}$. The student is asked to decompose it into simpler fractions and then sketch the result in the w -plane.

The student's work includes the following steps and annotations:

- Problem Statement:** (3) Fungsi $W = \frac{-3z + 6i}{2iz - 1}$.
 - Basalkan arah komposisi Fungsi yang tepat?
 - Tentukan hasil pemecahan seris $y = x$ yang dibantu Formasi dan oleh w . Gambarkan hasil pemecahan di bidang w .
- Answer:**

$$\frac{-3z + 6i}{2iz - 1} \times \frac{2i}{2i} = \frac{-6iz - 12}{-4z - 2i}$$

$$\frac{-6iz - 12}{-4z - 2i} = \frac{-6iz + 3 - 15}{2i(2iz - 1)} = \frac{-6iz + 3}{2i(2iz - 1)} - \frac{15}{2i(2iz - 1)}$$

$$= \frac{-3}{2i} - \frac{15}{2i(2iz - 1)}$$

$$\left(\frac{-3}{2i} - \frac{15}{2i(2iz - 1)} \right) \cdot \frac{1}{i} = \frac{3i}{2} + \frac{15i}{2(2iz - 1)}$$
- Partial Fractions:**

$$W_1 = \frac{1}{2iz - 1}$$

$$W_2 = \frac{15i}{2(2iz - 1)} = \frac{15i}{2} \cdot W_1$$

$$W_4 = \frac{3i}{2} + \frac{15i}{2(2iz - 1)} = \frac{3i}{2} + W_3$$
- Conclusion:** Komposisi Fungsinya adalah $w = W_4 \circ W_3 \circ W_2 \circ W_1$.

Annotations and Analysis:

- Berpikir Analitis:** Points to the algebraic manipulation steps. A box notes: "Mahasiswa telah melakukan proses manipulasi aljabar dengan cukup baik walaupun masih terdapat kesalahan penulisan".
- Berpikir Dinamis:** Points to the decomposition into W_1, W_2, W_3, W_4 . A box notes: "Proses pemecahan fungsi menjadi lebih sederhana telah mampu dilakukan".
- Pemodelan:** Points to the final composition $w = W_4 \circ W_3 \circ W_2 \circ W_1$. A box notes: "Pemodelan ini tidak dilanjutkan dalam generalisasi dan abstraksi untuk mendapatkan generalisasi sebagai hasil transformasi".

Gambar 5. Hasil Pengerjaan Subjek Berkategori Rendah

Melalui hasil pengerjaan subjek tersebut menunjukkan bahwa sudah mampu untuk melakukan berpikir analitis dengan membuat manipulasi aljabar, meskipun masih mengalami *process skills error* jika ditinjau berdasarkan kesalahan Newman, yaitu kesalahan penulisan yang seharusnya -12 tetapi dituliskan iz . Subjek penelitian tersebut juga sudah membuat pemodelan komposisi berdasarkan hasil pemikiran dinamisnya, Akan tetapi, subjek tersebut tidak melakukan abstraksi yakni proses memahami transformasi yang terjadi sehingga tidak memperoleh generalisasi sebagai hasil transformasinya dan tidak bisa mengorganisasi yang dikaitkan dengan kecerdasan visual spasial untuk merepresentasikan dalam bidang- w . Berdasarkan hasil wawancara terhadap subjek tersebut mengungkapkan bahwa belum memahami cara untuk menggambarkan hasil transformasi yang dilakukan setelah memperoleh fungsi komposisi

bilinear tersebut. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [26] yang menunjukkan bahwa siswa yang kurang mengoptimalkan kecerdasan visual spasialnya, akan mengalami kesulitan dalam menerapkan pengetahuan yang telah dimiliki dalam memodifikasi dan menginterpretasi secara geometris dalam hal ini melakukan visualisasi hasil transformasi pada bidang $-w$.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengungkap bahwa pentingnya proses berpikir aljabar pada materi transformasi fungsi kompleks dalam melakukan interpretasi secara geometris sebagai hasil transformasi dari bidang $-z$ ke bidang $-w$. Interpretasi geometris ini memerlukan kecerdasan visual spasial yang dimiliki oleh mahasiswa. Temuan yang menarik pada penelitian ini ialah untuk memperoleh sketsa geometris maka mahasiswa harus melakukan manipulasi aljabar yang melibatkan serangkaian proses berpikir aljabarnya dan juga akan ditentukan berdasarkan kecerdasan visual spasial yang dimiliki. Ketika mahasiswa telah menyelesaikan proses aljabarnya, maka perlu ditinjau juga dari segi kecerdasan visual spasialnya tentang proses imajinasi yang dilakukan, pembentukan konsep dan pemecahan masalah serta penemuan pola untuk menggambar hasil transformasi pada bidang $-w$. Terdapat kesulitan yang dialami mahasiswa saat melakukan visualisasi secara geometris untuk menunjukkan hasil transformasinya. Hal ini bisa diatasi salah satunya dengan menggunakan *software* komputer. Sejalan dengan penelitian yang dikemukakan oleh [27; 28] yang mengungkapkan bahwa dalam mengatasi kesulitan kecerdasan visual spasial maka perlunya merancang pembelajaran matematika untuk bisa melibatkan penggunaan teknologi yang berkembang salah satunya program komputer sehingga mendukung proses interpretasi geometri.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan dari pekerjaan subjek penelitian mengenai transformasi bilinear fungsi kompleks menunjukkan bahwa: 1) subjek yang memiliki kemampuan tinggi mampu memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar sehingga bisa membuat visualisasi hasil transformasi geometri yang menunjukkan kecerdasan visual spasial yang baik, 2) subjek yang memiliki kemampuan sedang belum bisa memenuhi keseluruhan indikator proses berpikir aljabar, serta juga masih melakukan beberapa kesalahan dalam pemahaman interpretasi geometrisnya, sehingga kecerdasan visual spasialnya masih perlu dioptimalkan dan 3) subjek yang memiliki kemampuan rendah dalam proses berpikir aljabar masih perlu mengoptimalkan proses berpikir aljabarnya serta masih mengalami kesalahan dan belum bisa melakukan representasi geometris. Hal ini mengindikasikan bahwa proses berpikir aljabar akan menentukan kemampuan kecerdasan visual spasial seseorang, dengan kata lain proses berpikir aljabar serta kecerdasan visual spasial sangat diperlukan untuk menyelesaikan masalah transformasi fungsi kompleks.

Rekomendasi penelitian yang dilakukan selanjutnya sebagai upaya mengoptimalkan proses berpikir aljabar perlu dilakukan pengembangan model pembelajaran atau assesmen yang mampu melatih keterampilan proses berpikir aljabar dan mampu mendukung kecerdasan visual spasial peserta didik. Penelitian berikutnya juga bisa menganalisa korelasi antara kemampuan proses berpikir aljabar seseorang terhadap kecerdasan visual spasialnya. Selain itu, diperlukannya penerapan atau pengembangan media pembelajaran yang bisa memfasilitasi kecerdasan visual spasial pembelajar.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Naziroh, I. A., Suharto, S., Yudianto, E., Hobri, H., & Murtikusuma, R. P. (2018). Proses Berpikir Aljabar Siswa Dalam Memecahkan Permasalahan Matematika Berdasarkan Kemampuan Aljabar Dan Gender. *Kadikma*, 9(2), 136-144.
- [2] Saputro, G. B., & Mampouw, H. L. (2018). Profil Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa Smp Pada Materi Persamaan Linear Satu Variabel Ditinjau Dari Perbedaan Gender. *Numeracy*, 5(1), 77-90.
- [3] Toheri, T. (2012). Analisis Keterampilan Berpikir Aljabar Mahasiswa Semester IV Tahun Ajaran 2011–2012 Iain Syekh Nurjati Cirebon. *EduMa*, 2(2), 54757.
- [4] Kieran, C. (2004). Algebraic Thinking in The Early Grades: What Is It. *The Mathematics Educator*, 8(1), 139-151.
- [5] Hadi, S., & Novaliyosi. (2019). TIMSS Indonesia (Trends in International Mathematics and Science Study). Prosiding Seminar Nasional & Call for Papers.
- [6] Lew, H[7]–[10]. (2004). Developing Algebraic Thinking in Early Grades: Case Study of Korean Elementary School Mathematics 1. *The Mathematics Educator*, 8(1), 88–106.
- [7] Kusumaningsih, W., Mustoha, A., & Rahman, F. (2018). Pengaruh Strategi Multiple Representasi Pada Pembelajaran Realistik Matematik Terhadap Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa. *JIPMat*, 3(1), 75-81.
- [8] Tagle, J., Belecina, R. R., & Ocampo Jr, J. M. (2016). Developing algebraic thinking skills among grade three pupils through pictorial models. *EDUCARE*, 8(2).
- [9] Blanton, M., Stephen, A., Knuth, E., Gardiner, A., & Isler, I. (2014). Progressions of Learning in Children’s Algebraic Thinking. Manuscript In Preparation
- [10] Blanton, M., Stephen, A., Knuth, E., Gardiner, A., & Isler, I., & Kim, J.-S. (2015). The Development of Children’s Algebraic Thinking: The Impact of Comprehensive Early Algebra Intervention in Third Grade. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(1), 39-87
- [11] Cahyanintyas, Novita. Dian, Toto. (2018). Analisis Proses Berpikir Aljabar. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 6(1), 51-60.
- [12] Nur’aeni, Epon & Apriani, Ika Fitri. (2016). Analisis Proses Berpikir Aljabar Siswa Sekolah Dasar, Guru Sekolah Dasar dan Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Pembelajaran Matematika*, 3(1).69-78
- [13] Armstrong, T. (2003). *The Multiple Intelligence of Reading and Writing: Making the Words Come Alive* (pp.13-14). Alexandria. Virginia USA
- [14] Qurniyawati, Q., & Tasu'ah, N. (2020). Geometry Mosaic to Improve Spatial-Visual Intelligence of Children Age 5-6 Years. *BELIA: Early Childhood Education Papers*, 9(2), 73-79.
- [15] Nasution, E. Y. P. (2017). Meningkatkan Kemampuan Spasial Siswa Melalui Pembelajaran Geometri Berbantuan Cabri 3D. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(2), 179–194.
- [16] M. U. Fauzi, “Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Berdasarkan Kecerdasan Visual Spasial,” Universitas Muhammadiyah Jember, 2020.
- [17] Muljo, A. (2014). Korelasi Kecerdasan Visual Spasial dan Kecerdasan Logis Matematis dengan Kemampuan Berpikir Kreatif di SMA Negeri 1 Kejuruan Muda.

In IAIN Langsa.

- [18] S. Mananeke, J. Wenas, and O. Sambuaga, “Hubungan Kecerdasan Visual-Spasial dengan Hasil Belajar Matematika Siswa pada Materi Geometri,” *Jurnal Sains, Matematika & Edukasi*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [19] V. D. Librianti, “Kecerdasan Visual Spasial dan Logis Matematis dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Siswa Kelas VIII A SMP Negeri 10 Jember,” Universitas Jember, 2015.
- [20] I. Wahyuni and N. I. Karimah, “Analisis Kemampuan Pemahaman dan Penalaran Matematis Mahasiswa Tingkat IV Materi Sistem Bilangan Kompleks pada Mata Kuliah Analisis Kompleks,” *Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, vol. 1, no. 2, 2017.
- [21] Karimah, N. I., & Setiyani, S. (2019). Penerapan Lesson Study Pada Mata Kuliah Fungsi Peubah Kompleks. *WACANA AKADEMIKA: Majalah Ilmiah Kependidikan*, 3(2), 199-208.
- [22] Nurcholifah, S., Purwoko, R. Y., & Kurniawan, H. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Aljabar Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berbasis Open-Ended. *Maju: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 7(2), 44-52.
- [23] Faranita, S. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa SMP yang Bergaya Kognitif Impulsif – Reflektif Ditinjau dari Gender Reflective Cognitive Ability as Viewed From gender). 1, 49–60.
- [24] Apsari, R. A., & Putri, R. I. I. (2020). Geometry Representation to Develop Algebraic Thinking: A Recommendation for a Pattern Investigation in Pre-Algebra Class. *Journal on Mathematics Education*, 11(1), 45-58.
- [25] Novitasari, D., Triutami, T. W., Wulandari, N. P., Rahman, A., & Alimuddin, A. (2020). Students’ Creative Thinking in Solving Mathematical Problems Using Various Representations. In 1st Annual Conference on Education and Social Sciences (ACCESS 2019) (pp. 99-102). Atlantis Press.
- [26] Triutami, T. W., Hariyanti, U., Novitasari, D., Tyaningsih, R. Y., & Junaidi, J. (2021). High Visual-Spatial Intelligence Students’ Creativity in Solving PISA Problems. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, 5(1), 36-49.
- [27] Ochkov, V. F., & Bogomolova, E. P. (2015). Teaching mathematics with mathematical software. *Journal of Humanistic Mathematics*, 5(1), 265-285.
- [28] Zaldívar-Colado, A., Alvarado-Vázquez, R. I., & Rubio-Patrón, D. E. (2017). Evaluation Of Using Mathematics Educational Software for The Learning of First-Year Primary School Students. *Education Sciences*, 7(4), 79.

OPTIMALISASI RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KOTA SERANG DENGAN ALGORITMA ACS-RVND PADA VRPTW

Aulya Wulan Dhari^{1,a)}, Sapti Wahyuningsih²⁾

^{1,2)}Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No.5, Sumbersari, Kec. Lowokwaru,
Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

^{a)}*aulya.wulan.1803126@students.um.ac.id*

Abstrak

Matematika merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kehidupan. Teori graf adalah salah satu cabang ilmu matematika yang dapat diaplikasikan untuk membantu menyelesaikan suatu permasalahan dalam kehidupan nyata. Suatu permasalahan akan lebih mudah dimengerti dan lebih sederhana apabila dapat direpresentasikan dalam bentuk graf sehingga lebih mudah mencari solusi dari setiap permasalahan tersebut. *Vehicle Routing Problem* (VRP) yaitu salah satu kajian teori graf yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah rute optimal. Dalam penelitian ini digunakan Algoritma ACS yang telah banyak digunakan untuk menyelesaikan kasus terkait rute optimal. Selain itu, dalam penelitian ini algoritma ACS dikolaborasi dengan prosedur RVND. Prosedur RVND digunakan karena dalam beberapa penelitian sebelumnya prosedur tersebut sering digunakan juga untuk menyelesaikan kasus terkait rute optimal. Sehingga dalam permasalahan ini digunakan algoritma ACS-RVND pada salah satu varian dari VRP yaitu VRPTW untuk optimalisasi rute pengangkutan sampah. Tujuan dari masalah ini adalah untuk menentukan rute pengangkutan sampah yang optimal di Kota Serang dengan memenuhi kendala berupa *time windows* dan kapasitas kendaraan. Berdasarkan perhitungan diperoleh hasil berupa rute pengangkutan sampah yang optimal. Sehingga Dinas Lingkungan Hidup Kota Serang dapat mempertimbangkan dan menggunakan Algoritma ACS-RVND untuk mengoptimalkan kesesuaian rute pengangkutan sampah yang baru. Pada kasus ini, data yang digunakan antara lain jumlah tempat pembuangan sampah (TPS) sebanyak 58 unit, waktu layanan setiap TPS dengan waktu rata-rata 10 menit, jarak antar TPS, waktu buka dan tutup TPS, jumlah permintaan setiap TPS, dan kapasitas kendaraan sehingga didapat solusi akhir dengan 7 rute dan total jarak yaitu 261.34 km.

Kata kunci: Optimalisasi, Rute pengangkutan sampah, Algoritma ACS-RVND, VRPTW

PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai sampah masih belum bisa diatasi oleh Pemerintah Kota (Pemkot) Serang, Banten. Salah satu penyebabnya yaitu pengangkutan sampah yang kurang optimal. Akibatnya sampah menjadi menumpuk di beberapa titik dan terjadi *overtime* pada proses pengangkutan sampah. Total jarak yang ditempuh mencapai 301,8 km dengan jumlah TPS yaitu 58 lokasi dan waktu pengangkutan rata-rata 10 menit. Kendaraan yang digunakan untuk pengangkutan sampah salah satunya yaitu *armroll*

yang terdapat 7 unit. Untuk menangani masalah sampah di Kota Serang, perlu dibuat suatu sistem yang berfungsi untuk mengoptimalkan rute pengangkutan sampah. Pencarian rute optimal sama saja dengan mencari rute terpendek. Pencarian rute terpendek merupakan penerapan dari salah satu cabang ilmu matematika yaitu graf. Dalam graf terdapat pembahasan mengenai *Vehicle Routing Problem* (VRP). Pada VRP terdapat sejumlah *customer* yang tersebar di beberapa titik dengan permintaan yang bermacam-macam dan *customer* tersebut dilayani oleh beberapa kendaraan yang tersedia dari satu depot dengan kapasitas terbatas [1]. Terdapat berbagai macam varian VRP namun dalam menyelesaikan masalah ini, akan digunakan varian VRPTW. VRPTW merupakan perluasan dari VRP dimana terdapat batasan kapasitas barang dan setiap pelanggan i memiliki waktu interval $[a_i, b_i]$ yang disebut dengan *time windows*. Waktu saat kendaraan meninggalkan depot, waktu tempuh, t_{ij} , untuk setiap busur $(i, j) \in A$ (atau t_e untuk setiap $e \in E$) dan waktu layanan tambahan s_i untuk setiap pelanggan i juga diberikan [2]. VRPTW dipilih karena menyesuaikan dengan masalah di lapangan dan varian VRPTW sudah banyak digunakan untuk mengatasi masalah rute pengangkutan sampah, seperti pengangkutan sampah dengan *binary integer programming* [3], optimasi rute truk pengangkutan sampah di Kota Depok [4], VRPTW dalam menjadwalkan armada pengangkutan sampah [5], dan untuk mencari rute optimal pengangkutan sampah di Kota Yogyakarta dengan *hybrid genetic algorithm* [6]. Dalam mengatasi masalah optimasi distribusi pengangkutan sampah di Kota Serang, dipilih algoritma metaheuristik *Ant Colony System* (ACS) dengan prosedur *Randomized Variable Neighborhood Descent* (RVND). Algoritma semut dipilih karena algoritma semut mampu mendapatkan hasil otur terbaik dibandingkan algoritma genetika, algoritma simulated annealing, dan *annealing-genetic algorithm* [7]. ACS sering digunakan dalam menyelesaikan permasalahan VRP seperti VRPTW untuk sistem logistik distribusi produk botol [8], untuk menyelesaikan masalah VRPSPD [9], untuk menyelesaikan masalah HVRPTW [10], dan untuk menyelesaikan masalah DVRPTWSD [11]. Kemudian beberapa penelitian yang pernah menggunakan metode RVND yaitu penjadwalan pekerjaan pada mesin paralel dengan efek deteriorasi [12] dan pendistribusian parsel [13]. Sehingga Algoritma ACS-RVND adalah kombinasi antara algoritma metaheuristik *Ant Colony System* (ACS) dengan prosedur *Randomized Variable Neighborhood Descent* (RVND) untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari hasil sebelumnya.

METODE

Algoritma ACS-RVND adalah kombinasi antara algoritma metaheuristik *Ant Colony System* (ACS) dengan prosedur *Randomized Variable Neighborhood Descent* (RVND) untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari hasil sebelumnya. Algoritma ACS mengadopsi perilaku semut dalam membentuk rute terbaik saat mencari makanan. Algoritma ACS sebagai *long term memory structure* menampung semua kombinasi selama proses pencarian solusi sehingga memiliki keunggulan mampu mengeksplorasi beragam kemungkinan solusi [9]. Algoritma *Randomized Variable Neighborhood Descent* (RVND) dipilih karena merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi dengan metode *local search* dan banyak dikombinasikan dengan metode lainnya untuk menyelesaikan permasalahan. Algoritma RVND merupakan algoritma berulang yang melakukan perpindahan *neighborhood* tanpa memperhatikan urutan struktur *neighborhood* sehingga tidak membutuhkan syarat urutan [14]. Pemilihan *neighborhood* secara acak akan menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan dengan pemilihan *neighborhood* yang terurut [15]. Sehingga dari kedua algoritma tersebut jika dikombinasikan memungkinkan didapatnya solusi yang

lebih baik. Dalam melakukan analisis perhitungan menggunakan metode ACS-RVND, dilakukan langkah langkah yaitu tahap satu berupa inisialisasi solusi awal. Pada tahap ini digunakan algoritma ACS. Penerapan algoritma ini pada VRPTW yaitu membangkitkan semut untuk melakukan perjalanan dari depot untuk mengunjungi beberapa *customer*. Kunjungan setiap *customer* tepat satu kali dan total muatan semut tidak boleh melanggar kapasitas yang telah ditentukan, selain itu *time windows* pada masing-masing *customer* juga perlu diperhatikan. Jika kendala dilanggar, maka semut akan kembali lagi ke depot dan membuat rute yang baru dari depot. Langkah algoritma ACS untuk masalah VRPTW yaitu langkah satu berupa inisialisasi. Pada langkah ini akan dilakukan inisialisasi parameter yaitu banyak semut (m), banyak iterasi (itr), parameter perbandingan (q_0), pengendalian intensitas visibilitas (β), parameter penguapan pheromone local (ρ), dan parameter penguapan pheromone global (α). Selanjutnya yaitu inisialisasi *pheromone* awal. Algoritma *Nearest Neighbor* digunakan untuk membangkitkan *pheromone*. Selanjutnya langkah kedua yaitu pembentukan tabulist. Pada langkah ini dilakukan proses penyimpanan titik yang sudah dikunjungi. Tujuannya yaitu supaya *customer* tidak dikunjungi kembali sampai terbentuk suatu rute. Kemudian akan dilakukan pembangkitan rute pada beberapa semut dengan memperhatikan kendala. Lalu langkah ketiga yaitu *updating local pheromone*. Pada langkah ini mengakibatkan sisi yang telah dikunjungi oleh semut terjadi penambahan jumlah *pheromone* dibandingkan sebelumnya. Sehingga kemungkinan sisi tersebut untuk dilalui oleh semut lainnya juga bertambah karena semut memiliki tingkat *pheromone* yang tinggi. Akhir dari tahap satu didapat solusi awal yang memuat seluruh *customer*. Kemudian tahap kedua yaitu perbaikan solusi. Pada tahap ini digunakan algoritma RVND. Penggunaan algoritma RVND pada masalah VRPTW harus memastikan bahwa perpindahan yang dilakukan tidak melanggar kendala kapasitas dan *time windows*. Selanjutnya tahap ketiga yaitu penerimaan kriteria (kondisi optimal). Pada tahap ini akan diberikan hasil penyelesaian pada permasalahan VRPTW. Penerimaan kriteria melakukan pemilihan solusi baru yang lebih baik dari solusi sebelumnya setelah melakukan perulangan sebanyak parameter iterasi yang telah ditentukan. Pada tahap ini dipilih solusi dengan hasil terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperlukan yaitu data banyaknya tempat sampah (TPS) di Kota Serang dan lokasi TPS yang dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel 4.1 Data Banyaknya TPS dan Lokasi TPS

No.	Nama TPS	Lokasi
1.	TPS Yumaga	Jl. Yumaga Benggala
2.	TPS Ujair Yahya	Jl. Ujair Yahya
3.	TPS Benggala RSUD	Benggala RSUD
4.	TPS Satria Dalam	Komp. Satria Dalam
5.	TPS SMA 2 Nancang	SMA 2 Nancang
6.	TPS Cipocok	Jl. Bhayangkara Cipocok
7.	TPS Kerucut	Jl. Ahmad Yani
8.	TPS SMP 1 Ciceri	SMP 1 Ciceri



9.	TPS Komp. P&K	Komp. P&K Penancangan
10.	TPS Prisma	SMA Prisma
11.	TPS Bina Bangsa	STIE Bina Bangsa
12.	TPS Komp. Untirta	Perumahan Untirta
13.	TPS Bumi Serang Timur	Perumahan BST
14.	TPS Bumi Mutiara Serang	Perumahan BMS
15.	TPS Al-Manar Lopang	Jl. Kasemen-Banten
16.	TPS Lopang I-Unyur	Jl. Raya Banten-Karangantu
17.	TPS Griya Lopang	Jl. Ayip Usman
18.	TPS Mandala Citra	Komp. Mandala Citra
19.	TPS Bumi Sari	Komp. Bumi Sari
20.	TPS Puri Citra	Komp. Puri Citra
21.	TPS Taman Pipitan Indah	Komp. TPI
22.	TPS Puskesmas Walantaka	Puskesmas Walantaka
23.	TPS Graha Walantaka	Komp. Graha Walantaka
24.	TPS Persada Banten	Komp. Persada Banten
25.	TPS Full Bus Armada	Kaligandu
26.	TPS Saleh Baimin	Jl. Saleh Baimin
27.	TPS Tanggul	Ling. Tanggul Cimuncang
28.	TPS Depan Denpom	Jl. Maulana Yusuf
29.	TPS Pegantungan	Ling. Pegantungan
30.	TPS Rutan Margersari	Jl. Mayor Syafe'i
31.	TPS Asrama Brimob	Jl. KH Amin Jasuta
32.	TPS Kebon Sayur	Kebon Sayur
33.	TPS Perumnas Ciracas	Perumnas Ciracas
34.	TPS UIN Serang	Ciceri
35.	TPS Pemkot Lama	Pemkot Lama Ciceri
36.	TPS SMKN 1	Jl. KH Abdul Fatah Hasan
37.	TPS SMK PGRI	SMK PGRI Kelunjakan
38.	TPS Ling. Cilampang	Kp. Cilampang
39.	TPS Pasar Kalodran	Pasar Kalodran
40.	TPS Penancangan	Penancangan

41.	TPS Serang Hijau	Perumahan Serang Hijau
42.	TPS Terminal Pakupatan	Terminal Pakupatan
43.	TPS Lebak Indah	Perumahan Lebak Indah
44.	TPS Warung Jaud	Kel. Warung Jaud
45.	TPS Cigoong	Kel. Cigoong Walantaka
46.	TPS Kilasah	Kel. Kilasah Kasemen
47.	TPS Sawah Luhur	Kel. Sawah Luhur Kasemen
48.	TPS Marguluyu	Kel. Marguluyu Kasemen
49.	TPS Kasunyatan	Kel. Kasunyatan Kasemen
50.	TPS Kasemen	Kel. Kasemen
51.	TPS Kagungan	Kel. Kagungan Serang
52.	TPS Taktakan	Kel. Taktakan
53.	TPS Sayar	Kel. Sayar
54.	TPS Sukajaya	Kel. Sukajaya Curug
55.	TPS Curug Manis	Kel. Curug Cimanis
56.	TPS Cimuncang	Kel. Cimuncang Serang
57.	TPS Cipare	Kel. Cipare
58.	TPS Kuranji	Kel. Kuranji

Untuk mencari jarak antar TPS, bisa digunakan alat bantu program yaitu google maps. Selain itu diperlukan kapasitas TPS, lama waktu pengangkutan sampah dimasing-masing TPS, waktu buka dan tutup TPS. Datanya dapat dilihat ditabel berikut.

Tabel 4.2 Data TPS

TPS	Kapasitas (kg)	Waktu Pelayanan	e_i	l_i	Konversi (menit)
C1	60	10	07.00	10.00	0-180
C2	60	10	07.00	10.00	0-180
C3	120	10	07.00	10.00	0-180
C4	60	10	07.00	10.00	0-180
C5	120	10	07.00	10.00	0-180
C6	90	10	07.00	10.00	0-180
C7	60	10	07.00	10.00	0-180
C8	180	10	07.00	10.00	0-180
C9	90	10	07.00	10.00	0-180
C10	120	10	07.00	10.00	0-180



C11	120	10	07.00	10.00	0-180
C12	90	10	07.00	10.00	0-180
C13	90	10	07.00	10.00	0-180
C14	90	10	07.00	10.00	0-180
C15	120	10	07.00	10.00	0-180
C16	180	10	07.00	10.00	0-180
C17	90	10	07.00	10.00	0-180
C18	90	10	07.00	10.00	0-180
C19	90	10	07.00	10.00	0-180
C20	90	10	07.00	10.00	0-180
C21	90	10	07.00	10.00	0-180
C22	60	10	07.00	10.00	0-180
C23	120	10	07.00	10.00	0-180
C24	180	10	07.00	10.00	0-180
C25	60	10	07.00	10.00	0-180
C26	90	10	07.00	10.00	0-180
C27	180	10	07.00	10.00	0-180
C28	60	10	07.00	10.00	0-180
C29	90	10	07.00	10.00	0-180
C30	60	10	08.00	10.00	60-180
C31	60	10	08.00	10.00	60-180
C32	150	10	08.00	10.00	60-180
C33	150	10	08.00	10.00	60-180
C34	120	10	08.00	10.00	60-180
C35	90	10	08.00	10.00	60-180
C36	120	10	08.00	10.00	60-180
C37	90	10	08.00	10.00	60-180
C38	180	10	08.00	10.00	60-180
C39	150	10	08.00	10.00	60-180
C40	180	10	08.00	10.00	60-180
C41	180	10	08.00	10.00	60-180
C42	180	10	08.00	10.00	60-180

C43	180	10	08.00	10.00	60-180
C44	180	10	08.00	10.00	60-180
C45	180	10	08.00	10.00	60-180
C46	120	10	08.00	10.00	60-180
C47	120	10	08.00	10.00	60-180
C48	120	10	08.00	10.00	60-180
C49	120	10	08.00	10.00	60-180
C50	120	10	08.00	10.00	60-180
C51	120	10	08.00	10.00	60-180
C52	120	10	08.00	10.00	60-180
C53	120	10	08.00	10.00	60-180
C54	120	10	08.00	10.00	60-180
C55	120	10	08.00	10.00	60-180
C56	120	10	08.00	10.00	60-180
C57	120	10	08.00	10.00	60-180
C58	120	10	08.00	10.00	60-180

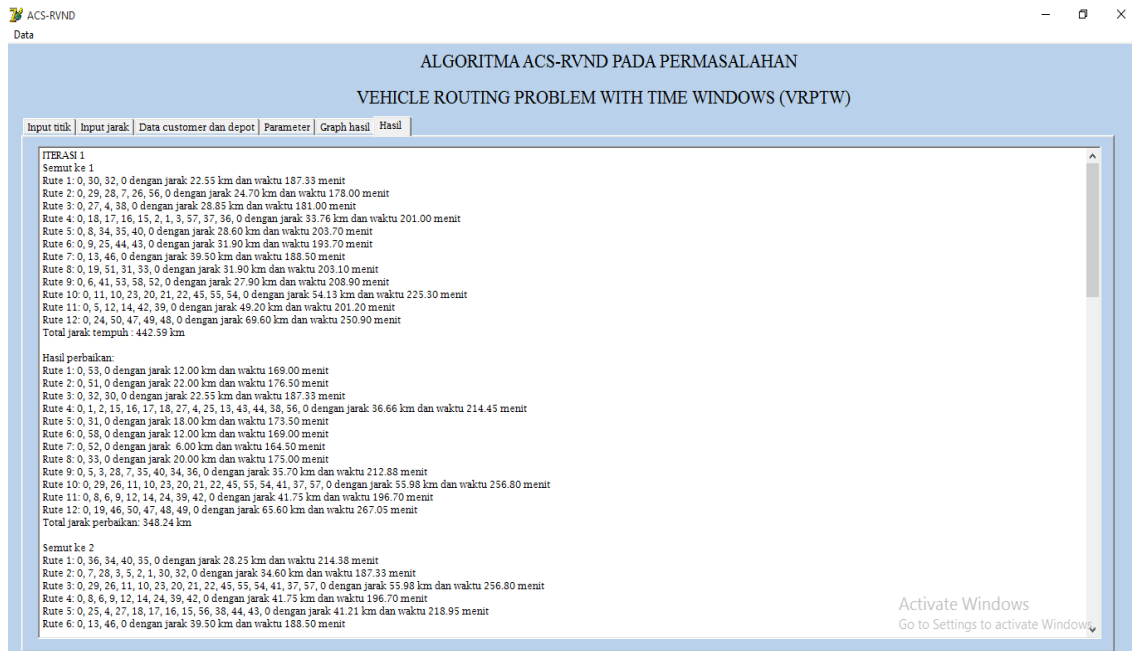
Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa C_i merupakan simbol untuk titik-titik TPS dengan $i \in N$ yang mengikuti urutan pada Tabel 4.1. Masing-masing TPS mempunyai kapasitas yang berbeda-beda namun mempunyai waktu pelayanan yang sama yaitu 10 menit. e_i menunjukkan waktu paling awal pengangkutan sampah dimasing-masing TPS dan l_i menunjukkan waktu paling akhir pengangkutan sampah dimasing-masing TPS. Waktu pengangkutan kemudian dikonversi ke dalam menit dengan waktu paling awal yaitu pukul 07.00 sehingga jika ada TPS yang waktu paling awal pengangkutan sampah pada pukul 07.00 maka konversi waktunya bernilai 0. Selain itu, diperlukan pula data depot sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data Depot

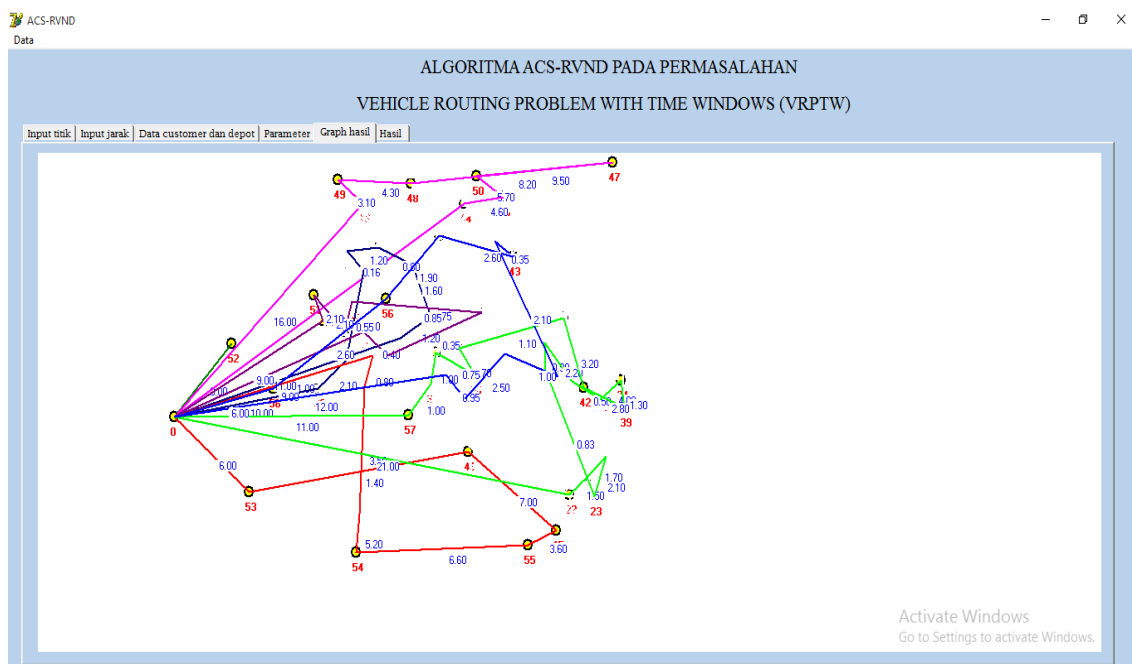
Titik Depot	Time Windows		Kecepatan rata-rata (km/jam)	Kapasitas kendaraan (kg)	Konversi (menit)
	e_0	l_0			
C0	07.00	12.00	40	5300	0-300

Pada Tabel 4.3, C0 merupakan simbol untuk titik depot. Kemudian kolom kedua menunjukkan bahwa $e_0 = 07.00$ yang menyatakan waktu paling awal kendaraan berangkat dan $l_0 = 12.00$ menyatakan waktu paling akhir kendaraan sampai ke depot. Kolom ketiga menyatakan kecepatan rata-rata truk sampah dalam mengangkut sampah yaitu 40 km/jam dan kolom keempat menyatakan kapasitas masing-masing kendaraan yaitu 5300 kg. Perhitungan dengan menggunakan alat bantu program algoritma ACS-RVND untuk menyelesaikan permasalahan VRPTW oleh Dita Feby Indrian

menghasilkan 7 rute yang bisa mewakili masing-masing satu kendaraan pengangkut sampah (*armroll*) dengan total jarak yaitu 261.34 km. Dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Rincian Hasil Perhitungan



Gambar 4.2 Hasil Perhitungan Dalam Graph

Jumlah rute yang digunakan pada hari biasa sama yaitu 7 rute namun total jarak yang didapat lebih besar yaitu 301.8 km. Selisih total jarak mencapai 40.46 km. Selain itu, masing-masing rute mempunyai waktu tempuh yang tidak melebihi kendala sehingga tidak akan terjadi *overtime* dalam proses pengangkutan sampah di Kota Serang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil yang didapat dari perhitungan menunjukkan total jarak yaitu 261.34 km lebih kecil dari total jarak pada hari biasa yaitu 301.8 km dengan selisih mencapai 40.46 km. Jumlah rute yang dihasilkan yaitu 7 rute yang masing-masing mewakili satu kendaraan pengangkut sampah (*armroll*) dengan masing-masing urte mempunyai waktu tempuh yang tidak melebihi kendala sehingga tidak akan terjadi *overtime*. Pencarian rute optimal dengan kendala waktu menggunakan VRPTW dengan algoritma ACS-RVND dan alat bantu program dengan algoritma ACS-RVND untuk menyelesaikan permasalahan VRPTW oleh Dita Feby Indrian mampu mengatasi permasalahan pengangkutan sampah di Kota Serang. Saran untuk penelitian selanjutnya dalam menyelesaikan kasus rute optimal pengangkutan sampah di Kota Serang, bisa mencoba algoritma lain yang banyak digunakan dalam penyelesaian rute optimal seperti algoritma *tabu search*, algoritma genetik, dan sebagainya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Ş. Birim, "Vehicle Routing Problem with Cross Docking: A Simulated Annealing Approach," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 235, pp. 149–158, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.sbspro.2016.11.010.
- [2] P. Toth and D. Vigo, Eds., *The Vehicle Routing Problem*. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002. doi: 10.1137/1.9780898718515.
- [3] D. Sutrisno, M. A. Ilhami, and E. Febianti, "Optimasi Rute Pengangkutan Sampah Dengan Metode Vehicle Routing Problem With Time Window Menggunakan Binary Integer Programming," vol. 4, p. 6, Mar. 2016.
- [4] T. M. Mappa and Sudaryanto, "OPTIMASI RUTE TRUK PENGANGKUT SAMPAH DI KOTA DEPOK," *J. Ilm. Teknol. Dan Rekayasa*, vol. 24, no. 3, pp. 226–239, 2019, doi: 10.35760/tr.2019.v24i3.2399.
- [5] D. I. Handayani, "Vehicle Routing Problem with Time Window dalam Menjadwalkan Armada Pengangkutan Sampah," vol. 2, no. 2, p. 6, 2012.
- [6] E. Armandi, A. Purwani, and U. Linarti, "Optimasi Rute Pengangkutan Sampah Kota Yogyakarta Menggunakan Hybrid Genetic Algorithm," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 2, pp. 236–244, Dec. 2019, doi: 10.23917/jiti.v18i2.8744.
- [7] M. Dorigo and L. M. Gambardella, "Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem," *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 1, 1997, doi: 10.1109/4235.585892.
- [8] C. G. Gómez S., L. Cruz-Reyes, J. J. González B., H. J. Fraire H., R. A. Pazos R., and J. J. Martínez P., "Ant colony system with characterization-based heuristics for a bottled-products distribution logistics system," *J. Comput. Appl. Math.*, vol. 259, no. PART B, pp. 965–977, 2014, doi: 10.1016/j.cam.2013.10.035.
- [9] C. B. Kalayci and C. Kaya, "An ant colony system empowered variable neighborhood search algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery," *Expert Syst. Appl.*, vol. 66, pp. 163–175, 2016, doi: 10.1016/j.eswa.2016.09.017.
- [10] J. C. Molina, J. L. Salmeron, and I. Eguia, "An ACS-based memetic algorithm for the heterogeneous vehicle routing problem with time windows," *Expert Syst. Appl.*, vol. 157, 2020, doi: 10.1016/j.eswa.2020.113379.
- [11] M. Schyns, "An ant colony system for responsive dynamic vehicle routing," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 245, no. 3, pp. 704–718, 2015, doi: 10.1016/j.ejor.2015.04.009.
- [12] V. L. A. Santos and J. E. C. Arroyo, "Iterated Greedy with Random Variable Neighborhood Descent for Scheduling Jobs on Parallel Machines with Deterioration Effect," *Electron. Notes Discrete Math.*, vol. 58, pp. 55–62, 2017,

- doi: 10.1016/j.endm.2017.03.008.
- [13] J. C. de Freitas and P. H. V. Penna, “A Randomized Variable Neighborhood Descent Heuristic to Solve the Flying Sidekick Traveling Salesman Problem,” *Electron. Notes Discrete Math.*, vol. 66, pp. 95–102, 2018, doi: 10.1016/j.endm.2018.03.013.
 - [14] M. M. Silva, A. Subramanian, and L. S. Ochi, “An iterated local search heuristic for the split delivery vehicle routing problem,” *Comput. Oper. Res.*, vol. 53, pp. 234–249, 2015, doi: 10.1016/j.cor.2014.08.005.
 - [15] D. Satyananda and S. Wahyuningsih, “Sequential order vs random order in operators of variable neighborhood descent method,” *Telkomnika Telecommun. Comput. Electron. Control*, vol. 17, no. 2, pp. 801–808, 2019, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.V17I2.11789.

OPTIMALISASI PENJADWALAN PELATIHAN DI BALAI BESAR PELATIHAN PERTANIAN KETINDAN MENGGUNAKAN *CRITICAL PATH METHOD*

Hamidah Dian Romadhon^{1,a)}, Sapti Wahyuningsih^{2,b)}

^{1,2)}Universitas Negeri Malang

^{a)}hamida.dian.1803126@students.um.ac.id

^{b)}sapti.wahyuningsih.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Masalah perencanaan penjadwalan merupakan masalah yang perlu diselesaikan lebih awal untuk merencanakan waktu mulai dan selesainya suatu proyek atau kegiatan. Perencanaan penjadwalan merupakan masalah *network planning* yang dapat diselesaikan dengan *Critical Path Method* (CPM). Fokus pembahasan artikel ini adalah penerapan CPM pada perencanaan penjadwalan pelatihan di Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Ketindan dengan batas durasi waktu tunggal. Metode penyelesaian menggunakan CPM dengan program POM-QM. Hasil perhitungan CPM merupakan waktu penyelesaian dan lintasan kritis yaitu kegiatan yang tidak boleh ditunda. Hasil optimalisasi penjadwalan BBPP yaitu waktu penyelesaian 27 hari dan lintasan kritis Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf → Angkatan II → Bimbingan Teknis → Integrated Pest Management Africa → Integrated Pest Management America Latin → Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online) → Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline) → Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline).

Kata kunci: perencanaan penjadwalan, *network planning*, CPM, waktu penyelesaian, lintasan kritis.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu kontributor utama perekonomian nasional. Kemajuan dan perkembangan sektor pertanian perlu didukung dengan sumber daya manusia (SDM) yang profesional dan kompeten. Dalam mendukung hal tersebut, Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Ketindan sebagai unit pelaksana teknis mengembangkan program kerjasama baik pelatihan teknis berbasis inovasi teknologi maupun pelatihan fungsional [1].

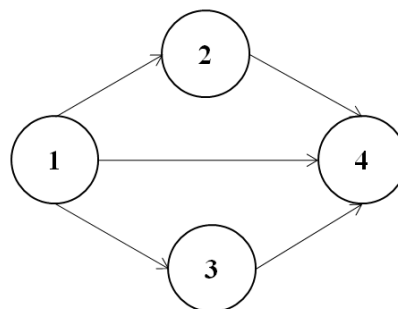
Adapun program-program yang diselenggarakan oleh BBPP Ketindan antara lain menyelenggarakan pelatihan teknis, fungsional dan kewirausahaan di bidang pertanian. Menyelenggarakan sertifikasi profesi bagi penyuluh pertanian, petani, pelaku pertanian di bidang penyuluhan pertanian, pertanian organik, budidaya kedelai, pengolahan hasil pertanian, menyelenggarakan kerjasama penelitian dan permagangan.

Banyak program yang telah diselenggarakan oleh BBPP Ketindan selama ini. Selama satu bulan, ada lebih dari 10 program pelatihan/sertifikasi yang diselenggarakan. Selain itu, pada suatu pelatihan, peserta yang didatangkan tidak langsung seluruhnya,

melainkan dibagi menjadi beberapa angkatan sehingga kegiatan pelatihan dilakukan selama beberapa hari. Oleh sebab itu, manajemen perencanaan penjadwalan perlu dilakukan secara sistematis sehingga pelaksanaan kegiatan dalam satu bulan dapat berjalan dengan baik.

Sebelumnya, perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan belum menerapkan CPM pada saat menjadwalkan suatu kegiatan. Perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan dilakukan secara manual dengan mengonfirmasi jadwal terlebih dahulu bersama Tim Penyelenggaraan Pelatihan, kemudian memanajemen waktu penjadwalan pelatihan secara manual. Oleh karena itu, pelaksanaan kegiatan terkadang tidak tepat waktu sehingga menyebabkan kemunduran jadwal kegiatan pada bulan selanjutnya. Oleh karena itu, optimalisasi dalam melakukan perencanaan penjadwalan diperlukan agar kegiatan dapat berjalan dengan baik yang artinya jadwal kegiatan dapat selesai tepat waktu dan tidak mempengaruhi kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan.

Masalah perencanaan penjadwalan merupakan teori *network planning*. *Network Planning* merupakan suatu bentuk rencana proyek yang disajikan dalam bentuk jaringan[2]. Node awal dan node akhir pada jaringan berkorespondensi dengan kejadian *dummy*. Kegiatan *dummy* merupakan kegiatan semu yang berguna untuk membatasi mulainya kegiatan-kegiatan, kegiatan ini juga tidak memiliki durasi karena tidak menggunakan sumber daya apapun [3]. Sebagai contoh diketahui $N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ dan $A = \{(1,2), (1,3), (1,4), (2,4), (3,4)\}$, dengan node awal 1 dan node akhir 4 digambarkan pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1. contoh jaringan

Salah satu kategori proyek menurut [3] yaitu aktivitas-aktivitas yang saling bergantung atau berhubungan. Penjadwalan proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal [4].

Oleh karena itu, permasalahan perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan dapat diselesaikan menggunakan *network planning*. Data yang akan digunakan adalah data jadwal kegiatan palang pelatihan Bulan Agustus 2021 di BBPP Ketindan. Data jadwal kegiatan diolah terlebih dahulu dengan menentukan kegiatan pendahulu, kegiatan sesudah dari kegiatan-kegiatan yang saling berhubungan.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menemukan solusi masalah penjadwalan yaitu diantaranya *Critical Path Method* (CPM) [5], algoritma PERT [6], algoritma *Based-Bee* [7], dan algoritma genetika [8]. Metode yang akan digunakan untuk menemukan solusi optimalisasi penjadwalan adalah *Critical Path Method* (CPM) dengan alat bantu POM-QM. CPM adalah pendekatan berbasis jaringan untuk manajemen proyek [9]. Metode ini mengidentifikasi lintasan terpanjang yang memungkinkan untuk menemukan waktu penyelesaian dan lintasan kritis. Waktu penyelesaian yaitu durasi waktu mulai dan selesainya proyek/kegiatan atau waktu

penyelesaian. Lintasan merupakan himpunan sisi berarah yang menghubungkan node yang berbeda [10]. Lintasan kritis artinya rangkaian kegiatan berbeda yang tidak boleh ditunda karena akan menyebabkan kegiatan akan tertunda secara keseluruhan, sedangkan kegiatan yang tidak berada di lintasan kritis artinya kegiatan memiliki kelonggaran durasi penyelesaian [11]. Lintasan kritis ini digunakan sebagai referensi bahwa kegiatan/proyek yang berada di lintasan ini dapat mempengaruhi keseluruhan proyek/kegiatan dalam hal waktu. Waktu penyelesaian dan lintasan kritis sangat diperlukan agar pelaksanaan kegiatan tidak mengalami kemunduran jadwal sehingga mempengaruhi kegiatan yang lain dan kegiatan selanjutnya.

Penyelesaian perencanaan penjadwalan di BBPP Ketindan menggunakan CPM dilakukan dengan alat bantu program POM-QM yang dibuat oleh Howard. J. Weiss [12]. Penyelesaian menggunakan alat bantu program cukup mengikuti panduan penggunaan program untuk masalah perencanaan penjadwalan menggunakan CPM.

METODE

Metode penyelesaian yaitu dengan mengidentifikasi data, melakukan perhitungan CPM dengan bantuan program POM-QM, dan analisis hasil. Berikut penjelasan masing-masing metode:

A. Identifikasi Data

Identifikasi data yang dilakukan yaitu mendefinisikan prioritas antar kegiatan, hubungan prioritas, dan persyaratan waktu. Prioritas antar kegiatan yaitu kegiatan yang mendahului kegiatan saat ini, kegiatan yang segera mengikuti kegiatan saat ini, dan kegiatan yang bersamaan dengan kegiatan saat ini. Identifikasi data dilakukan untuk mempermudah pengisian data pada program.

B. Perhitungan *Critical Path Method* (CPM) menggunakan program POM-QM

Metode penyelesaian menggunakan CPM dengan mengikuti algoritma penyelesaian CPM dan menggunakan alat bantu program POM-QM.

Berikut langkah-langkah CPM menurut [13]:

1. Perhitungan maju

Pada tahap ini dilakukan perhitungan saat paling cepat suatu kegiatan/aktivitas dimulai yaitu *Earliest Start* (ES) dan menghitung saat paling cepat suatu kegiatan diselesaikan yaitu *Earliest Finish* (EF) dengan perhitungan maju yaitu dari awal kegiatan suatu proyek/kegiatan sampai akhir (*forward pass*). Berikut rumusnya:

$$ES = \max (EF \text{ semua kegiatan pendahulu})$$

$$EF = ES + t, \quad t \in \mathbb{N}$$

dimana t menyatakan durasi waktu dalam satuan waktu.

2. Perhitungan mundur

Pada tahap ini dilakukan perhitungan saat paling lambat dimulainya suatu kegiatan yaitu *Lastest Start* (LS) dan saat paling lambat diselesaikannya suatu kegiatan yaitu *Lastest Finish* (LF) dengan perhitungan mundur (*backward pass*) yaitu dari akhir suatu kegiatan/proyek sampai dengan awal kegiatan.

Berikut rumusnya:

$$LF = \min (LS \text{ dari seluruh kegiatan setelahnya})$$

$$LS = LF - t, \quad t \in \mathbb{N}$$

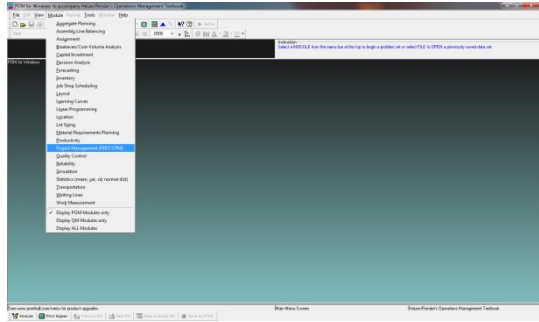
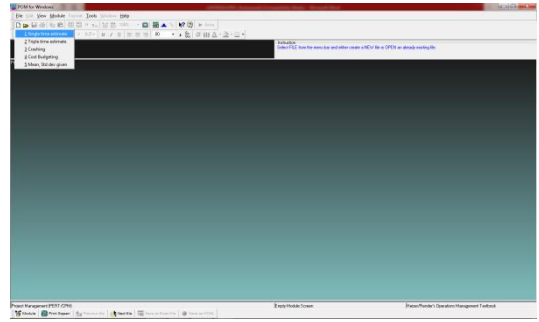
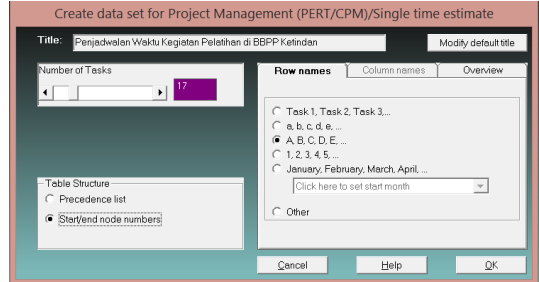
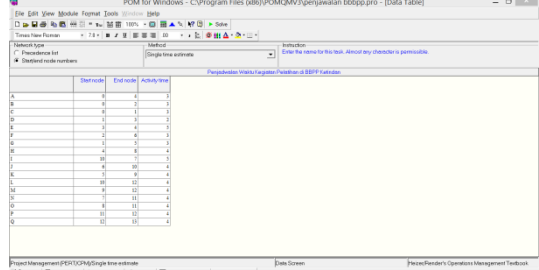
dimana t menyatakan durasi waktu dalam satuan waktu.

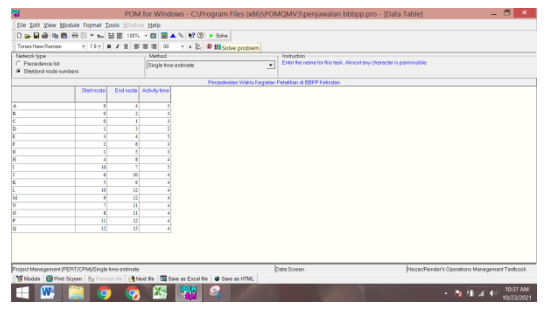
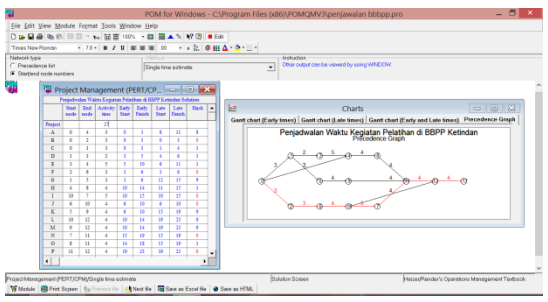
3. Menghitung total kelonggaran waktu (S) dari suatu aktivitas dengan rumus:

$$S = LF - ES - t, \quad t \in \mathbb{N}$$

4. Menentukan lintasan kritis yang terdiri dari aktivitas-aktivitas kritis. Aktivitas kritis mempunyai $S = 0$

Pada penyelesaian CPM menggunakan program POM-QM dilakukan mengikuti panduan penggunaan program POM-QM sebagai berikut:

No	Keterangan	Gambar
1	Buka aplikasi Program POM-QM, kemudian pilih menu Module. Pilih topik Project Management (PERT/CPM) untuk menyelesaikan masalah perencanaan penjadwalan.	
2	Pilih kriteria CPM/PERT dengan menyesuaikan perumusan masalah, <i>Single time estimate</i> untuk menyelesaikan masalah penjadwalan dengan durasi tunggal, <i>triple time estimate</i> dengan 3 durasi, <i>crashing</i> untuk durasi yang diperpanjang atau diperpendek, dan <i>cost budgeting</i> untuk penjadwalan yang dibatasi biaya. Misalnya dipilih <i>single time estimate</i> .	
3	Isikan judul proyek/kegiatan, jumlah kegiatan, pilih bentuk tabel <i>start/end node</i> , dan pilih nama baris. Selanjutnya klik oke.	
4	Isikan <i>start node</i> , <i>end node</i> , dan <i>activity time</i> .	

5	Pilih <i>solve</i> untuk menemukan solusi penjawalan menggunakan CPM.	
6	Terdapat 2 hasil yaitu perhitungan CPM untuk waktu penyelesaian dan gambar jaringan untuk menunjukkan lintasan kritis.	

Tabel 2.1 Panduan penggunaan program POM-QM

C. Analisis Hasil

Setelah dilakukan perhitungan CPM dengan alat bantu program, maka dilakukan analisis hasil. Analisis hasil yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan waktu penyelesaian yaitu dengan membaca kolom ke-3 hasil perhitungan CPM pada program atau perhitungan EF dan LF pada node akhir.
2. Menentukan kegiatan kritis yaitu dengan mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang memiliki slack $S = 0$.
3. Mengidentifikasi lintasan kritis dengan mengurutkan kegiatan yang memiliki $S = 0$ dari node awal hingga akhir.
4. Menentukan waktu longgar setiap kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi data jadwal kegiatan di BBPP Ketindan diperoleh sebagai berikut:

Kode	Kegiatan	Kegiatan yang Mendahului	Durasi (Dalam Hari)
A	Sertifikasi Kompetensi	-	3
B	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan I	-	3
C	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan II	-	3
D	Bimbingan Teknis	C	2
E	Integrated Pest Management Africa	D,A	5
F	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan I	B	3
G	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan II	C	3
H	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan	E	4

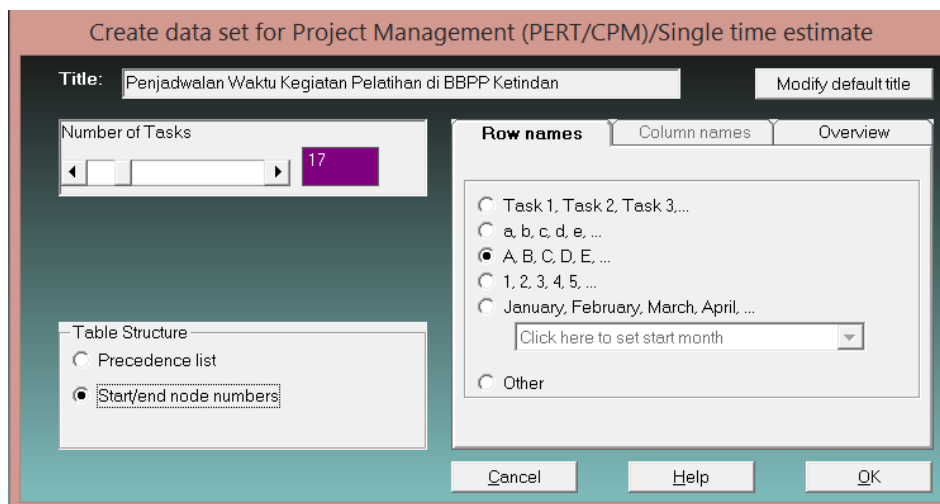
	bagi Ketua kelompok Tani Angkatan III		
I	Integrated Pest Management America Latin	E	5
J	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	F	4
K	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Online)	G	4
L	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	J	4
M	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Offline)	K	4
N	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online)	I	4
O	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Online)	H	4
P	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline)	N,O	4
Q	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline)	M,P,L	4

Tabel 3.1 Data Jadwal Kegiatan Palang Pelatihan Bulan Agustus 2021 di BBPP Ketindan

Berdasarkan hasil identifikasi data, selanjutnya penyelesaian perhitungan CPM perencanaan penjadwalan menggunakan alat bantu program POM-QM dengan mengikuti panduan penggunaan program sebagai berikut:

Berikut hasil penyelesaian pada program:

- a. Isikan judul kegiatan, jumlah kegiatan yaitu 17 kegiatan, pilih bentuk tabel *start/end node*, dan pilih nama baris. Selanjutnya klik oke.



Gambar 3.2 Solusi ke-1 CPM pada alat bantu program POM-QM

- b. Selanjutnya isikan hasil identifikasi data sebagai berikut

	Start node	End node	Activity time
A	0	4	3
B	0	2	3
C	0	1	3
D	1	3	2
E	3	4	5
F	2	6	3
G	1	5	3
H	4	8	4
I	4	7	5
J	6	10	4
K	5	9	4
L	10	12	4
M	9	12	4
N	7	11	4
O	8	11	4
P	11	12	4
Q	12	13	4

Gambar 3.3 Solusi ke-2 CPM pada alat bantu program POM-QM

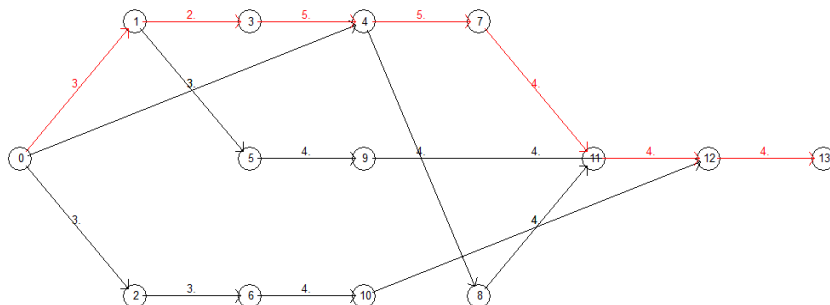
- c. Berikut hasil perhitungan CPM yang menunjukkan *ES, EF, LS, LF*, dan slack masing-masing kegiatan

	Start node	End node	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project			27					
A	0	4	3	0	3	7	10	7
B	0	2	3	0	3	9	12	9
C	0	1	3	0	3	0	3	0
D	1	3	2	3	5	3	5	0
E	3	4	5	5	10	5	10	0
F	2	6	3	3	6	12	15	9
G	1	5	3	3	6	12	15	9
H	4	8	4	10	14	11	15	1
I	4	7	5	10	15	10	15	0
J	6	10	4	6	10	15	19	9
K	5	9	4	6	10	15	19	9
L	10	12	4	10	14	19	23	9
M	9	12	4	10	14	19	23	9
N	7	11	4	15	19	15	19	0
O	8	11	4	14	18	15	19	1
P	11	12	4	19	23	19	23	0
Q	12	13	4	23	27	23	27	0

Gambar 3.4 Solusi ke-3 CPM pada alat bantu program POM-QM

Diketahui bahwa kegiatan terakhir yaitu kegiatan Q, dengan ES dan EF nya sama yaitu 27. Oleh karena itu, waktu penyelesaian seluruh kegiatan yaitu 27 hari.

- d. Pada opsi selanjutnya, pilih *charts* untuk mengetahui lintasan kritis.



Gambar 3.5 Solusi ke-4 CPM pada alat bantu program POM-QM

Pada jaringan dapat diketahui bahwa lintasan kritis penjadwalan di BBPP Ketindan

adalah $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow Q$.

Berdasarkan hasil perhitungan CPM dapat dianalisis bahwa hasil waktu penyelesaian kegiatan di BBPP Ketindan pada bulan Agustus adalah selama 27 hari. Selain, itu diperoleh lintasan kritis yaitu $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow N \rightarrow P \rightarrow Q$ dengan dikembalikan pada kegiatan aslinya yaitu Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf \rightarrow Angkatan II \rightarrow Bimbingan Teknis \rightarrow Integrated Pest Management Africa \rightarrow Integrated Pest Management America Latin \rightarrow Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online) \rightarrow Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline) \rightarrow Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline). Kegiatan-kegiatan ini memiliki $slack = 0$ sehingga dapat dikategorikan sebagai kegiatan yang berada di lintasan kritis. Kegiatan yang berada di lintasan kritis tidak boleh mengalami kemunduran jadwal karena akan mempengaruhi keseluruhan jadwal kegiatan yaitu dengan mundurnya waktu penyelesaian (waktu penyelesaian) kegiatan dalam satu bulan.

Analisis hasil perencanaan penjadwalan juga menghasilkan daftar tabel kegiatan yang memiliki kelonggaran waktu (*float*), yaitu kegiatan yang boleh dimundurkan jadwalnya sesuai *float* yang dimiliki sebagai berikut:

Kode	Kegiatan	Waktu loggar
A	Sertifikasi Kompetensi	7 hari
B	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan I	9 hari
F	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan I	9 hari
G	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan II	9 hari
H	Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Ketua kelompok Tani Angkatan III	1 hari
J	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	9 hari
K	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Online)	9 hari
L	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan I (Online)	1 hari
M	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan II (Offline)	9 hari
O	Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Online)	9 hari

Tabel 3.2 Waktu loggar kegiatan yang tidak berada di lintasan kritis

KESIMPULAN

Hasil penjadwalan di BBPP Ketindan menggunakan CPM dengan alat bantu program diperoleh waktu penyelesaian 27 hari dan lintasan kritis Pelatihan Literasi dan Edukasi Keuangan bagi Penyuluh dan Staf Angkatan II \rightarrow Bimbingan Teknis \rightarrow Integrated Pest Management Africa \rightarrow Integrated Pest Management America Latin \rightarrow Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Online) \rightarrow Pelatihan Kewirausahaan Angkatan IV (Offline) \rightarrow Pelatihan Kewirausahaan Angkatan III (Offline) yang digambarkan pada jaringan. Selain itu, diperoleh juga daftar jadwal kegiatan yang memiliki *float*. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk melakukan perencanaan penjadwalan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Balai Besar Pelatihan Pertanian BBPP Ketindan, “Balai Besar Pelatihan Pertanian BBPP Ketindan,” *Balai Besar Pelatihan Pertanian BBPP Ketindan*, 2020. <https://bbppketindan.bppsdp.pertanian.go.id/tentang-kami>.
- [2] A. Abdelghany and K. Abdelghany, *Airline Network Planning and Scheduling*. 2018.
- [3] I. S. Kajatno, *Network Planning*, 2nd ed. Jakarta: Institut Pendidikan PUT, 1977.
- [4] H. A. Taha, *Riset Operasi Jilid 2 alih bahasa : Daniel Wirajaya*, 2nd ed. Jakarta: Binarupa Aksara, 1997.
- [5] C. Orumie Ukamaka, “Implementation of Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Critical Path Method (CPM): A Comparative Study,” *Int. J. Ind. Oper. Res.*, vol. 3, no. 1, 2020, doi: 10.35840/2633-8947/6504.
- [6] J. Chinneck, “PERT for Project Planning and Scheduling,” *Pract. Optim. a Gentle Introd.*, 2006.
- [7] K. Niño and J. Peña, “A based-bee algorithm approach for the multi-mode project scheduling problem,” 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.252.
- [8] M. Khalilzadeh, S. H. Hosseini, and R. Ghaeli, “A genetic algorithm-based method for solving multi-mode resource-constrained project scheduling problem in uncertain environment,” *J. Proj. Manag.*, 2020, doi: 10.5267/j.jpm.2020.1.002.
- [9] Y. Takakura, T. Yajima, Y. Kawajiri, and S. Hashizume, “Application of critical path method to stochastic processes with historical operation data,” *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 149, pp. 195–208, 2019, doi: 10.1016/j.cherd.2019.06.027.
- [10] I. Anderson, J. M. Aldous, and R. J. Wilson, “Graphs and Applications, an Introductory Approach,” *The Mathematical Gazette*, vol. 85, no. 502. p. 176, 2001, doi: 10.2307/3620534.
- [11] A. Taal, J. Wang, C. de Laat, and Z. Zhao, “Profiling the scheduling decisions for handling critical paths in deadline-constrained cloud workflows,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, 2019, doi: 10.1016/j.future.2019.05.002.
- [12] H. J. Weiss, *POM-QM for Windows, Version 3: Software for Decision Sciences : Quantitative Methods, Management Science, Production and Operations Management*, 3rd ed. Pearson/Prentice Hall, 2006.
- [13] S. Zareei, “Project scheduling for constructing biogas plant using critical path method,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 81, no. May 2017, pp. 756–759, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.08.025.

PERAMALAN BENCANA ALAM DI KOTA MALANG MENGGUNAKAN ALGORITMA MARKOV CHAINS

Hidayatun Ni'mah^{1,b)}, Vita Kusumasari²⁾

^{1,2)}Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Malang

^{b)}hidayatun.1803126@students.um.ac.id

Abstrak

Malang merupakan salah satu kota rawan bencana di Jawa Timur. Hal ini dapat dilihat dari data bencana alam yang terekam dalam data BPBD Kota Malang meliputi gempa bumi, banjir, tanah longsor, dan cuaca ekstrim. BPBD Kota Malang merupakan perangkat daerah yang dibentuk untuk melaksanakan tugas dan fungsi penanggulangan bencana di daerah Kota Malang. Masalah bencana alam yang telah terjadi tanpa adanya peringatan akan menimbulkan banyak sekali kerugian ataupun korban yang berjatuhan. Dalam artikel ini, penulis akan meramalkan bencana alam di Kota Malang menggunakan Algoritma Markov Chains karena algoritma ini bisa digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang. Data yang digunakan yaitu data kejadian bencana di Kota Malang tahun 2016 hingga 2020 yang diperoleh dari BPBD Kota Malang. Dari data tersebut akan dilakukan prediksi untuk tahun 2022. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, Algoritma Markov Chains dapat digunakan untuk meramalkan kejadian waktu yang akan datang karena memiliki ketepatan prediksi yang cukup bagus dilihat dari nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,53 dan RMSE sebesar 0,21. Hasil peramalan bencana alam di Kota Malang pada tahun 2022 yaitu tanah longsor sebesar 59%, cuaca ekstrim sebesar 32%, banjir sebesar 7%, dan gempa bumi sebesar 2%.

Kata kunci: algoritma Markov Chains, prediksi bencana, data mining.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang mempunyai struktur alam yang terdiri dari pertemuan lempeng-lempeng tektonik. Hal tersebut menjadikan kawasan Indonesia memiliki kondisi geologi yang sangat kompleks. Kondisi ini mengakibatkan banyak daerah-daerah di Indonesia menjadi rawan terhadap bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, serta letusan gunung berapi [1]. Bencana alam merupakan suatu hal yang sulit dihindari dan diperkirakan dengan tepat. Dalam *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 3* (2008) dijelaskan bahwa bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Malang merupakan salah satu kota di Jawa Timur yang termasuk dalam kategori daerah rawan bencana alam. Hal tersebut dapat dilihat dari data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Malang. BPBD Kota Malang merupakan perangkat daerah yang dibentuk untuk melaksanakan tugas dan fungsi penanggulangan bencana di daerah Kota Malang [2]. Bencana alam di Kota Malang yang terekam dalam data BPBD meliputi gempa bumi, banjir, tanah longsor, cuaca ekstrim, dll. Malang Masalah

bencana alam yang telah terjadi tanpa adanya peringatan akan menimbulkan banyak sekali kerugian ataupun korban yang berjatuhan [3]. Antisipasi sejak dini perlu dilakukan agar dapat meminimalisir dampak yang disebabkan oleh bencana alam sehingga diperlukan suatu formula atau pola prediksi sebagai pengetahuan baru untuk mengurangi atau setidaknya mencegah bencana alam [3]. Berdasarkan data yang terekam dalam BPBD Kota Malang, jumlah kejadian bencana alam yang terjadi di Kota Malang dalam kurun waktu dari tahun 2016 hingga 2020 cenderung mengalami kenaikan yang signifikan. Untuk memprediksi kejadian bencana alam di Kota Malang, perlu memanfaatkan salah satu metode data mining.

Markov Chains merupakan salah satu dari data mining yang dalam perhitungannya berdasarkan nilai probabilitas kejadian terhadap kejadian sebelumnya melalui perkiraan nilai transisi yang diamati [3]. Penelitian yang menggunakan Markov Chains telah dilakukan oleh beberapa peneliti dalam memprediksi atau meramalkan suatu hal [3]–[5]. Berdasarkan penerapan tersebut, penulis akan meramalkan kejadian bencana alam yang ada di Kota Malang dengan menggunakan Algoritma Markov Chains dikarenakan algoritma ini bisa digunakan untuk memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang [4], dan juga didukung dari data kejadian bencana alam pada tahun-tahun sebelumnya yang didapatkan di BPBD Kota Malang, sehingga artikel ini akan meramalkan kejadian bencana alam di Kota Malang dengan judul **“Peramalan Bencana Alam di Kota Malang Menggunakan Algoritma Markov Chains”**. Hasil dari artikel ini diharapkan dapat membantu BPBD Kota Malang khususnya kepada masyarakat umum dalam mencegah mengantisipasi dampak yang terjadi karena terjadinya bencana alam.

METODE

Markov Chains atau biasa disebut dengan Rantai Markov merupakan suatu teknik matematika yang biasa digunakan dalam melakukan permodelan berbagai macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini sering digunakan dalam memperkirakan perubahan-perubahan di waktu yang akan datang secara matematis dan juga dinamis [4]. Markov Chains dapat digunakan untuk memodelkan sebuah sistem dinamis. Dinamis artinya berubah, sehingga sistem dinamis adalah kondisi di dalam sistem yang berubah keadaannya terhadap waktu. Markov Chains merupakan sebuah proses stokastik, dimana kejadian pada masa mendatang hanya bergantung pada kejadian hari ini dan tidak bergantung pada kejadian masa lampau [6]. Ketika masuk dalam proses stokastik berarti setiap perpindahan keadaan atau kejadian (*state*) adalah probabilitas. Pada setiap kejadian kemungkinan akan terjadi perubahan dari kejadian sekarang menjadi kejadian lain atau akan tetap pada kondisi sekarang tergantung pada distribusi probabilitas yang ada. Kondisi perubahan kejadian ini disebut transisi dan probabilitas terkait dengan perubahan dinamakan probabilitas transisi. Dapat dikatakan bahwa semua kejadian yang di ambil saat ini dapat mempengaruhi perubahan kejadian dimasa depan. Untuk mendapatkan perumusan Markov Chains dari suatu peristiwa, terdapat persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi. Persyaratan tersebut adalah sebagai berikut [7].

1. Dalam satu rangkaian kejadian awal sampai kejadian akhir, jumlah probabilitasnya sama dengan 1.
2. Jika terdapat beberapa partisipan dalam sistem, maka probabilitas-probabilitas tersebut berlaku pula untuk semuanya. Artinya semua partisipan yang mempunyai rangkaian kejadian awal sampai akhir jumlah probabilitasnya sama dengan 1.
3. Transisi untuk setiap probabilitas konstan sepanjang waktu.
4. Keadaan (*state*) merupakan keadaan yang independen sepanjang waktu.

Proses markov akan menuju kondisi steady state (keseimbangan). Artinya setelah proses berjalan beberapa periode, peluang status akan selalu tetap [8]. Penggambaran Markov Chains diartikan bahwa gerakan-gerakan dari beberapa variabel di masa yang akan datang bisa diprediksi berdasarkan gerakan-gerakan variabel tersebut pada masa lalu. K_{t_4} dipengaruhi oleh kejadian K_{t_3} , K_{t_3} dipengaruhi oleh kejadian K_{t_2} dan demikian seterusnya dimana perubahan ini terjadi karena peranan probabilitas transisi (*transition probability*). Misalnya kejadian K_{t_2} , tidak akan mempengaruhi kejadian K_{t_4} . Secara matematis dapat ditulis [3]:

$$K_{t(j)} = K_{t(j-1)} \times P$$

dimana:

$K_{t(j)}$ = peluang kejadian pada $t(j)$

P = matriks peluang transisi

$t(j)$ = waktu ke- j

Peluang kejadian $K_{t(j)}$ dinyatakan ke dalam bentuk vektor sehingga jumlah seluruh selnya akan selalu 100%. Peluang kejadian awal dinyatakan sebagai $K_{t(0)}$ dan mengacu pada peluang keadaan tahun pertama [9]. Perhitungan menggunakan Algoritma Markov Chains adalah sebagai berikut [9], [10].

1. Membuat matriks peluang bencana (probabilitas transisi)
Matriks peluang bencana didapatkan dari perbandingan antara jumlah bencana dengan total kejadian pada masing-masing bencana alam tiap tahunnya.
2. Menentukan peluang kejadian awal bencana
Peluang kejadian awal bencana ($K_{t(0)}$) mengacu pada peluang kejadian tahun pertama data yang akan digunakan.
3. Prediksi kemungkinan bencana alam
Prediksi kemungkinan bencana dapat dihitung sesuai dengan dengan cara:

$$K_{t(j)} = K_{t(j-1)} \times P$$

4. Validasi data
Dalam validasi ini dilakukan evaluasi atau berbandingan hasil prediksi dengan data *testing* yang telah ditentukan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam artikel ini yaitu data bencana alam yang didapatkan dari *database* BPBD Kota Malang dari tahun 2016 sampai 2020 yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Data Bencana Alam di Kota Malang Tahun 2016–2020

Tahun	Tanah Longsor	Cuaca Ekstrim	Banjir	Gempa Bumi	Jumlah
2016	36	12	2	1	51
2017	53	55	10	2	120
2018	54	53	9	3	119
2019	49	41	66	0	156
2020	59	20	54	0	133

Berdasarkan data bencana alam diatas, jenis bencana alam yang diambil yaitu tanah longsor (TL), cuaca ekstrim (CE), banjir (B), dan gempa bumi (GB). Data yang didapatkan memiliki beberapa jenis kejadian sehingga perlu dilakukan pengelompokan

data dengan menjumlahkan kejadian tiap bencana di setiap tahunnya. Data tersebut dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data *training* dan data *testing*. Data *training* yang digunakan yaitu data dari tahun 2016 sampai 2019.

Langkah pertama untuk perhitungan Markov Chains, membuat matriks peluang bencana. Data yang digunakan untuk membuat matriks peluang bencana yaitu data *training*.

Tabel 2. Peluang Bencana Kota Malang Tahun 2016-2019

Tahun	TL	CE	B	GB	Jumlah
2016	36/51=0,70	12/51=0,24	2/51=0,04	1/51=0,02	1
2017	53/120=0,44	55/120=0,46	10/120=0,08	2/120=0,02	1
2018	54/119=0,45	53/119=0,44	9/119=0,08	3/119=0,03	1
2019	49/156=0,32	41/156=0,26	66/156=0,42	0/156=0	1

Berdasarkan perhitungan peluang bencana pada tabel diatas, maka diperoleh matriks data bencana sebagai berikut.

$$P = \begin{bmatrix} 0,70 & 0,24 & 0,04 & 0,02 \\ 0,44 & 0,46 & 0,08 & 0,02 \\ 0,45 & 0,44 & 0,08 & 0,03 \\ 0,32 & 0,26 & 0,42 & 0 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya yaitu menentukan peluang kejadian awal bencana. Peluang kejadian awal bencana ($K_{t(0)}$).

$$K_{t(0)} = [0,70 \quad 0,24 \quad 0,04 \quad 0,02]$$

Prediksi kemungkinan bencana di tahun 2020 dapat dihitung sesuai dengan dengan cara

$$K_{t(1)} = K_{t(0)} \times P$$

$$= [0,70 \quad 0,24 \quad 0,04 \quad 0,02] \times \begin{bmatrix} 0,70 & 0,24 & 0,04 & 0,02 \\ 0,44 & 0,46 & 0,08 & 0,02 \\ 0,45 & 0,44 & 0,08 & 0,03 \\ 0,32 & 0,26 & 0,42 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= [0,62 \quad 0,30 \quad 0,06 \quad 0,02]$$

Untuk membuat nilai probabilitas $K_{t(1)}$ menjadi bentuk persen, maka hasil dari $K_{t(1)}$ dikalikan dengan 100% dan didapatkan

$$K_{t(1)} = [62\% \quad 30\% \quad 6\% \quad 2\%],$$

sehingga kemungkinan terjadi bencana alam di Kota Malang tahun 2020 adalah tanah longsor sebesar 62%, cuaca ekstrim sebesar 30%, banjir sebesar 6%, dan gempa bumi sebesar 2%.

Hasil perhitungan kemungkinan bencana alam di Kota Malang menggunakan Markov Chains pada tahun 2020 ditunjukkan pada Tabel 3. sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Prediksi Bencana Alam di Kota Malang Tahun 2020

Tahun	TL	CE	B	GB
2020	0,62	0,30	0,06	0,02

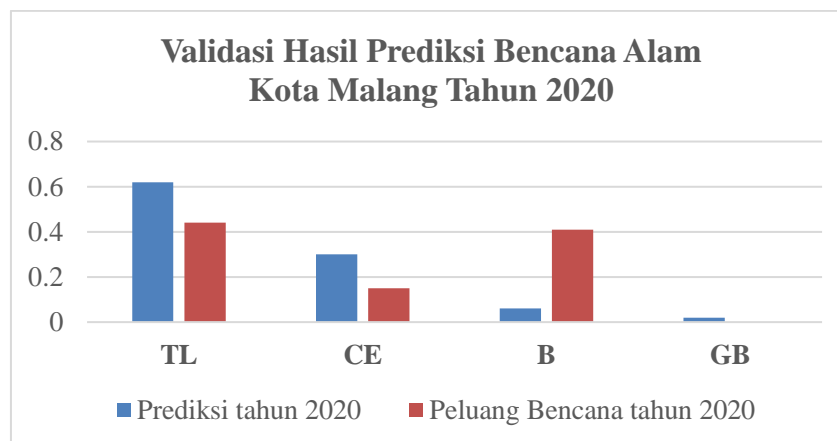
Setelah melakukan perhitungan kemungkinan bencana alam yang terjadi, tahap akhir dalam perhitungan ini yaitu menentukan validasi terhadap prediksi pada tahun 2020 dengan membandingkan data prediksi dengan data bencana yang terjadi pada tahun

2020. Berikut ditampilkan tabel perbandingan hasil prediksi dan data bencana pada tahun 2020.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Prediksi dan Data Bencana Tahun 2020

Kejadian	TL	CE	B	GB
Prediksi tahun 2020	0,62	0,30	0,06	0,02
Bencana tahun 2020	59	20	54	0
Peluang Bencana tahun 2020	0,44	0,15	0,41	0

Terlihat bahwa nilai prediksi dengan data bencana tahun 2020 yang sudah ditetapkan sebagai data *testing* memiliki perbedaan yang cukup tinggi. Tingkat perbedaan paling tinggi yaitu terdapat pada bencana banjir. Prediksi bencana banjir (B) dalam prediksi bernilai sebesar 0,06 atau 6% sedangkan pada kenyataan di data bencana angkanya cukup tinggi yakni sebesar 0,41 atau 41%. Adanya perbedaan yang cukup tinggi pada kejadian banjir tersebut diperkirakan merupakan dampak dari adanya fenomena *la nina* dan akibat ulah manusia seperti membangun gedung di daerah resapan air dan membuang sampah sembarangan sehingga membuat tersumbatnya daerah resapan air tersebut. Validasi tersebut jika digambarkan dalam bentuk diagram dapat dilihat pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Diagram Prediksi Bencana Kota Malang Tahun 2020

Selanjutnya menentukan ketepatan Algoritma Markov Chains dengan mencari nilai eror toleransi yang dapat diterima sehingga algoritma ini dapat digunakan untuk prediksi waktu yang akan datang. Dalam hal ini dihitung nilai koefisien korelasi dan RMSE. Nilai koefisien korelasi dalam penelitian ini yaitu sebesar 0,553 dan nilai RMSE sebesar 0,21.

Berdasarkan nilai koefisien korelasi dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi hasil prediksi sudah bagus. Selain itu tingkat kesalahan yang ditunjukkan oleh nilai RMSE bernilai relatif kecil dan mendekati 0 sehingga Algoritma Markov Chains memiliki ketepatan prediksi yang cukup bagus dan dapat digunakan untuk memprediksi kejadian waktu yang akan datang.

Selanjutnya yaitu meramalkan bencana untuk tahun selanjutnya. Dengan menggunakan Algoritma Markov Chains dilakukan peramalan kejadian bencana alam di Kota Malang untuk tahun 2021. Hasil peramalan di tahun 2021 dapat dihitung dengan mengalikan peluang kejadian pada tahun 2020 dengan peluang bencana sebagai berikut.

$$K_{t(2)} = K_{t(1)} \times P$$

$$\begin{aligned}
 &= [0,62 \quad 0,30 \quad 0,06 \quad 0,02] \times \begin{bmatrix} 0,70 & 0,24 & 0,04 & 0,02 \\ 0,44 & 0,46 & 0,08 & 0,02 \\ 0,45 & 0,44 & 0,08 & 0,03 \\ 0,32 & 0,26 & 0,42 & 0 \end{bmatrix} \\
 &= [0,60 \quad 0,32 \quad 0,06 \quad 0,02]
 \end{aligned}$$

Untuk membuat nilai probabilitas $K_{t(2)}$ menjadi bentuk persen, hasil dari $K_{t(2)}$ dikalikan dengan 100% dan didapatkan

$$K_{t(2)} = [60\% \quad 32\% \quad 6\% \quad 2\%],$$

sehingga kemungkinan terjadi bencana alam di Kota Malang tahun 2021 adalah tanah longsor sebesar 60%, cuaca ekstrim sebesar 32%, banjir sebesar 6%, dan gempa bumi sebesar 2%.

Kemungkinan bencana alam pada tahun 2022 dapat dihitung dengan mengalikan peluang kejadian pada tahun 2021 dengan peluang bencana sebagai berikut.

$$K_{t(3)} = K_{t(2)} \times P$$

$$\begin{aligned}
 &= [0,60 \quad 0,32 \quad 0,06 \quad 0,02] \times \begin{bmatrix} 0,70 & 0,24 & 0,04 & 0,02 \\ 0,44 & 0,46 & 0,08 & 0,02 \\ 0,45 & 0,44 & 0,08 & 0,03 \\ 0,32 & 0,26 & 0,42 & 0 \end{bmatrix} \\
 &= [0,59 \quad 0,32 \quad 0,07 \quad 0,02]
 \end{aligned}$$

Untuk membuat nilai probabilitas $K_{t(3)}$ menjadi bentuk persen, hasil dari $K_{t(3)}$ dikalikan dengan 100% dan didapatkan

$$K_{t(3)} = [59\% \quad 32\% \quad 7\% \quad 2\%],$$

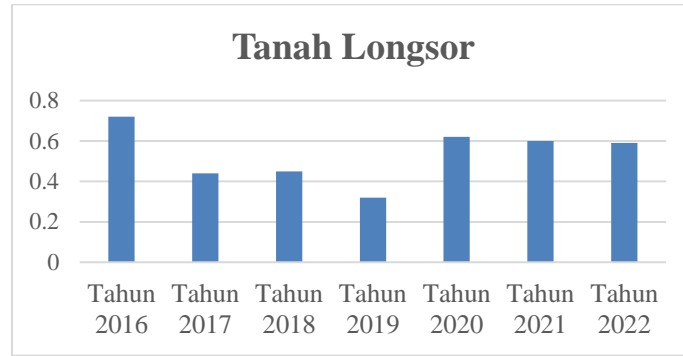
sehingga kemungkinan terjadi bencana alam di Kota Malang tahun 2022 adalah tanah longsor sebesar 59%, cuaca ekstrim sebesar 32%, banjir sebesar 7%, dan gempa bumi sebesar 2%.

Berikut ditunjukkan tabel peluang kejadian bencana alam pada tahun 2016 hingga 2022. Kejadian pada tahun 2016 hingga 2019 merupakan peluang aktual. Kejadian pada tahun 2017 merupakan hasil prediksi, dan kejadian pada tahun 2021 dan 2022 merupakan hasil peramalan yang telah dilakukan.

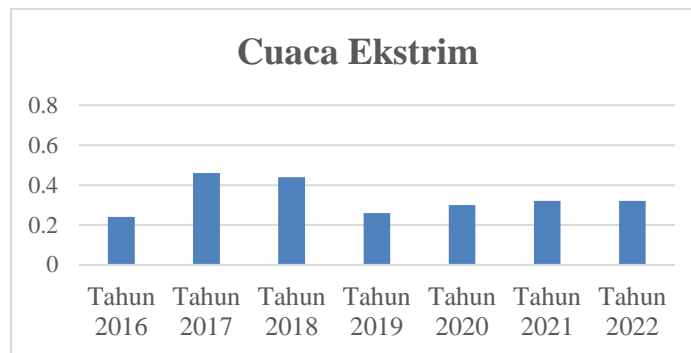
Tabel 5. Peluang Kejadian Bencana dari Tahun 2016–2022

Kejadian	TL	CE	B	GB
Tahun 2016	0,72	0,24	0,04	0,02
Tahun 2017	0,44	0,46	0,08	0,02
Tahun 2018	0,45	0,44	0,08	0,03
Tahun 2019	0,32	0,26	0,42	0
Tahun 2020	0,62	0,3	0,06	0,02
Tahun 2021	0,6	0,32	0,06	0,02
Tahun 2022	0,59	0,32	0,07	0,02

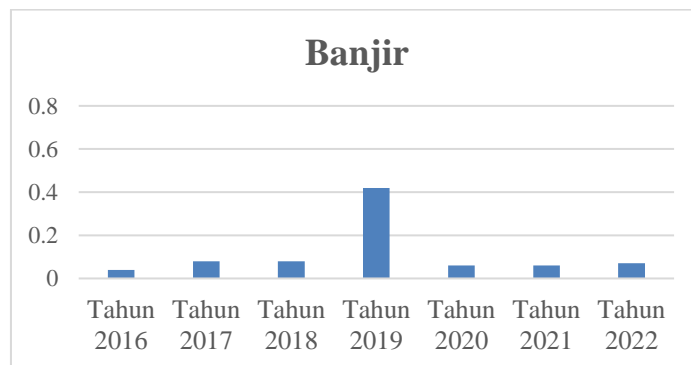
Peristiwa dalam Markov Chains gerakan dari beberapa variabel di masa yang akan datang bisa diprediksi berdasarkan gerakan variabel tersebut pada masa lalu. Dalam peramalan kejadian bencana pada tahun 2021 dan 2022, peluang kejadian bencana tahun 2021 dipengaruhi oleh kejadian bencana pada tahun 2020, dan peluang kejadian bencana tahun 2022 dipengaruhi oleh kejadian bencana pada tahun 2021. Berikut ditampilkan gambar diagram yang menunjukkan pola dari peluang kejadian per bencana pada tahun 2016 hingga 2022.



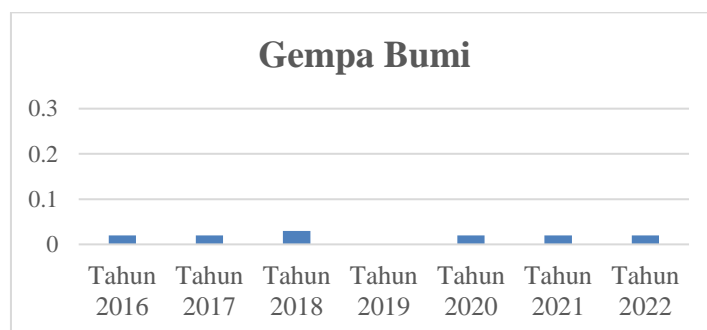
Gambar 2. Peluang Kejadian Bencana Tanah Longsor Tahun 2016-2022



Gambar 3. Peluang Kejadian Bencana Cuaca Ekstrim Tahun 2016-2022



Gambar 4. Peluang Kejadian Bencana Banjir Tahun 2016-2022



Gambar 5. Peluang Kejadian Bencana Gempa Bumi Tahun 2016-2022

Hasil dari penelitian ini berkaitan dengan teori yang digunakan dalam penelitian sebelumnya yakni menghasilkan kemungkinan bencana alam dengan metode yang sama. Namun dalam hal ini penggunaan data bencana alam yang digunakan dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelum-sebelumnya. Selain itu juga berbeda dalam hal daerah yang digunakan penelitian dan banyaknya atau jenis bencana alam yang diramalkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan dan hasil perhitungan prediksi kejadian bencana alam di Kota Malang tahun 2016–2020 menggunakan algoritma Markov Chains, dapat disimpulkan bahwa peramalan bencana alam di Kota Malang pada tahun 2021 yaitu tanah longsor sebesar 60%, cuaca ekstrim sebesar 32%, banjir sebesar 6%, dan gempa bumi sebesar 2%. Sedangkan peramalan bencana alam di Kota Malang pada tahun 2022 yaitu tanah longsor sebesar 59%, cuaca ekstrim sebesar 32%, banjir sebesar 7%, dan gempa bumi sebesar 2%. Berdasarkan kesimpulan yang didapat dalam meramalkan bencana alam ini diharapkan dapat menerapkan algoritma atau metode lain agar bisa digunakan sebagai perbandingan dengan algoritma Markov Chains.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] T. D. Indriasari and T. A. P. Sidhi, “Sistem Pencarian Orang Hilang Berbasis Mobile Web Dengan Social Network Analysis,” *Semin. Nas. Inform. SEMNASIF*, no. Vol 1, No 5 (2011): Information System and Application, 2011, [Online]. Available: <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1270>
- [2] “Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 3.” Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Jawa Timur, 2008.
- [3] N. Hidayati, P. T. Pungkasanti, and N. Wakhidah, “Prediksi Bencana Alam di Kota Semarang Menggunakan Algoritma Markov Chains,” *J. Sains Dan Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 107–116, Jul. 2021, doi: 10.34128/jsi.v7i1.283.
- [4] H. Ihsan, W. Sanusi, and H. Hasriani, “Peramalan Pola Curah Hujan Di Kota Makassar Menggunakan Model Rantai Markov,” *J. Math. Comput. Stat.*, vol. 2, no. 1, p. 19, May 2020, doi: 10.35580/jmathcos.v2i1.12448.
- [5] F. I. Durrah, S. Anwar, and L. R. Siregar, “Markov Chain Analysis, Metode Alternatif Dalam Mengukur Tingkat Elektabilitas Peserta Pemilu Melalui Tagar: Studi Kasus Pemilihan Presiden Indonesia Tahun 2019,” *JWP J. Wacana Polit.*, vol. 5, no. 1, p. 41, Mar. 2020, doi: 10.24198/jwp.v5i1.27084.
- [6] Y. A. R. Langi, “Penentuan Klasifikasi State pada Rantai Markov dengan Menggunakan Nilai Eigen dari Matriks Peluang Transisi,” *J. Ilm. SAINS*, vol. 11, no. 1, p. 124, Apr. 2011, doi: 10.35799/jis.11.1.2011.54.
- [7] F. A. Kurniawan, “Aplikasi Markov Chain Untuk Memprediksi Tekanan Darah,” *InComTech J. Telekomun. Dan Komput.*, no. Vol 8, No 2 (2018), pp. 103–120, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.22441/incomtech.v8i2.4087>.
- [8] D. Allo, D. Hatidja, and M. Paendong, “Analisis Rantai Markov untuk Mengetahui Peluang Perpindahan Merek Kartu Seluler Pra Bayar GSM (Studi Kasus Mahasiswa Fakultas Pertanian Unsrat Manado),” *J. MIPA*, vol. 2, p. 17, Jan. 2013, doi: 10.35799/jm.2.1.2013.745.
- [9] M. N. Aidi, “Penggunaan Rantai Markov untuk Analisis Spasial Serta Modifikasinya Dari Sistem Tertutup Ke Sistem Terbuka,” *Dep. Stat. FMIPA IPB*, vol. Vol 13 No.1, pp. 23–33, Apr. 2008.
- [10] M. K. Mustakim Insanul; Ramadhan, Aditya, “Implementasi Algoritma Markov Chains untuk Prediksi Kejadian Bencana Alam di Provinsi Riau,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. Dan Ind.*, no. 2018: SNTIKI 10, pp. 151–157, 2018.

PERAMALAN BEBAN PENYULANG KUAT ARUS LISTRIK PT PLN ULP BRONDONG MENGGUNAKAN METODE ARIMA

Dia Ayu Nazihah^{1,a)}, Sapti Wahyuningsih²⁾

^{1,2)}Universitas Negeri Malang

^{a)}dia.ayu.1803126@students.um.ac.id

Abstrak

PT PLN merupakan badan usaha milik negara yang menyediakan dan memelihara energi listrik di Indonesia. Aliran listrik didistribusikan mulai dari pembangkit hingga ke rumah pelanggan. Dalam memenuhi kebutuhan listrik semua pelanggannya, diperlukan kesesuaian antara permintaan pelanggan dengan tersedianya energi listrik agar tidak menimbulkan kerugian baik di pihak pelanggan maupun penyedia tenaga listrik. Oleh karena itu, PT PLN sebagai pihak penyedia listrik perlu memperhitungkan besar arus listrik yang harus dialirkan dari pembangkit agar sesuai dengan besar arus listrik yang dibutuhkan pelanggan. PT PLN ULP Brondong sebagai unit layanan PT PLN di Kecamatan Brondong dan Paciran Kabupaten Lamongan memantau besar arus listrik yang dialirkan dari gardu induk Paciran sehingga diperoleh data historis harian kuat arus listrik yang dialirkan menuju pelanggan (data beban penyulang kuat arus listrik). Melalui data tersebut, besar kuat arus listrik yang harus dialirkan dapat diramalkan. Sehingga stabilitas kebutuhan dan ketersediaan energi listrik dicapai melalui peramalan *time series* data historis harian kuat arus listrik. Data dianalisis dan diramalkan menggunakan metode ARIMA dengan alat bantu minitab 19. Analisis *time series* data beban penyulang kuat arus listrik dengan metode ARIMA menghasilkan lima model peramalan dengan satu model yang memenuhi uji diagnostik. Model tersebut adalah ARIMA (2,0,0) dengan persamaan $Z_t = -0.594Z_{t-1} - 0.509Z_{t-2} + a_t$. Hasil peramalan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong 1 Juni 2021 sampai 4 Agustus 2021 menggunakan model ARIMA (2,0,0) untuk 4 periode mendatang adalah 749 Ampere pada 5 Agustus 2021, 754 Ampere pada 6 Agustus 2021, 740 Ampere pada 7 Agustus 2021 dan 745 Ampere pada 8 Agustus 2021. Perbandingan data aktual dengan data ramalan memberikan nilai MAPE sebesar 8.2%. Dalam penelitian ini, penulis mencoba menerapkan metode ARIMA untuk meramalkan data baru yang berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Kata kunci: Peramalan, Beban Penyulang Listrik, ARIMA

PENDAHULUAN

PT PLN merupakan badan usaha milik negara yang bergerak di bidang energi, salah satunya penyediaan dan pemeliharaan energi listrik [1]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi manusia yang diperlukan dalam berbagai aktivitas. Listrik menjadi bagian penting dalam peradaban manusia di berbagai bidang seperti ekonomi,

teknologi, pendidikan, dan sosial sehingga penggunaan energi listrik cenderung mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan tenaga listrik harus diikuti dengan penyediaan energi listrik oleh PT PLN agar tercapainya stabilitas yang mampu memenuhi kebutuhan konsumen akan tenaga listrik. Dalam memenuhi kebutuhan pelanggan, diperlukan kesesuaian antara permintaan pelanggan dengan tersedianya energi listrik agar tidak menimbulkan kerugian. Untuk mencapai stabilitas tersebut, PT PLN sebagai pihak penyedia listrik perlu meramalkan besar kebutuhan atau permintaan listrik untuk memudahkan penyediaan pasokan energi listrik kepada pelanggan. Penyulang listrik merupakan bagian pendistribusian tenaga listrik dari gardu induk menuju konsumen [2]. Sehingga sesuai dengan PT PLN ULP Brondong yang bergerak di bidang pelayanan pelanggan untuk meramalkan kebutuhan tenaga listrik pelanggan melalui peramalan beban penyulang listrik.

Peramalan merupakan suatu seni dari ilmu memprediksi sesuatu yang belum terjadi dengan tujuan memperkirakan peristiwa yang akan terjadi di masa depan dengan menggunakan data-data di masa lampau [3]. Dalam kajian ini, data yang diramalkan merupakan data *time series*, yaitu data historis yang terdiri dari urutan pengamatan dari waktu ke waktu [4]. Terdapat beberapa metode dalam peramalan *time series*, diantaranya metode *Exponential Smoothing*, *Moving Average*, *Decomposition*, metode Regresi dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Metode ARIMA merupakan metode yang fleksibel, yaitu mengikuti pola data yang ada serta memiliki tingkat akurasi peramalan yang tinggi sehingga cocok untuk meramalkan sejumlah variabel dengan cepat karena hanya membutuhkan data historis untuk melakukan peramalan [5]. Metode ARIMA banyak digunakan dalam beberapa penelitian [6]–[11] untuk meramalkan data *time series*. Oleh karena itu, penulis mencoba menerapkan metode ARIMA untuk meramalkan data baru berupa data beban penyulang kuat arus listrik.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka akan dikaji peramalan beban penyulang listrik PT PLN ULP Brondong menggunakan metode ARIMA untuk memudahkan penyediaan energi listrik kepada pelanggan PT PLN ULP Brondong.

METODE

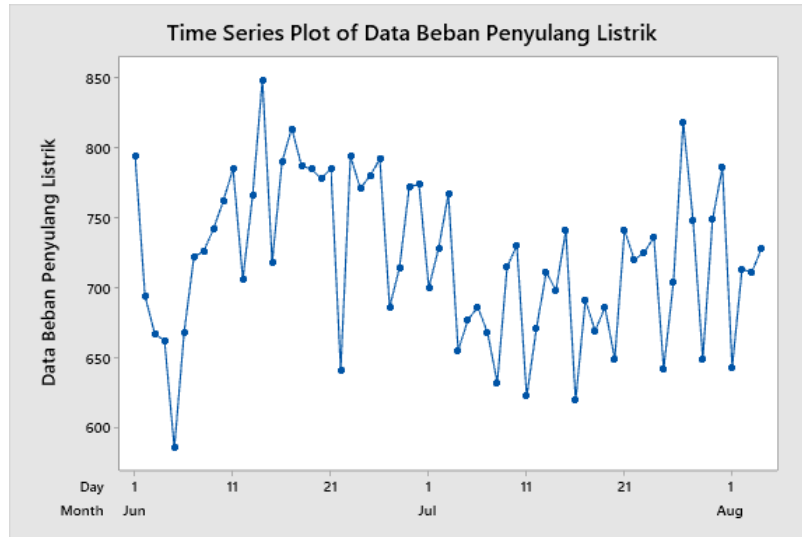
Data dalam penelitian ini adalah data sekunder dari PT PLN ULP Brondong. Data ini berupa data beban penyulang kuat arus listrik harian pada periode 1 juni 2021 sampai 8 agustus 2021. Data periode 1 juni 2021 sampai 4 agustus 2021 digunakan untuk peramalan sedangkan data 5 agustus 2021 sampai 8 agustus 2021 dibandingkan dengan data hasil peramalan. Metode dalam peramalan ini menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan bantuan software minitab 19. Metode ARIMA ini digunakan untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik empat periode berikutnya. Tahap peramalan data dengan metode ARIMA di antaranya melakukan plot data untuk mengidentifikasi pola data; memeriksa stasioneritas data melalui analisis tren linier dan transformasi Box-Cox; melakukan plot ACF dan PACF; membentuk model sementara; uji diagnostik model sementara yang meliputi uji signifikansi parameter, uji asumsi white-noise, dan uji normalitas residual; menentukan model yang memenuhi uji diagnostik; melakukan peramalan; dan menentukan model terbaik berdasarkan presentase akurasi model menggunakan nilai MAPE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode ARIMA telah banyak digunakan dalam peramalan beberapa data *time series* karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dalam penelitian ini akan

digunakan metode ARIMA untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik serta memeriksa tingkat akurasi hasil peramalan.

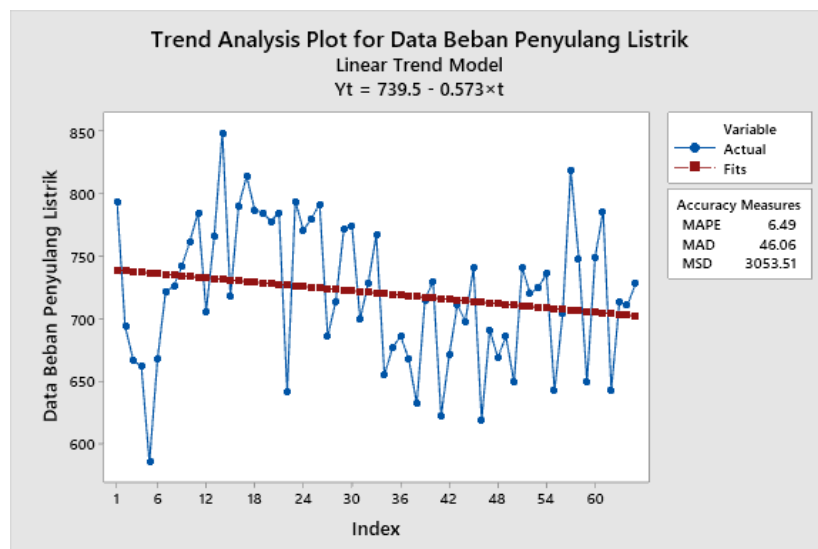
Peramalan data beban penyulang kuat arus listrik dengan metode ARIMA dilakukan dengan menganalisis data yang dimulai dengan plot data untuk mengidentifikasi pola data.



Gambar 1. Plot Data Beban Penyulang Kuat Arus Listrik

berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa data beban penyulang kuat arus listrik memiliki fluktuasi yang tidak beraturan, sehingga dapat disimpulkan bahwa pola data beban penyulang listrik tidak termasuk pola data musiman. Dari plot data ini selanjutnya dapat dilakukan langkah untuk menguji stasioneritas data yang terbagi dalam *mean* dan varian.

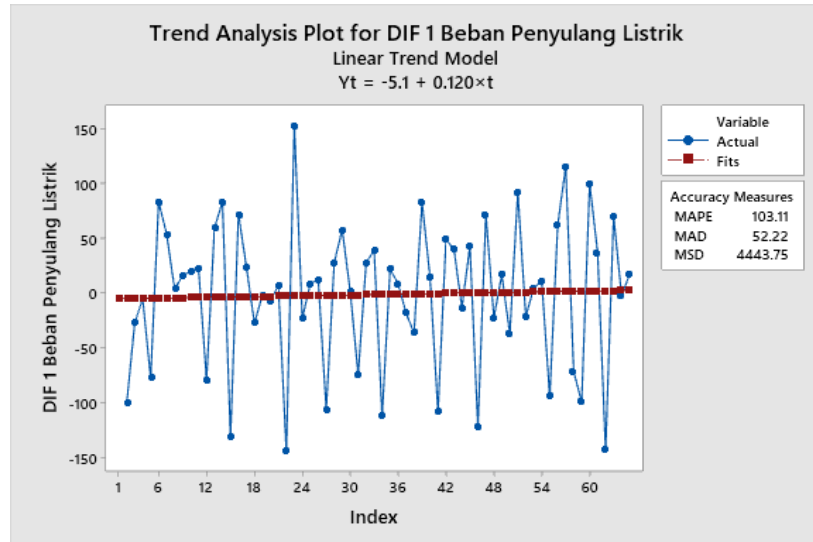
Stasioneritas data dalam *mean* diperiksa menggunakan analisis tren linier yang ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut



Gambar 2. Analisis Trend Linier

Gambar 2 menunjukkan bahwa unsur trend membentuk garis yang cenderung menurun, sehingga data beban penyulang listrik harian belum stasioner dalam *mean*. Oleh karena itu dilakukan *differencing* lag 1 pada data beban penyulang. Untuk memeriksa

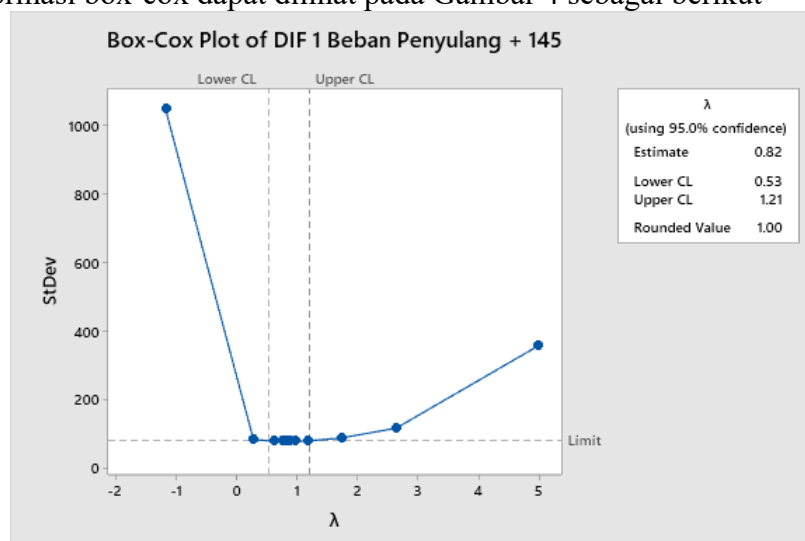
kestasioneran data hasil *differencing* lag 1, maka dilakukan analisis tren pada data hasil *differencing* lag 1. Hasil analisis trend ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar tersebut menunjukkan bahwa data hasil *differencing* lag 1 telah stasioner dalam mean karena unsur trend membentuk garis horizontal.



Gambar 3. Analisis Trend Data Differences 1

Pemeriksaan kestasioneran data dalam varian dilakukan dengan melihat nilai *rounded value* pada transformasi box-cox. Jika nilai *rounded value* sama dengan 1 maka dapat disimpulkan bahwa data telah stasioner dalam varian [9].

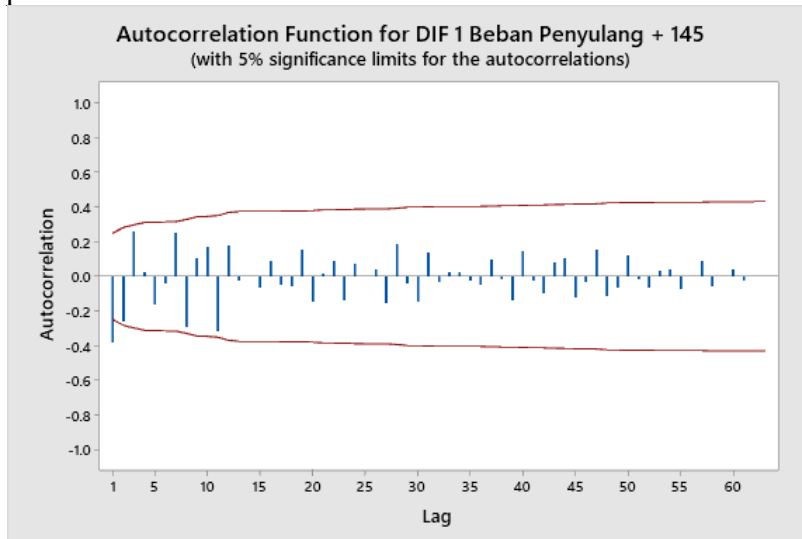
Data beban penyulang telah distasionerkan dalam *mean* menjadi data hasil *differencing* lag 1. Sehingga pemeriksaan kestasioneran dalam varian dilakukan terhadap data hasil *differencing* lag 1. Pada data hasil *differencing* lag 1 terdapat data yang bernilai negatif sehingga tidak dapat langsung ditransformasi. Melalui *graphical summary*, data hasil *differencing* lag 1 mempunyai nilai minimum -144, sehingga masing-masing data ditambah dengan 145 agar semua data bernilai positif. Setelah semua data bernilai positif, dilakukan transformasi Box-Cox untuk memeriksa stasioneritas dalam varian. Grafik hasil transformasi box-cox dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut



Gambar 4. Grafik Transformasi Box-Cox

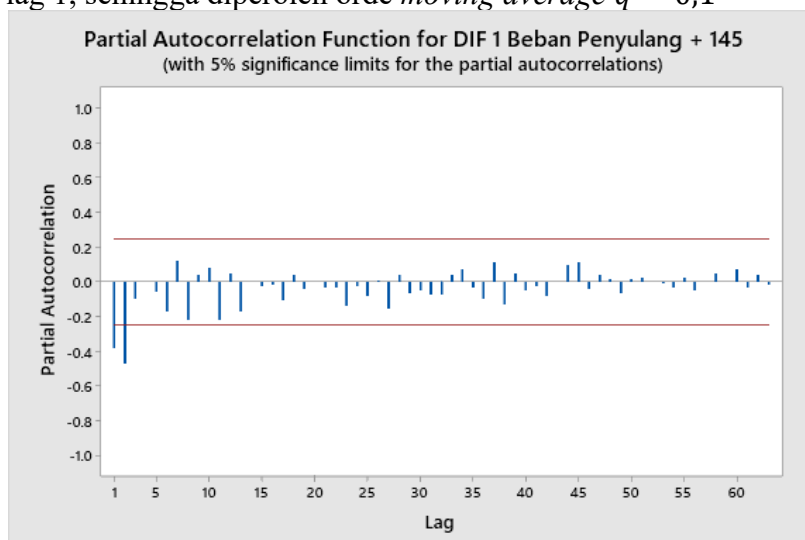
Gambar 4 memperlihatkan bahwa data telah stasioner dalam varian, karena nilai *rounded value* sama dengan 1.

Setelah data stasioner dalam *mean* dan varian, dilakukan plot ACF dan PACF pada data terakhir yaitu data hasil penjumlahan data *differencing* lag 1 dengan 145 untuk mengidentifikasi model ementara. Hasil plot ACF dan PACF berturut turut ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6



Gambar 5. Hasil Plot ACF

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai ACF yang melewati batas bawah ACF terjadi pada lag 1, sehingga diperoleh orde *moving average* $q = 0,1$



Gambar 6. Hasil Plot PACF

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai PACF yang melewati batas bawah PACF terjadi pada lag 1 dan 2, sehingga diperoleh orde *autoregressive* $p = 0,1,2$

Data yang diramalkan adalah data terakhir yang telah stasioner dalam *mean* dan varian. Karena data tersebut telah melalui proses *differencing*, maka nilai d dalam model ARIMA (p, d, q) adalah 0. Berdasarkan nilai p dan q yang telah didapat dari Gambar 5 dan Gambar 6 maka diperoleh model ARIMA (p, d, q) sementara. Model-model tersebut adalah ARIMA (0,0,1), ARIMA (1,0,0), ARIMA (1,0,1), ARIMA (2,0,0), ARIMA (2,0,1). Model tersebut akan diuji diagnostik yang meliputi uji signifikansi parameter, uji

asumsi *white-noise* dan uji normalitas terhadap residual.

Taraf signifikansi dari uji signifikansi parameter adalah $\alpha = 0.05$. Jika pada uji signifikansi parameter *p value* < 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa model memenuhi uji signifikansi parameter [11]. Taraf signifikansi dari uji asumsi *white noise* adalah $\alpha = 0.05$. Jika pada uji asumsi *white noise p value* > 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa model memenuhi uji asumsi *white noise* [12]. Taraf signifikansi dari uji normalitas residual adalah $\alpha = 0.05$. Jika pada uji normalitas residual *p value* > 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa model memenuhi uji normalitas residual [8]. Uji diagnostik dari model sementara dilakukan dengan *software* minitab 19 dengan hasil sebagai berikut

Tabel 1. Hasil Uji Diagnostik ARIMA

Model	Memenuhi Signifikansi Parameter	Memenuhi Asumsi White Noise	Memenuhi Normalitas Residual
ARIMA (0,0,1)	✓	✓	✗
ARIMA (1,0,0)	✓	✗	✗
ARIMA (1,0,1)	✗	✗	✗
ARIMA (2,0,0)	✓	✓	✓
ARIMA (2,0,1)	✗	✓	✓

Dari Tabel 1 diperoleh bahwa model yang memenuhi ketiga uji diagnostik ARIMA adalah model ARIMA (2,0,0). Sehingga dapat disimpulkan bahwa model terbaik yang akan digunakan sebagai model peramalan data beban penyulang listrik harian adalah model ARIMA (2,0,0). Persamaan model ARIMA (2,0,0) sama dengan persamaan model AR(2). Persamaan model tersebut adalah sebagai berikut [13]

$$Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + a_t$$

berdasarkan hasil uji signifikansi parameter model ARIMA (2,0,0) diperoleh koefisien AR(1) = $\varphi_1 = -0.594$ dan AR(2) = $\varphi_2 = -0.509$ sehingga persamaan model peramalan dari beban penyulang listrik harian adalah

$$Z_t = -0.594Z_{t-1} - 0.509Z_{t-2} + a_t$$

Data beban penyulang listrik harian telah distasionerkan dalam mean dan varian menjadi data hasil penjumlahan data *differencing* lag 1 dengan 145. Sehingga data yang diramalkan menggunakan model ARIMA (2,0,0) adalah data yang terakhir. Hasil peramalan dari data beban penyulang harian diperoleh dari pengembalian data hasil ramalan data yang terakhir, yaitu dengan melakukan operasi invers dari data yang terakhir. Hasilnya disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Peramalan Data Beban Penyulang Listrik

Periode	Tanggal	Hasil Ramalan Data Terakhir (a_{t+1})	Data Terakhir – 145 ($b_{t+1} = a_{t+1} - 145$)	Hasil Ramalan Data Beban Penyulang ($x_{t+1} = x_t + b_{t+1}$)
66	5 Agustus 2021	166	21	749
67	6 Agustus 2021	150	5	754
68	7 Agustus 2021	131	-14	740
69	8 Agustus 2021	150	5	745

Hasil peramalan pada Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa besar penyulang kuat arus listrik yang perlu disediakan atau dialirkan dari gardu induk ke pelanggan adalah 749 Ampere pada 5 Agustus 2021, 754 Ampere pada 6 Agustus 2021, 740 Ampere pada 7 Agustus 2021 dan 745 Ampere pada 8 Agustus 2021. Nilai data hasil peramalan tersebut tidak jauh dari rata-rata data historis yaitu 720,58 serta tidak keluar dari batas minimum dan maksimum data historis yaitu berturut turut 585 Ampere dan 849 Ampere. Hasil peramalan tersebut diharapkan sesuai dengan besar kuat arus listrik yang dibutuhkan pelanggan, sehingga PT PLN bisa menyediakan pasokan energi listrik dengan tepat dan dapat membantu stabilitas antara persediaan dan permintaan energi listrik.

Data aktual dan data hasil ramalan beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong periode 5 Agustus 2021 sampai 8 Agustus 2021 ditunjukkan pada Tabel 4.4.1 sebagai berikut

Tabel 3. Tabel Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Peramalan

Tanggal	Data Aktual	Data hasil ramalan
5 Agustus 2021	653	749
6 Agustus 2021	729	754
7 Agustus 2021	751	740
8 Agustus 2021	658	745

Tabel 3 menunjukkan perbandingan data hasil peramalan dengan data aktual. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa penyimpangannya berturut turut adalah 96, 25, -11, dan 87. Penyimpangan tersebut dapat disebabkan oleh faktor yang tidak diduga. Perbandingan data hasil peramalan dengan data aktual dapat digunakan untuk menentukan akurasi atau ketepatan peramalan. Untuk menghitung akurasi peramalan digunakan uji kepatan nilai ramalan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |PE_i|$$

galat persentase (*percentage error*)

$$PE_i = \left(\frac{x_i - f_i}{x_i} \right) \cdot 100\%$$

x_i	f_i	$x_i - f_i$	$\frac{x_i - f_i}{x_i}$	PE_i	$ PE_i $
653	749	-96	-0.14701	-14.701	14.701
729	754	-25	-0.03429	-3.429	3.429
751	740	11	0.014647	1.4647	1.4647
658	745	87	-0.132219	-13.2219	13.2219
$\sum_{i=1}^n PE_i $					32.8173

diperoleh

$$MAPE = \frac{1}{4} \cdot 32.8173 = 8.2\%$$

Berdasarkan nilai MAPE tersebut, diperoleh akurasi hasil peramalan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong menggunakan model ARIMA (2,0,0) adalah 8.2%. Nilai akurasi ini berada pada range < 10% sehingga berdasarkan

interpretasi nilai MAPE [14], model peramalan ARIMA (2,0,0) memiliki kemampuan peramalan yang sangat akurat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model peramalan ARIMA (2,0,0) sangat baik untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong.

Metode peramalan yang baik adalah metode dengan nilai MAPE minimum. Nilai akurasi ini dapat dibandingkan dengan nilai akurasi peramalan menggunakan metode lain sehingga dapat dipilih metode yang terbaik untuk meramalkan beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh simpulan bahwa stabilitas persediaan dan permintaan listrik PT PLN ULP Brondong dapat dicapai dengan meramalkan besar kebutuhan listrik. Hasil analisis data deret waktu beban penyulang kuat arus listrik dengan metode ARIMA menggunakan program minitab 19 diperoleh lima model dengan satu model peramalan yang memenuhi uji diagnostik yaitu model ARIMA (2,0,0) dengan persamaan $Z_t = -0.594Z_{t-1} - 0.509Z_{t-2} + a_t$. Hasil peramalan 4 periode mendatang data beban penyulang harian kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong adalah 749 Ampere pada 5 Agustus 2021, 754 Ampere pada 6 Agustus 2021, 740 Ampere pada 7 Agustus 2021 dan 745 Ampere pada 8 Agustus 2021. Perbandingan data aktual lapangan dengan data hasil peramalan beban penyulang harian kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong menggunakan model ARIMA (2,0,0) memberikan nilai akurasi peramalan sebesar 8.2%. Nilai akurasi ini menunjukkan bahwa model peramalan ARIMA (2,0,0) sangat baik untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong.

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dan hasil yang telah diperoleh, penulis memberi saran untuk melakukan analisis dan peramalan data beban penyulang kuat arus listrik harian PT PLN ULP Brondong dengan metode berbeda yang memberikan nilai akurasi lebih kecil dari 8.2% agar diperoleh model peramalan yang lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Perusahaan Listrik Negara, "Anak Perusahaan," 2021. <https://web.pln.co.id/tentang-kami/anak-perusahaan>.
- [2] J. M. Tambunan, N. Pasra, and R. Sumander, "Studi Pemisahan Beban Penyulang Baru Sktm Gis Pantai Indah Kapuk," *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 1, pp. 16–25, 2018, doi: 10.33322/energi.v9i1.61.
- [3] N. L. A. K. Yuniastari and I. W. W. Wirawan, "Peramalan Permintaan Produk Perak Menggunakan Metode Simple Moving Average Dan Single Exponential Smoothing," *Sist. dan Inform. STIKOM Bali*, vol. 9, no. 1, pp. 97–106, 2016.
- [4] W. M. Briggs, S. Makridakis, S. C. Wheelwright, R. J. Hyndman, and F. X. Diebold, "Forecasting: Methods and Applications," *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 94, no. 445, p. 345, 1999, doi: 10.2307/2669717.
- [5] A. H. Hutasuhut, W. Anggraeni, and R. Tyasnurita, "Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject," *J. Tek. Pomits*, vol. 3, no. 2, pp. A169–A174, 2014.
- [6] R. J. Djami, J. Esna, T. Radjabaycolle, and G. Haumahu, "Forecasting the Ambon City Consumer Price Index Using Arima Box-Jenkins," vol. 2, no. 2, pp. 87–96, 2021.
- [7] D. A. Fajari, M. F. Abyantara, and H. A. Lingga, "Peramalan Rata-Rata Harga Beras Pada Tingkat Perdagangan Besar Atau Grosir Indonesia Dengan Metode

-
- Sarima (Seasonal Arima),” *J. Agribisnis Terpadu*, vol. 14, no. 1, p. 88, 2021, doi: 10.33512/jat.v14i1.11460.
- [8] A. K. Rachmawati, “Peramalan Penyebaran Jumlah Kasus Covid19 Provinsi Jawa Tengah dengan Metode ARIMA,” *Zeta - Math J.*, vol. 6, no. 1, pp. 11–16, 2020, doi: 10.31102/zeta.2021.6.1.11-16.
- [9] B. H. Saputra, S. N. Afifah, and A. Indahsar, “Peramalan jumlah pasien dengan diagnosa acute upper respiratory infection menggunakan metode autoregressive integrated moving average (ARIMA) pada Klinik Pratama Mitra Sehat,” pp. 113–120, 2021.
- [10] D. Ayu, “Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT. Telekomunikasi Indonesia,” vol. 4, pp. 611–620, 2021.
- [11] E. Sartika and S. Murniati, “Peramalan Distribusi Kedatangan Turis Mancanegara Melalui Pintu Masuk Bandara Soekarno Hatta Menggunakan ARIMA,” vol. 4, no. 1, pp. 52–70, 2021.
- [12] I. K. Hasan and Ismail Djakaria, “Perbandingan Model Hybrid ARIMA-NN dan Hybrid ARIMA-GARCH untuk Peramalan Data Nilai Tukar Petani di Provinsi Gorontalo,” *J. Stat. dan Apl.*, vol. 5, no. 2, pp. 155–165, 2021, doi: 10.21009/jsa.05204.
- [13] W. William W. S., *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods (2nd Edition)*, Second. Boston: PEARSON Addison-Wesley, 2005.
- [14] M. Astiningrum, I. K. Putri, and V. N. Wijyaningrum, “Peramalan Harga Bahan Pokok Menggunakan Support Vector Regression [Forecasting Staple Food Prices Using Support Vector Regression],” *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Apl.*, vol. 12, no. August, pp. 77–82, 2020.

IMPLEMENTASI ALGORITMA DIJKSTRA DALAM MENCARI RUTE TERPENDEK MENUJU LOKASI LONGSOR

Anisaul Azizah^{1, a)}, Vita Kusumasari²⁾

^{1,2)}Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Malang

^{a)}anisaulazizah62@gmail.com

Abstrak

BPBD Kota Malang merupakan lembaga pemerintahan non-departemen yang melaksanakan tugas penanggulangan bencana khususnya di wilayah Kota Malang. Bencana di Kota Malang didominasi oleh bencana tanah longsor. Wilayah yang sering terkena dampak bencana tanah longsor diantaranya Kelurahan Kota Lama, Kelurahan Samaan, Kelurahan Sukun, dan Kelurahan Bandungrejosari. Oleh karena itu, dibutuhkan keefesienan waktu, tenaga, dan biaya menuju lokasi bencana agar dampak tanah longsor tidak semakin besar. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan mencari rute terpendek menuju lokasi bencana tanah longsor. Algoritma yang dapat digunakan untuk mencari rute terpendek dengan menggunakan graf yaitu Algoritma Dijkstra. Algoritma Dijkstra merupakan algoritma yang efektif dalam pencarian rute terpendek dan dapat menampilkan jalur terpendek dari satu lokasi ke lokasi lain. Hasil pencarian rute terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra sebagai berikut rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang menuju Kelurahan Kota Lama yaitu Kantor BPBD–Polehan–Jodipan–Kota Lama dengan total jarak 4,45 km, dari Kantor BPBD menuju Kelurahan Sukun rute terpendek yang ditempuh yaitu Kantor BPBD–Polehan–Jodipan–Sukoharjo–Kasin– Sukun dengan total jarak 10,5 km, dari Kantor BPBD menuju Kelurahan Bandungrejosari rute terpendek yang ditempuh yaitu Kantor BPBD–Polehan–Jodipan–Sukoharjo–Kasin–Bandungrejosari dengan total jarak 11,2 km, dari Kantor BPBD menuju Kelurahan Samaan rute terpendek yang ditempuh yaitu Kantor BPBD–Polehan–Kesatrian–Klojen–Samaan dengan total jarak 7,8 km.

Kata kunci: Algoritma Dijkstra, rute terpendek, tanah longsor

PENDAHULUAN

Kota Malang merupakan kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Surabaya. Selaras dengan hal tersebut, Kota Malang termasuk sebagai salah satu kota yang pertumbuhan penduduknya terus meningkat. Tingginya intensitas kegiatan yang dimiliki Kota Malang berdampak pada tingginya tingkat kerentanan atau risiko bencana, baik bencana alam maupun non alam. Bencana yang terjadi di Kota Malang didominasi oleh bencana tanah longsor. Dampak yang ditimbulkan dari bencana yang terjadi sangat mengganggu dan merugikan masyarakat. Oleh karena itu, adanya peran pemerintah diperlukan untuk melakukan penanganan sejak pra bencana, tanggap bencana, dan pasca bencana.

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Malang merupakan instansi yang berwenang dan bertanggung jawab dalam melaksanakan dan menjalankan program penanganan bencana di Kota Malang. BPBD akan siap siaga menangani bencana agar bisa mengurangi dampak yang merugikan masyarakat Kota Malang, termasuk

bencana tanah longsor. Kejadian bencana tanah longsor di Kota Malang sering terjadi diantaranya di wilayah Kelurahan Kota Lama, Kelurahan Sukun, Kelurahan Samaan, dan Kelurahan Bandungrejosari. Hal ini terjadi selain karena kondisi dan peristiwa alam, juga disebabkan oleh semakin berkembangnya pemukiman yang berada di kawasan rawan tanah longsor seperti bantaran sungai. Oleh karena itu, dibutuhkan kefeisienan waktu, tenaga dan biaya menuju lokasi bencana agar dampak tanah longsor tidak semakin besar. Pemasalahan ini dapat diselesaikan dengan mencari rute terpendek menuju lokasi bencana tanah longsor. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan rute terpendek bermacam-macam seperti Algoritma Dijkstra, Algoritma Floyd-Warshall, Algoritma Bellman-Ford dan lain-lain.

Penelitian terdahulu seperti yang dilakukan oleh Rudiyanto,dkk (2020) memberikan hasil penelitian bahwa Algoritma Dijkstra lebih sedikit menggunakan memori dan waktu pencarian rute yang lebih cepat daripada Algoritma Floyd-Warshall. Penelitian Ridwan & Sunarto (2020) yang berjudul “Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Jarak Terdekat Pondok Pesantren Berbasis Situs” menyimpulkan bahwa Algoritma Dijkstra mampu diimplementasikan dalam sistem pencarian rute yang optimal dan dapat memperkirakan jarak yang ditempuh. Sulaiman,dkk (2020) memberikan hasil penelitian bahwa Algoritma Dijkstra lebih cepat dan akurat dalam menentukan solusi pencarian rute terpendek dibandingkan Algoritma *Artificial Bee Colony*. Subagio,dkk (2019) pada penelitiannya yang berjudul “Analisis Performansi Algoritma *Greedy Best First Search* dan *Dijkstra* pada Aplikasi Pencarian Jalur Pendorong Darah Terdekat” menyimpulkan bahwa waktu eksekusi Algoritma *Dijkstra* lebih cepat dibandingkan dengan Algoritma *Greedy Best First Search*. Penulis menaruh perhatian pada Algoritma Dijkstra karena merupakan algoritma yang efektif dalam pencarian lintasan terpendek dari satu lokasi ke lokasi lain. Tiap node atau titik yang sudah dilewati akan kembali dihitung ulang sehingga dapat menemukan rute yang terpendek. Validasi perhitungan rute terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra dibutuhkan agar diperoleh hasil yang optimal. Program dinamis pada software WinQSB dapat digunakan sebagai alat bantu dalam validasi perhitungan rute terpendek. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan penentuan rute terpendek menuju beberapa lokasi yang sering terjadi longsor di Kota Malang menggunakan Algoritma Dijkstra dan membandingkan hasil perhitungan menggunakan *software* WinQSB.

METODE

Penentuan rute terpendek menggunakan Algoritma *Dijkstra* dalam penelitian ini membutuhkan data kejadian bencana terutama bencana tanah longsor di wilayah Kota Malang. Adapun teknik pengumpulan datanya yaitu dilakukan dengan wawancara bersama salah satu pegawai mengenai kejadian bencana dan meminta file laporan kejadian dan rawan bencana di Kota Malang beberapa tahun terakhir. Proses analisis data dalam penentuan jarak terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra sebagai berikut.

1. Melakukan pengumpulan data bencana dan peta kejadian bencana dari BPBD Kota Malang
2. Menentukan wilayah yang sering terjadi bencana tanah longsor di Kota Malang
3. Merepresentasikan wilayah kelurahan di Kota Malang dalam bentuk graf
4. Menerapkan Algoritma Dijkstra dalam penentuan rute terpendek menuju wilayah yang sering terjadi bencana tanah longsor di Kota Malang
5. Melakukan validasi perhitungan menggunakan *software*
6. Menemukan rute terpendek dari kantor BPBD Kota Malang menuju lokasi

yang sering terjadi bencana tanah longsor di Kota Malang

Langkah-langkah dalam menentukan lintasan terpendek pada Algoritma Dijkstra adalah sebagai berikut:

Misalkan:

$$V(G) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

L = himpunan titik permanen

$D(v_j)$ = jumlah bobot lintasan terkecil dari v_1 ke v_j

$W(v_i, v_j)$ = bobot garis dari v_i ke v_j

1. Menentukan v_1 sebagai titik awal dan v_n sebagai titik akhir

2. Inisialisasi :

- $L = \{v_1\}$
- $V(G) = \{v_2, v_3, \dots, v_n\}$
- $D(v_1) = 0$

$$D(v_j) = \infty, \forall v_j \in V(G)$$

3. Untuk iterasi pertama, lakukan:

- $V(G) = \{v_2, v_3, \dots, v_n\}$
- $\forall v_j \in V(G)$, lakukan

$$D(v_j) = \min(D(v_j), D(v_1) + W(1, j))$$

- $\forall v_j \in V(G)$, tentukan $D(v_j)$ terkecil, maka titik permanen v_p adalah v_j
- $L = L \cup \{v_p\}$
- Jika $v_n \in L$, maka iterasi berhenti, jika $v_n \notin L$ maka iterasi berlanjut

4. Untuk iterasi kedua dan seterusnya, lakukan:

- $\forall v_j \notin L$, lakukan

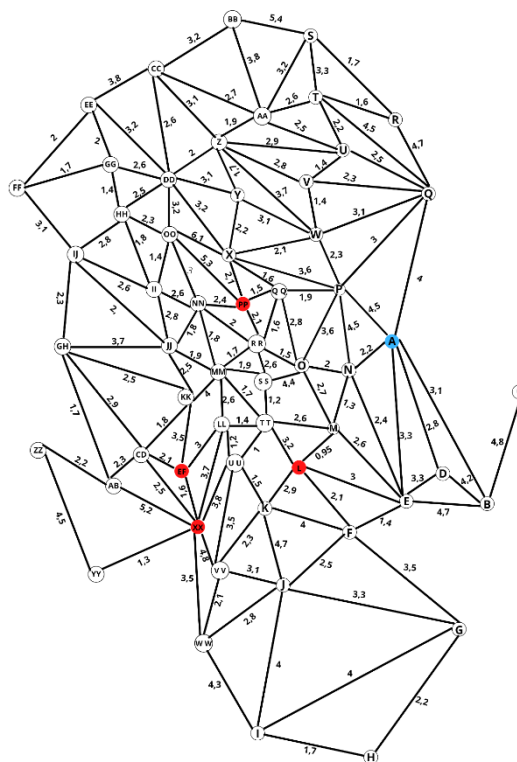
$$D(v_j) = \min(D(v_j), D(v_p) + W(p, j))$$

- $\forall v_j \notin L$, tentukan $D(v_j)$ terkecil, maka titik permanen v_p adalah v_j
- $L = L \cup \{v_p\}$
- Jika $v_n \in L$, maka iterasi berhenti, jika $v_n \notin L$ maka iterasi berlanjut

Menurut algoritma diatas, rute terpendek dari titik v_1 ke v_n yaitu melalui titik-titik dalam L secara berurutan dan dengan panjang lintasannya adalah $D(v_n)$ [5]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Algoritma *Dijkstra* ditemukan oleh *Edsger Wybe Dijkstra* pada tahun 1959. Algoritma ini merupakan algoritma yang dapat memecahkan masalah pencarian jalur terpendek dari suatu graf pada setiap simpul yang bernilai positif atau tidak negatif. Selain digunakan untuk mencari lintasan terpendek, Algoritma Dijkstra juga merupakan salah satu algoritma yang digunakan dalam beberapa permasalahan seperti masalah aliran maksimum dan kecerdasan buatan dalam permainan. Berdasarkan data yang diperoleh dari BPBD Kota Malang dalam tiga tahun terakhir, salah satu bencana yang sering terjadi di Kota Malang yaitu bencana tanah longsor. Kejadian bencana tanah longsor banyak terjadi akibat hujan dan luapan sungai. Selain itu, banyaknya pemukiman di pinggir sungai juga menjadi salah satu penyebab bencana tanah longsor yang terjadi di Kota Malang. Wilayah di Kota Malang yang sering terjadi bencana tanah longsor dengan banyak pilihan jalur atau jalan dari kantor BPBD Kota Malang diantaranya Kelurahan Kota Lama, Bandungrejosari, Sukun, dan Samaan. Oleh karena itu, dibutuhkan rute atau jalur terpendek menuju lokasi agar bencana tanah longsor yang terjadi dapat segera di tangani oleh petugas BPBD Kota Malang.



Gambar 1. Graf Berbobot Wilayah Kelurahan di Kota Malang

Pada penelitian ini, dalam merepresentasikan wilayah kelurahan di Kota Malang dalam bentuk graf yaitu dengan merepresentasikan kelurahan sebagai titik pada graf dan jarak antar kelurahan sebagai sisi pada graf. Bobot pada graf tersebut merupakan representasi jarak antar kelurahan yang diperoleh dengan alat bantu *google earth*. Gambar diatas merupakan representasi graf pada peta wilayah Kota Malang, dimana simpul A yang berwarna biru sebagai titik awal keberangkatan yaitu Kantor BPBD Kota Malang, sedangkan simpul L, PP, XX dan EF yang berwarna merah menunjukkan titik tujuan.

1.	A	Kantor BPBD Kota Malang
2.	B	Madyopuro
3.	C	Cemoro Kandang
4.	D	Lesanpuro
5.	E	Kedung Kandang
6.	F	Buring
7.	G	Wonokoyo
8.	H	Tlogowaru
9.	I	Arjowinangun
10.	J	Bumiyayu
11.	K	Mergosono
12.	L	Kota Lama
13.	M	Jodipan
14.	N	Polehan
15.	O	Kesatrian
16.	P	Bunulrejo
17.	Q	Pandanwangi
18.	R	Arjosari
19.	S	Balearjosari
20.	T	Polowijen
21.	U	Purwodadi
22.	V	Blimbing
23.	W	Purwantoro
24.	X	Lowokwaru
25.	Y	Tulusrejo
26.	Z	Mojolangu
27.	AA	Tanjungsekar

28.	BB	Tasikmadu
29.	CC	Tunggulwuhung
30.	DD	Jatimulyo
31.	EE	Tlogomas
32.	FF	Merjosari
33.	GG	Dinoyo
34.	HH	Ketawang Gede
35.	II	Sumbersari
36.	JJ	Gadingkasri
37.	KK	Bareng
38.	LL	Kasin
39.	MM	Kaumnan
40.	NN	Oro-oro Dowo
41.	OO	Penanggungan
42.	PP	Samaan
43.	QQ	Rampal Celaket
44.	RR	Klojen
45.	SS	Kidul Ndalem
46.	TT	Sukoharjo
47.	UU	Ciptomulyo
48.	VV	Gadang
49.	WW	Kebonsari
50.	XX	Bandungrejosari
51.	YY	Bakalan Krajan
52.	ZZ	Mulyorejo
53.	AB	Bandulan
54.	CD	Tanjungrejo
55.	EF	Sukum
56.	GH	Pisang Candi
57.	IJ	Karang Besuki

Tabel 1. Penamaan Titik pada Graf Kelurahan di Kota Malang

Pada penelitian ini, penentuan rute terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra diperoleh dengan mempertimbangkan jarak tempuh serta jalur yang dilalui yaitu dengan menggunakan jalan utama dari satu kelurahan menuju kelurahan lainnya. Proses pencarian rute terpendek menuju beberapa wilayah yang sering terjadi bencana tanah longsor di Kota Malang menggunakan Algoritma Dijkstra diperoleh hasil dengan interpretasi sebagai berikut. Perhitungan rute terpendek secara manual berikut, menghasilkan perhitungan yang sama dengan software WinQSB.

1. Rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Kota Lama (v_L)
 - Mulai dari v_L , $D(v_L)$ pada iterasi $8 < \text{iterasi } 5$, maka v_M harus dilalui sebelum titik v_L
 - Mulai dari v_M , $D(v_M)$ pada iterasi $2 < \text{iterasi } 1$, maka v_N harus dilalui sebelum titik v_M
 - Mulai dari v_N , $D(v_N)$ pada iterasi $1 < \text{iterasi } 0$, maka v_A harus dilalui sebelum titik v_N

Jadi, rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Kota Lama (v_L) sepanjang 4,45 km yaitu

$$v_A \rightarrow v_N \rightarrow v_M \rightarrow v_L$$

atau

Kantor BPBD \rightarrow Polehan \rightarrow Jodipan \rightarrow Kelurahan Kota Lama

2. Rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Sukun (v_{EF})

- Mulai dari v_{EF} , $D(v_{EF})$ pada iterasi 23 < iterasi 22, maka v_{LL} harus dilalui sebelum titik v_{EF}
- Mulai dari v_{LL} , $D(v_{LL})$ pada iterasi 13 < iterasi 12, maka v_{TT} harus dilalui sebelum titik v_{LL}
- Mulai dari v_{TT} , $D(v_{TT})$ pada iterasi 6 < iterasi 5, maka v_M harus dilalui sebelum titik v_{TT}
- Mulai dari v_M , $D(v_M)$ pada iterasi 2 < iterasi 1, maka v_N harus dilalui sebelum titik v_M
- Mulai dari v_N , $D(v_N)$ pada iterasi 1 < iterasi 0, maka v_A harus dilalui sebelum titik v_N

Jadi, rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Sukun (v_{EF}) sepanjang 10,5 km yaitu $v_A \rightarrow v_N \rightarrow v_M \rightarrow v_{TT} \rightarrow v_{LL} \rightarrow v_{EF}$

atau

Kantor BPBD \rightarrow Polehan \rightarrow Jodipan \rightarrow Sukoharjo \rightarrow Kasin \rightarrow Sukun

3. Rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Bandungrejosari (v_{XX})

- Mulai dari v_{XX} , $D(v_{XX})$ pada iterasi 23 < iterasi 22, maka v_{LL} harus dilalui sebelum titik v_{XX}
- Mulai dari v_{LL} , $D(v_{LL})$ pada iterasi 13 < iterasi 12, maka v_{TT} harus dilalui sebelum titik v_{LL}
- Mulai dari v_{TT} , $D(v_{TT})$ pada iterasi 6 < iterasi 5, maka v_M harus dilalui sebelum titik v_{TT}
- Mulai dari v_M , $D(v_M)$ pada iterasi 2 < iterasi 1, maka v_N harus dilalui sebelum titik v_M
- Mulai dari v_N , $D(v_N)$ pada iterasi 1 < iterasi 0, maka v_A harus dilalui sebelum titik v_N

Jadi, rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Bandungrejosari (v_{XX}) sepanjang 11,2 km yaitu

$$v_A \rightarrow v_N \rightarrow v_M \rightarrow v_{TT} \rightarrow v_{LL} \rightarrow v_{XX} \quad \text{atau}$$

Kantor BPBD \rightarrow Polehan \rightarrow Jodipan \rightarrow Sukoharjo \rightarrow Kasin \rightarrow Bandungrejosari

4. Rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Samaan (v_{PP})

- Mulai dari v_{PP} , $D(v_{PP})$ pada iterasi $12 < \text{iterasi } 11$, maka v_{RR} harus dilalui sebelum titik v_{PP}
- Mulai dari v_{RR} , $D(v_{RR})$ pada iterasi $8 < \text{iterasi } 7$, maka v_O harus dilalui sebelum titik v_{RR}
- Mulai dari v_O , $D(v_O)$ pada iterasi $2 < \text{iterasi } 1$, maka v_N harus dilalui sebelum titik v_O
- Mulai dari v_N , $D(v_N)$ pada iterasi $1 < \text{iterasi } 0$, maka v_A harus dilalui sebelum titik v_N

Jadi, rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang (v_A) menuju Kelurahan Samaan (v_{PP}) sepanjang 7,8 km yaitu

$$v_A \rightarrow v_N \rightarrow v_O \rightarrow v_{RR} \rightarrow v_{PP}$$

atau

Kantor BPBD \rightarrow Polehan \rightarrow Kesatrian \rightarrow Klojen \rightarrow Kelurahan Samaan

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan maka dapat disimpulkan bahwa dalam merepresentasikan wilayah kelurahan di Kota Malang dalam bentuk graf yaitu dengan merepresentasikan kelurahan sebagai titik pada graf dan jarak antar kelurahan sebagai sisi pada graf. Selanjutnya, pencarian rute terpendek menuju wilayah yang sering terjadi longsor menggunakan Algoritma Dijkstra dan alat bantu *software* WinQSB diperoleh hasil akhir yang sama yaitu rute terpendek dari Kantor BPBD Kota Malang menuju Kelurahan Kota Lama yaitu Kantor BPBD–Polehan–Jodipan–Kota Lama dengan total jarak 4,5 km, dari Kantor BPBD menuju Kelurahan Bandungrejosari rute terpendek yang ditempuh yaitu Kantor BPBD– Polehan–Jodipan–Sukoharjo–Kasin–Bandungrejosari dengan total jarak 11,2km, dari Kantor BPBD menuju Kelurahan Sukun rute terpendek yang ditempuh yaitu Kantor BPBD–Polehan–Jodipan–Sukoharjo–Kasin–Sukundengan total jarak 10,5 km, dari Kantor BPBD menuju Kelurahan Samaan rute terpendek yang ditempuh yaitu Kantor BPBD–Polehan–Kesatrian– Klojen–Samaan dengan total jarak 7,8 km.

SARAN

Pencarian rute terpendek dalam sebuah graf berbobot dapat dilakukan dengan berbagai metode atau algoritma. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan rute terpendek dengan algoritma lain selain Algoritma Dijkstra. Pada penelitian ini juga hanya terbatas pada satu bencana, sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat diterapkan pada bencana yang lain.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Rudiyanto, Agung Dwika, Wahyuddin. M Iwan, “Perbandingan Algoritma Floyd-Warshall dan Dijkstra untuk Menentukan Rute Rumah Sakit Terdekat Jalur Evakuasi Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis WEB,” *Intecom*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [2] Y. A. Ridwan and A. A. Sunarto, “Implementasi Algoritma Dijkstra Untuk



- Menentukan Jarak Terdekat Pondok Pesantren Berbasis Situs,” vol. 8, no. 1, pp. 14–20, 2020.
- [3] H. Sulaiman, Y. Yuliani, E. Fitri, N. Herlinawati, and S. Watmah, “Algoritma Dijkstra untuk Pendistribusian Carica Nida Food Wonosobo,” vol. 8, no. 2, pp. 203–206, 2020, doi: 10.26418/justin.v8i2.38223.
- [4] A. Subagio, B. Rahayudi, and M. A. Fauzi, “Analisis Performansi Algoritma Greedy Best First Search dan Dijkstra Pada Aplikasi Pencarian Jalur Pendorong Darah Terdekat,” *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 515–520, 2019.
- [5] J. J. Siang, *Riset Operasi dalam Pendekatan Algoritmis*, 2nd ed. Yogyakarta: CV Ando Offset, 2011.



ANALISIS KESULITAN SISWA SMP KELAS VIII DALAM PENYELESAIAN REPRESENTASI MASALAH MATEMATIKA PADA MATERI SISTEM PERSAMAAN LINIER DUA VARIABEL (SPLDV)

Siti Rahma Rifadena^{1,a)}, Erry Hidayanto^{2,b)}

^{1,2)}Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Negeri Malang

^{a)}*siti.rahma.1703116@students.um.ac.id*,

^{b)}*erry.hidayanto.fmipa@um.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk kesulitan dan faktor yang menyebabkan kesulitan dalam merepresentasikan masalah matematika. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Subjek penelitian yang digunakan adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Jambesari Darus Sholah Kabupaten Bondowoso dalam satu kelas yang terdiri dari 17 siswa, kemudian akan dipilih sebanyak 6 siswa. Instrumen dalam penelitian ini terdiri atas soal tes SPLDV, kuisioner, dan wawancara. Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa: 1) pada representasi visual, siswa kurang teliti membaca dan kurang memahami soal, serta kurang tepat merepresentasikan informasi yang berada pada soal ke dalam bentuk visualnya; 2) pada representasi simbolik, siswa kurang memahami maksud dari soal, sehingga tidak dapat merepresentasikan informasi pada soal ke dalam bentuk simbolik; 3) pada representasi verbal, siswa kurang teliti dalam menafsirkan pertanyaan pada soal. Semua bentuk kesulitan terjadi karena ada faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi yaitu, matematika pelajaran sulit dipahami, tidak memahami materi SPLDV, SPLDV merupakan materi paling sulit, dan merasa bingung saat belajar matematika.

Kata Kunci : Kesulitan, Representasi, Masalah Matematika

PENDAHULUAN

Pendidikan yaitu hasil warisan dari satu generasi ke generasi selanjutnya dengan pengajaran, pelatihan, serta penelitian dalam bentuk pembelajaran pengetahuan, keterampilan, serta kebiasaan. Menurut UU No. 20 Tahun 2003 tentang SISDIKNAS menyatakan bahwa pendidikan merupakan upaya yang terencana untuk menciptakan kondisi belajar serta proses kegiatan pembelajaran supaya siswa aktif untuk mengembangkan potensi pada dirinya dalam kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang dibutuhkan oleh dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Menurut [1] menyatakan bahwa pendidikan merupakan nilai – nilai pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan dari generasi tua ke generasi muda sebagai upaya untuk mempersiapkan fungsi hidup untuk generasi selanjutnya. Sedangkan menurut [2], pendidikan merupakan upaya menarik sesuatu dalam diri manusia sebagai usaha memberikan pengalaman - pengalaman belajar terencana

dalam bentuk pendidikan formal, nonformal, dan informal di sekolah, dan luar sekolah, yang berlangsung seumur hidup dengan maksud untuk mengoptimalkan kemampuan - kemampuan individu agar selanjutnya dapat memainkan peranan hidup secara tepat.

Pada pendidikan formal mempelajari beberapa cabang ilmu, misalnya ilmu matematika. Matematika adalah ilmu pengetahuan yang dapat direpresentasikan ke bentuk simbol (kalimat matematika, huruf, gambar, grafik, dll) dan bersifat eksak. Mustafa menyatakan bahwa matematika merupakan pengetahuan mengenai kuantitas, bentuk, susunan, dan ukuran. Hal yang terpenting yaitu metode serta proses dalam mendapatkan konsep yang tepat serta lambang yang konsisten, sifat dan hubungan antara jumlah serta ukuran, baik secara abstrak, matematika murni atau dalam keterkaitan manfaat pada matematika terapan. Menurut para ahli pendidikan matematika, matematika merupakan pengetahuan yang menjelaskan mengenai pola atau keteraturan (*pattern*) dan tingkatan (*order*). Hal tersebut membuktikan bahwa guru matematika wajib memfasilitasi siswanya dalam belajar berpikir dengan keteraturan (*pattern*) yang ada [3]. Sedangkan menurut Siswono beberapa definisi matematika yang telah disampaikan oleh para ahli pada tahun 1940-an sampai dengan 1970-an. Definisi matematika dikelompokkan menjadi: 1) matematika sebagai ilmu yang berhubungan dengan bilangan dan ruang, (2) matematika sebagai pengetahuan yang berkenaan dengan besaran (kuantitas), (3) matematika sebagai ilmu yang berkaitan dengan bilangan, ruang, besaran, dan keluasan, (4) matematika sebagai pengetahuan mengenai hubungan (relasi), (5) matematika sebagai ilmu yang berhubungan dengan bentuk yang abstrak, dan (6) matematika sebagai pengetahuan yang bersifat deduktif. Objek – objek keahlian dari matematikawan yang mempengaruhi perbedaan pengertian ini. Matematika adalah pengetahuan yang berhubungan dengan ide – ide atau konsep abstrak yang tersusun secara hierarkis serta penalarannya deduktif [4].

Matematika adalah bidang studi yang dirasa cukup sulit oleh beberapa siswa, karena para siswa berpersepsi bahwa matematika merupakan bidang studi yang sangat membosankan dan menakutkan. Sehingga terbukti hasil tes dan evaluasi di Indonesia pada tahun 2015 yang dilaksanakan oleh *Programme for International Students Assessment* (PISA) menyatakan bahwa dari jumlah 540.000 siswa, Indonesia menempati peringkat 63 dari 70 negara, pada bidang studi matematika mendapat skor 386. PISA menjelaskan bahwa Indonesia masih tergolong rendah dalam penguasaan materi. Oleh sebab itu, matematika ini merupakan salah satu mata pelajaran yang membuat siswa tidak tertarik, malas dan membosankan, terlebih lagi jika soal matematika tersebut merupakan soal cerita yang berupa masalah atau soal non rutin. Karena pada diri siswa telah terdoktrin bahwa matematika adalah bidang studi yang sangat sulit, sehingga siswa tidak tertarik untuk mempelajari bidang studi matematika.

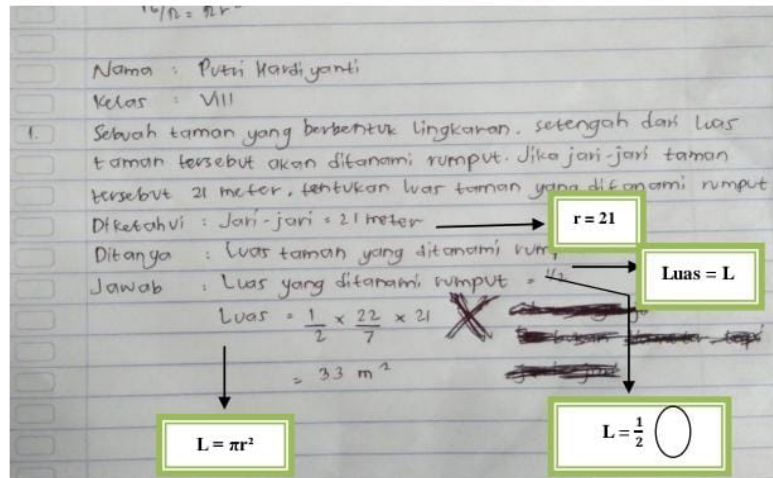
Dalam menyelesaikan masalah, terkadang siswa mengalami kesulitan yang membuat siswa tidak dapat menemukan solusi dari masalah (soal non rutin) tersebut. Masalah adalah suatu persoalan yang perlu diketahui jawabannya. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) masalah merupakan pertanyaan yang harus diselesaikan atau dipecahkan. [4] mengungkapkan bahwa masalah itu suatu keadaan yang nyata kebenarannya serta perlu mencari solusinya, namun tidak dapat langsung ditemukan langkah pemecahannya. [3] menjelaskan bahwa sesuatu dikatakan masalah jika didalamnya memuat pertanyaan yang perlu dijawab. Martini menemukan bahwa kesulitan yang dialami oleh siswa yang berkesulitan matematika yaitu, kelemahan saat menghitung, kesulitan saat mentransfer pengetahuan, kelemahan dalam memahami bahasa matematika, dan kesulitan dalam persepsi visual. Pada penelitian Martini ditemukan bahwa salah

satu kesulitan yang sering dialami siswa yaitu pemahaman bahasa matematika yang kurang. Pengusaan bahasa matematika yang masih kurang merupakan salah satu wujud dari kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah. Jika pemahaman bahasa matematika siswa itu kurang maka artinya siswa kurang mampu dalam merepresentasikan masalah. Representasi adalah suatu bentuk pengganti dari informasi yang diberikan sebagai tanda untuk mempermudah mengerjakan masalah sehingga menemukan pemecahan masalah. Menurut Irwandi representasi matematika merupakan kemampuan siswa dalam mengemukakan ide matematika dalam suatu konfigurasi sehingga dapat menyajikan sesuatu hal dalam suatu cara tertentu. Iskandar [5] mengemukakan bahwa representasi berasal dari bahasa Inggris yaitu *representation* yang berarti perwakilan, gambaran, atau penggambaran. Representasi adalah sebuah tanda yang berbeda dengan sebenarnya. Hanya saja tanda tersebut didampingi dengan realitas yang menjadi referensinya. Menurut Mudzakir membagi representasi matematika ke dalam tiga bentuk, yaitu:

1. Representasi visual berbentuk diagram, grafik, atau tabel dan gambar : menggunakan representasi visual dalam menyelesaikan masalah, membuat gambar geometri dalam memperjelas masalah serta memfasilitasi penyelesaiannya.
2. Representasi Simbolik berbentuk persamaan atau ekspresi matematika : membuat persamaan atau kalimat matematika, penyelesaian masalah yang melibatkan ekspresi matematika.
3. Representasi Verbal berbentuk kata – kata atau teks tertulis : menuliskan interpretasi dari suatu representasi, menjawab soal menggunakan kata – kata atau teks tertulis.

Pemahaman bahasa matematika ini sangat penting, karena siswa akan menghadapi soal-soal yang berupa masalah. Pada matematika soal non rutin ini tidak dapat langsung dikerjakan. Artinya bahwa siswa dituntut untuk memodelkan masalah ke dalam bentuk simbol atau gambar sesuai dengan apa yang diketahui dalam soal tersebut, sehingga lebih mudah menemukan solusi. Ketika solusi telah ditemukan, siswa dituntut kembali untuk menyimpulkan dengan kata – kata, sehingga masalah tersebut terselesaikan. Ketika siswa belum dapat merepresentasikan masalah, maka siswa akan mengalami kesulitan dalam menemukan jawaban dari masalah. Sehingga tujuan pembelajaran tidak akan tercapai dengan baik, jika kesulitan yang dialami siswa tersebut terus saja diabaikan.

Kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika karena adanya bentuk kesulitan yang dialami serta faktor yang menyebabkan kesulitan itu terjadi. Pada penelitian sebelumnya [6] menyatakan bahwa setiap siswa mempunyai tingkat kemampuan yang berbeda. Namun, sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam menerjemahkan informasi verbal ke dalam kalimat matematika, sehingga informasi yang diperoleh siswa salah dan mengakibatkan jawaban siswa yang tentunya salah juga. Berikut contoh kesulitan siswa pada penelitian [7] yang diambil dari seorang siswa:



Gambar 1.1 Contoh kesulitan siswa

Pada penelitian yang lain juga didapatkan kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika. Berikut contoh kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika:

Didalam dompet Yudha terdapat 25 lembar uang yang terdiri dari lima ribuan dan sepuluh ribuan. Berapa lembar jumlah masing – masing uang lima ribuan dan sepuluh ribuan!

Jawab: $X \times 10 = 5000$
 $X = 10 \times 5000$
 $X = \underline{50000} : 5000 = 10 \text{ lembar}$
 $Y \times 15 = 10000$
 $Y = 15 \times 10000$
 $Y = \underline{150000} : 10000 = 15 \text{ lembar}$

Gambar 1.2 Contoh kesulitan siswa

Berdasarkan gambar 1.1 dan 1.2 terlihat bahwa siswa mengalami kesulitan dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV). Untuk mengetahui bentuk kesulitan, dan faktor yang menyebabkan kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika, maka masalah ini akan diangkat sebagai penelitian. Masalah yang peneliti akan angkat yaitu masalah pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Karena pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) terdapat banyak masalah kontekstual yang dapat mengetahui kesulitan yang akan dialami siswa dalam merepresentasikan masalah. Pada penelitian sebelumnya [8] menjelaskan bahwa hasil prariset pada tanggal 22 Oktober 2013 di SMP Negeri 01 Pontianak dengan 34 siswa di kelas IX tentang materi SPLDV, tes prariset membuktikan bahwa 75% dari siswa tersebut tidak dapat membuat model matematika dari bentuk verbal ke simbolik dari soal Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) pada soal cerita. Menurut penelitian tersebut maka sangat penting untuk mengetahui kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah

matematika, karena kesulitan yang dialami siswa dalam merepresentasikan masalah akan berakibat pada solusi yang akan dihasilkan. Sehingga penting untuk menganalisis kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV). Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk diteliti.

Dari penjelasan pada latar belakang diatas, maka peneliti akan mengambil judul “Analisis Kesulitan siswa SMP Kelas VIII dalam Penyelesaian Representasi Masalah Matematika pada Materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV)”.

METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan kualitatif, karena untuk mengetahui bentuk kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi SPLDV dibutuhkan data - data yang benar, dengan cara mengambil subjek penelitian dan menggunakan instrumen penelitian yaitu soal tes berbasis soal cerita dan wawancara. Sedangkan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi SPLDV yaitu menggunakan instrumen penelitian berupa kuisioner [9]. Jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif, karena pada topik penelitian yang diangkat oleh peneliti ini yaitu menggunakan metode dalam meneliti suatu objek. Dimana subjek penelitian yang digunakan adalah siswa kelas VIII SMP Negeri 1 Jambesari Darus Sholah Kabupaten Bondowoso dalam satu kelas yang terdiri dari 17 siswa, kemudian akan dipilih sebanyak 6 siswa. Dengan begitu peneliti dapat menjelaskan secara detail bentuk kesulitan siswa dan faktor penyebab kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi SPLDV. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, kuisioner, soal tes, dan pedoman wawancara. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 22 dan 24 April 2021.

Prosedur penelitian yaitu tahapan – tahapan yang dilakukan peneliti dari awal penelitian sampai peneliti dapat menyelesaikan laporan atau proposal. Tahapan – tahapan yang dilakukan yaitu:

a. Persiapan penelitian

Tahapan ini adalah tahap pertama peneliti dalam melaksanakan penelitian. Pada langkah ini peneliti membuat rancangan yang akan dilakukan pada saat penelitian. Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu berbentuk kuisioner, wawancara, serta soal tes. Oleh karena itu, pada langkah pertama ini peneliti menyiapkan kuisioner yang akan diberikan kepada siswa, mempersiapkan pernyataan yang akan diajukan kepada siswa saat wawancara, mempersiapkan soal tes yang berisi masalah matematika yang dipersiapkan untuk subjek penelitian.

b. Pelaksanaan penelitian

Tahapan selanjutnya yaitu pelaksanaan penelitian. Pada langkah penelitian ini ada beberapa hal yang akan dilaksanakan oleh peneliti yaitu:

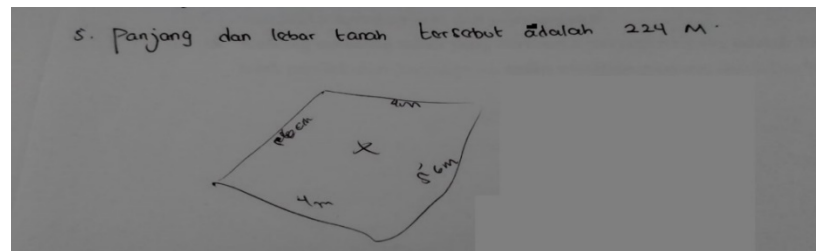
1. Memberikan soal tes berupa soal cerita SPLDV berbasis masalah dalam kehidupan sehari – hari kepada siswa dengan tujuan untuk mengetahui bentuk kesulitan, serta faktor yang menyebabkan kesulitan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika.
2. Melakukan observasi terhadap proses pengerjaan soal tes secara langsung. Dengan tujuan peneliti dapat mengetahui bentuk kesulitan dan faktor yang menyebabkan

- siswa dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi SPLDV. Saat melakukan observasi ini peneliti akan memilih 6 siswa untuk melakukan wawancara.
3. Memberikan kuisioner kepada siswa dengan pernyataan yang telah dirancang pada tahap persiapan penelitian. Tujuan siswa diberikan kuisioner yaitu untuk mengetahui faktor yang menyebabkan siswa dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi SPLDV.
 4. Melakukan wawancara kepada beberapa siswa yang telah dipilih dengan pertanyaan – pertanyaan yang telah dirancang dalam tahap persiapan penelitian. Wawancara ini bertujuan untuk mengumpulkan data terkait bentuk kesulitan dan faktor yang mempengaruhi kesulitan dalam merepresentasikan masalah matematika pada materi SPLDV.
- c. Mengolah data
- Setelah melakukan tahap pelaksanaan penelitian, tahap selanjutnya mengolah data sebagai berikut:
1. Mereduksi data (data reduction), data yang telah didapatkan pada saat penelitian akan dituliskan dalam bentuk penjelasan yang lengkap serta terperinci. Kemudian peneliti memilih data – data yang penting, dan merangkum data sesuai kebutuhan.
 2. Menyajikan data (data display), menjelaskan hasil wawancara yang dituliskan dalam bentuk uraian dengan teks naratif, serta didukung oleh dokumen – dokumen, dan video untuk menarik suatu kesimpulan.
 3. Penarikan kesimpulan (conclusion drawing), mengambil pokok – pokok penting yang ada pada hasil penelitian berdasarkan observasi, wawancara, serta soal tes.
- d. Menyusun laporan
- Tahap terakhir dari prosedur penelitian ini yaitu menyusun laporan. Dimana peneliti akan menyusun laporan atau proposal tentang penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di SMPN 1 Jambesari Darus Sholah pada siswa kelas VIII sebanyak 17 siswa, kemudian peneliti memilih 6 siswa yang akan menjadi subjek penelitian. Dari hasil penelitian menggunakan instrumen soal tes SPLDV dan wawancara ditemukan bahwa kebanyakan siswa mengalami kesulitan dalam merepresentasikan masalah tersebut.

- a. Kesulitan representasi visual



Gambar 1.3 Penyelesaian soal no 5 siswa DFP

Berdasarkan penyelesaian diatas, dapat dilihat bahwa siswa DFP kesulitan dalam merepresentasikan masalah matematika ke bentuk visual. Pada soal nomor 5 telah diinformasikan bahwa bentuk tanah tersebut persegi panjang. Namun, siswa menggambarannya asal sehingga seperti bentuk belah ketupat dan keterangan pada gambar juga kurang tepat. Pada saat dilakukan wawancara, siswa DFP menyatakan bahwa soal nomor 5 merupakan soal yang paling sulit, karena siswa DFP bingung bentuk dari tanah yang disebutkan dalam soal. Sementara itu, bentuk tanah telah diinformasikan dalam soal. Sehingga kesulitan tersebut menyebabkan hasil akhir yang kurang tepat.

P : Bagian mana yang menurut kamu sulit?

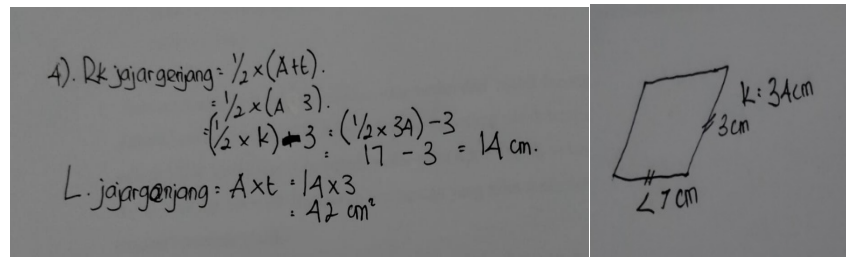
DFP : Karena tidak tahu seperti apa bentuk tanahnya kak.

P : Apa saja yang diketahui dalam soal?

DFP : Panjangnya 56 m dan lebarnya 4 m.

P : Coba kamu gambar bentuk tanah yang dimaksud soal!

DFP : (Menggambar bentuk persegi panjang menyerupai belah ketupat, dan kurang tepat memberikan keterangan pada gambar).



Gambar 2.3 Jawaban soal no 4 siswa ECN

Berdasarkan jawaban diatas, dapat dilihat bahwa siswa ECN kesulitan dalam merepresentasikan masalah ke dalam bentuk visual. Jika dilihat dari jawaban siswa ECN, siswa ECN menggambar informasi yang diberikan pada soal yaitu bentuk jajargenjang. Namun, pada gambar tersebut terdapat tanda yang menyatakan bahwa panjang alas dan sisi miring besarnya sama. Dan pada soal juga diinformasikan bahwa tinggi jajargenjang adalah 3 cm. Siswa ECN menuliskan keterangan pada gambar yang menyatakan sisi miring tersebut adalah tinggi dari jajargenjang. Sehingga representasi visual tersebut kurang tepat. Kesulitan tersebut menyebabkan hasil akhir yang kurang tepat.

P : Sulitnya dibagian mana?

ECN : Sama seperti nomor 2 kak, itu ada kalimat alas lebih panjang 7 cm dari ukuran sisi mirinya.

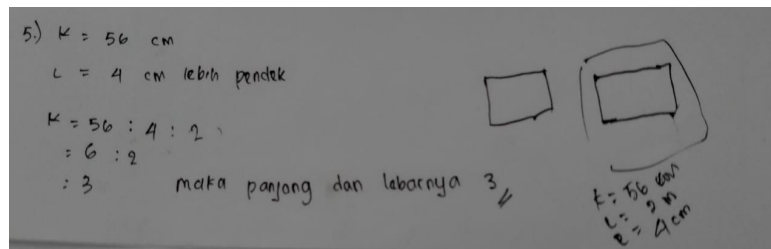
P : Apa yang diketahui dari soal?

ECN : Keliling jajargenjang 34 cm, alasnya lebih panjang 7 cm, dan tingginya 3 cm.

P : Coba sekarang kamu gambarkan bentuk jajargenjangnya!

ECN : (Menggambar jajargenjang, namun keterangan yang dituliskan tidak tepat).

b. Kesulitan representasi simbolik



Gambar 3.3 Jawaban soal no 5 siswa DR

Berdasarkan jawaban diatas, dapat dilihat bahwa siswa DR kesulitan dalam merepresentasikan masalah yang diberikan ke dalam bentuk simbolik. Siswa DR menuliskan informasi tidak dengan simbolik atau kalimat matematika. Berdasarkan informasi yang dituliskan oleh siswa DR kurang tepat, karena pada soal telah diinformasikan bahwa lebarnya 4 m lebih pendek dari panjangnya. Namun, siswa DR hanya menuliskan $L = 4$ m lebih pendek. Oleh karena itu kesulitan tersebut menjadikan siswa DR tidak dapat menemukan jawaban yang tepat.

P : Bagian mana yang menurut kamu sulit?

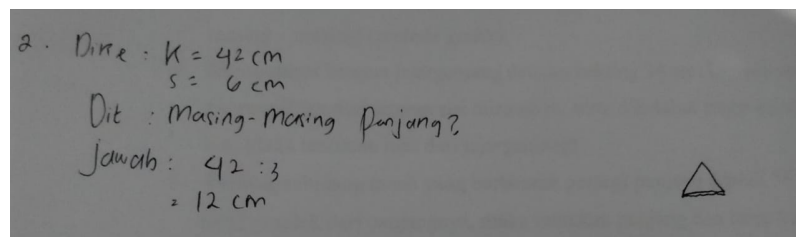
DR : Bingung cara mencari panjang dan lebarnya. Dan Pada soal ada kalimat seperti ini "lebarnya 4 cm lebih pendek dari panjangnya".

P : Apa saja yang diketahui dalam soal?

DR : Keliling 56 m, dan lebarnya 4 m lebih pendek.

P : Coba sekarang kammu tuliskan kalimat matematika dari informasi yang kamu ketahui!

DR : Tidak tahu kak, biasanya kalau di sekolah menulisnya sesuai dengan soal.



Gambar 4.4 Jawaban soal no 2 siswa IK

Berdasarkan jawaban diatas, dapat dilihat bahwa siswa IK kesulitan dalam merepresentasikan masalah yang diberikan ke dalam bentuk simbolik. Siswa IK menuliskan informasi ke dalam bentuk simbolik atau kalimat matematika kurang lengkap. Pada soal telah diinformasikan bahwa sisi tegak (kaki) pada benda tersebut 6 cm lebih pendek dari alasnya. Namun, siswa IK menyatakan bahwa sisi tegaknya 6 cm. Oleh karena itu kesulitan tersebut menjadikan siswa IK tidak dapat menemukan jawaban yang tepat.

P : Bagian mana yang menurutmu sulit?

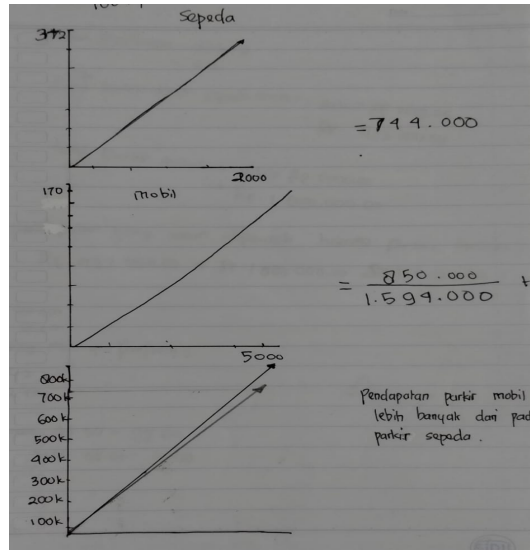
IK : Itu kak pada kalimat sisi tegaknya 6 cm lebih pendek dari alasnya. Tidak mengerti maksud soalnya, akhirnya saya tulis bahwa sisi tegaknya 6 cm.

P : Apa saja yang diketahui dari soal?

IK : Keliling 42 cm, dan sisi tegaknya 6 cm.

P : Jadi, berapa 158anjang alas dan 158anjang sisi tegaknya?
IK : 12 cm.

c. Kesulitan representasi verbal



Gambar 5.3 Jawaban soal no 3 siswa DMR

Berdasarkan jawaban diatas, dapat dilihat bahwa siswa DMR kesulitan dalam merepresentasikan masalah yang diberikan ke dalam bentuk verbal. Setelah meyelesaikan masalah siswa DMR menyimpulkan bahwa pendapatan parkir mobil lebih banyak dari pada parkir sepeda. Sementara itu, yang ditanyakan oleh soal adalah pendapatan tukang parkir, sehingga hal tersebut tidak relevan dengan jawaban siswa DMR. Kesulitan siswa menghubungkan jawaban yang sudah didapat dengan pertanyaan soal mengakibatkan jawaban siswa DMR kurang tepat.

P : Bagian mana yang menurutmu sulit?

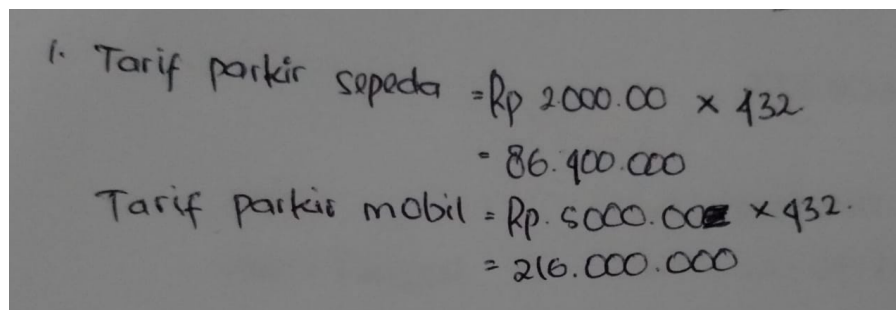
DMR : Tidak tahu jumlah sepeda motor dan mobilnya. Dan saya juga bingung kak cara membuat grafiknya.

P : Jawaban akhirnya seperti apa?

DMR : Pendapatan parkir mobil lebih banyak dari pada parkir sepeda.

P : Mengapa jawabannya seperti itu?

DMR : Iya kak, sesuai dengan penyelesaian grafik yang sudah saya kerjakan.



1. Tarif parkir sepeda = Rp 2000.00 x 432
= 86.400.000
Tarif parkir mobil = Rp. 5000.000 x 432.
= 216.000.000

Gambar 6.3 Penyelesaian soal no 1 siswa HI



Berdasarkan Penyelesaian diatas, dapat dilihat bahwa siswa HI kesulitan dalam merepresentasikan masalah yang diberikan ke dalam bentuk verbal. Siswa HI tidak menyimpulkan pendapatan yang diperoleh tukang parkir. Siswa HI hanya menentukan tarif parkir sepeda dan tarif parkir mobil. Kesulitan tersebut mengakibatkan jawaban siswa DMR kurang tepat.

P : Bagian mana yang menurut kamu sulit?

HI : Tidak mengerti sama maksud soalnya kak.

P : Jadi, jawaban akhirnya bagaimana?

HI : 86.4000,00 dan 2.160.000,00 kak.

P : Kenapa tidak kamu tulis kesimpulan jawabannya?

HI : Lupa kak, dan tidak terbiasa menjawab pakai kesimpulan. Dan saya juga ragu sama jawabannya.

Berdasarkan hasil kuisioner siswa dapat dikatakan bahwa matematika itu pelajaran yang penting, matematika adalah bidang studi yang sulit dipahami, matematika salah satu bidang studi yang berhubungan dengan kegiatan sehari – hari, tidak memahami materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV), kurang mampu mempelajari matematika, Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) adalah materi yang paling sulit, belajar matematika ketika akan menghadapi ulangan, merasa bingung ketika belajar matematika. Dari pemaparan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa faktor yang menyebabkan siswa kesulitan dalam merepresentasikan masalah pada materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV) merupakan matematika pelajaran sulit dipahami, tidak memahami materi SPLDV, SPLDV merupakan materi paling sulit, dan merasa bingung saat belajar matematika.

Berdasarkan pemaparan diatas didapatkan bahwa siswa menghadapi kesulitan dalam merepresentasikan masalah. Hal tersebut terjadi karena siswa tidak memahami materi SPLDV sehingga pada saat pengerjaan soal tes siswa kesulitan dalam merepresentasikan. Pada saat merepresentasikan ke dalam bentuk visual, siswa DFP kurang teliti dalam membaca soal, sehingga bingung dalam merepresentasikan bentuk yang diminta oleh soal. Dan siswa ECN juga melupakan materi bangun datar terkait dengan bagian – bagian dan rumusnya yang menyebabkan informasi dari soal direpresentasikan tidak tepat pada bentuk visualnya. Sehingga kesulitan dalam mengerjakan soal tersebut. Hal ini selaras dengan penelitian [7] yang menjelaskan bahwa terdapat siswa yang tidak dapat menuliskan representasi visual sesuai dengan informasi yang ada pada soal. Pada saat merepresentasikan ke dalam bentuk simbolik, siswa DR kurang teliti dan tidak bisa membuat kalimat matematika, akhirnya jawaban DR tidak sesuai dengan yang diinginkan peneliti. Hal ini selaras dengan penelitian [6] yang menyatakan bahwa menggunakan atau melibatkan ekspresi matematika juga merupakan salah satu kesulitan yang dialami oleh siswa, karena sebagian siswa masih kurang memahami bentuk ekspresi matematika. Siswa IK kurang teliti dalam membaca soal dan kurang memahami maksud soal, dan siswa IK belum dapat menuliskan kalimat “sisi tegaknya 6 cm lebih pendek dari alasnya” menjadi kalimat matematika. Oleh karena itu kalimat tersebut menjadikan siswa IK tidak dapat menjawab soal dengan tepat. Hal ini selaras dengan penelitian [10] yang menyimpulkan bahwa siswa cenderung mengalami kesulitan pada tahap *unpacking source*. Sehingga informasi yang diperlukan tidak tepat. Pada saat merepresentasikan ke dalam bentuk verbal, siswa DMR kurang teliti membaca soal, jadi jawaban

akhir dan pertanyaan soal tidak relevan. Siswa HI tidak menyimpulkan jawaban akhirnya, karena lupa dan tidak terbiasa menjawab menggunakan kesimpulan. Sehingga jawaban tersebut kurang tepat.

Penelitian ini dilakukan pada saat pandemi, dimana siswa belajar secara jarak jauh atau online. Pada saat pembelajaran online terjadi banyak kendala yang menyebabkan pembelajaran tidak maksimal. Sehingga materi yang diterima oleh siswa juga tidak maksimal. Namun, untuk penelitian ini dilakukan secara offline (tatap muka), pihak sekolah mengizinkan penelitian secara offline (tatap muka) tetapi maksimal hanya 20 orang. Untuk penelitian berikutnya dapat dilanjutkan dengan mencari solusi yang tepat untuk kesulitan dalam merepresentasi masalah pada materi SPLDV.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data hasil penelitian ini maka didapatkan bahwa kesulitan siswa dalam merepresentasikan terjadi karena adanya faktor yang menyebabkan kesulitan representasi. Pada representasi visual, siswa kurang teliti membaca dan kurang memahami soal, serta kurang tepat merepresentasikan informasi yang berada pada soal ke dalam bentuk visualnya. Pada representasi simbolik, siswa kurang memahami maksud dari soal, sehingga tidak dapat merepresentasikan informasi pada soal ke dalam bentuk simbolik. Pada representasi verbal, siswa kurang teliti dalam menafsirkan pertanyaan pada soal. Semua bentuk kesulitan terjadi karena ada faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi yaitu, matematika pelajaran sulit dipahami, tidak memahami materi SPLDV, SPLDV merupakan materi paling sulit, dan merasa bingung saat belajar matematika.

Beberapa saran yang dikemukakan oleh peneliti berdasarkan temuan dalam penelitian ini: (1) Bagi siswa, dianjurkan untuk lebih banyak belajar mengenai Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV), membaca soal dengan teliti serta memahami maksud dari soal. (2) Bagi peneliti lain disarankan untuk melakukan penelitian pada saat pembelajaran normal atau tatap muka dan melanjutkan penelitian ini yaitu mencari solusi dari kesulitan dalam merepresentasikan masalah pada materi SPLDV.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Kristanti, Veronika Dwi. 2017. *Analisis Kesulitan dan Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Kubus dan Balok pada Siswa Kelas VIII A SMP Institut Indonesia Tahun Ajaran 2016/2017*. Skripsi tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma.
- [2] Triwiyanto, Teguh. 2014. *Pengantar Pendidikan (hlm. 23 – 24)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [3] Hamid, Muhammad Mancipto, dan Lambertus. 2014. *Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Siswa Kelas VII SMP Negeri 14 Kendari*. *Jurnal Pendidikan Pendidikan Matematika*, 2(2), 91 – 110.
- [4] Herlambang. 2013. *Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas VII-A SMP Negeri 1 Kepahiang tentang Bangun Datar ditinjau dari Teori Van Hiele*. Tesis

- tidak diterbitkan. Bengkulu: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Bengkulu.
- [5] Iskandar, D., Hamdani, R, A., Suhartini, T. (2016). *Implemetation Of Model Savi (Somatic, Auditory, Visualization, Intellectual) To Increase Critical Thinking Ability In Class Iv Of Social Science Learning On Social Issues In The Local Environment*. Journal of Education. Teaching and Learning, 1(1), 45-50.
- [6] Panduwinata, B., Tuzzahra, R., Berlinda, K., Widada, W. 2019. *Analisis Kesulitan Representasi Matematika Siswa Kelas VII Sekolah Menengah Pertama pada Materi Sistem Persamaan Linier Satu Variabel*. Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia, 4(2), 202 – 210.
- [7] Harahap, Latifah Marhamah. 2018. *Analisis Kemampuan Representasi Matematis Siswa pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) di Kelas VIII 3 MTs Al – Jam ‘iyatul Washliyah Tembung*. Skripsi tidak diterbitkan. Medan: Fakultas ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- [8] Zulaikha, S.R., Assegaf, Hudiono, B., Ahmad, D. 2018. *Translasi Representasi Matematika SMP dari Bentuk Verbal ke Simbolik dan Sebaliknya pada Materi SPLDV*. Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa, 7(9), 1 – 8.
- [9] Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Afabeta.
- [10] Sa’diyah, U., Nizaruddin, Muhtarom. 2020. *Translasi Antar Representasi Matematis Visual ke Verbal dalam Memahami Konsep pada Materi SPLDV ditinjau dari Kemampuan Matematika Tinggi*. Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, 2(4), 266 – 275.
- [11] *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. [Online]. Tersedia di: <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/masalah>. Diakses 28 November 2020.
- [12] Khairunnisa, Firdaus, M., Oktaviana, D. 2020. *Analisis Kemampuan Representasi Matematis berdasarkan Motivasi Belajar Siswa di Kelas VII SMPIT Al-Mumtaz Pontianak*. Jurnal Prodi Pendidikan Matematika, 2(1), 71 – 80.
- [13] Prasetyo, Dwi Agung. 2019. *Implementasi Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan melalui Program Adiwiyata (Studi Kasus pada Siswa SMP Negeri 9 Surakarta Tahun Pelajaran 2018/2019)*. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [14] Rusli, Rusmi Afriani. 2018. *Komparasi Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD dan Pengajaran Langsung dengan Pemberian Scaffolding dalam Pembelajaran Matematika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 33 Makassar*. Tesis tidak diterbitkan. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- [15] Siagian, Muhammad Daut. 2016. *Kemampuan Koneksi Matematik dalam Pembelajaran Matematika*. MES (Journal of Mathematics Education and Science), 2(1), 58 – 67.
- [16] Utami, Triane Roghbie. 2020. *Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa ditinjau dari Gaya Kognitif*. Tesis tidak diterbitkan. Bandung: UIN Sunan Gunung Djati.
- [17] Apriani, Catharina. 2016. *Analisis Representasi Matematis Siswa SMP dalam Memecahkan Masalah Matematika Kontekstual*. Skripsi tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma.
-



ANALISIS KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH MAHASISWA PADA MATA KULIAH FUNGSI KOMPLEKS

Rachmat Wasqita^{1,a)}, Sukoriyanto^{2,b)}, Mochammad Hafizh^{3,c)}

^{1, 2, 3}Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

^{a)} rachmat.wasqita.2003118@students.um.ac.id

^{b)} sukoriyanto.fmipa@um.ac.id

^{c)} Moch.hafizh.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterampilan pemecahan masalah mahasiswa pada mata kuliah fungsi kompleks. Pendekatan pada penelitian ini adalah kualitatif dengan jenis deskriptif. penelitian ini dilaksanakan di kelas E dengan mahasiswa berjumlah 20 mahasiswa yang nantinya subjek penelitiannya terdiri dari 4 mahasiswa yang mewakili 2 absen genap dan 2 absen ganjil. Instrumen penelian menggunakan tes yang terdiri dari 2 soal essay dan wawancara yang nantinya mendukung hasil tes mahasiswa. Analisis dilakukan dengan melihat hasil pekerjaan mahasiswa. Dari hasil analisis terhadap tes tersebut menunjukkan keterampilan pemecahan masalah dari 4 mahasiswa tersebut dengan tingkatan keterampilan masing-masing yang berpandangan pada keterampilan pemecahan masalah menurut Polya, dan hasil analisis keterampilan pemecahan masalah pada mahasiswa masih kurang dalam tingkat mahasiswa, sehingga perlu ditingkatkan. Peningkatan keterampilan pemecahan masalah dapat dilakukan dengan pemberian metode pembelajaran yang tepat serta membiasakan mahasiswa berhadapan dengan soal-soal yang open ended.

Kata Kunci: *pemecahan masalah, keterampilan matematika*

PENDAHULUAN

Pengetahuan dan teknologi yang baru setiap hari, siswa dituntut agar membekali diri dengan pengetahuan dan keterampilan matematika untuk sukses dalam dunia yang berubah. Mereka membutuhkan matematika untuk menghadapi tantangan hidup sehari-hari, karena matematika menyediakan keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan berpikir untuk berbagai aspek. *The National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000, p.5) menyatakan bahwa *“in this changing world, those who understand and can do mathematics will have significantly enhanced opportunities and options for shaping their futures. A lack of mathematical competence keeps those doors closed.”* Pernyataan ini berarti bahwa dalam dunia yang berubah ini, orang-orang yang memahami dan menerapkan matematika akan memiliki peluang yang signifikan untuk meningkatkan dan memilih bentuk masa depan mereka. Kurangnya kompetensi matematika, akan menutup kesempatan untuk meraih masa depan. Laporan TIMSS yang disajikan dalam paparan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dalam



uji publik kurikulum 2013 menunjukkan “Hanya 5% siswa Indonesia yang dapat mengerjakan soal-soal dalam kategori tinggi dan advance [memerlukan *reasoning*]. Dalam perspektif lain, 78% siswa Indonesia hanya dapat mengerjakan soal-soal dalam kategori rendah [hanya memerlukan *knowing*, atau hafalan]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir siswa Indonesia masih berada pada tahap kemampuan berpikir tingkat rendah. Pada kemampuan berpikir tingkat tinggi, ditekankan pada keterampilan yang memerlukan *reasoning*, berpikir kritis, dan kreatif. Ketiga komponen ini akan dapat dibelajarkan pada siswa melalui kegiatan pemecahan masalah (*problem solving*).

Holmes dalam Sri Wardhani, Sapon Suryo Purnomo, dan Endah Wahyuningsih (2010) menyatakan bahwa “Latar belakang atau alasan seseorang perlu belajar memecahkan masalah matematika adalah adanya fakta dalam abad dua puluh satu ini bahwa orang yang mampu memecahkan masalah hidup dengan produktif”. Selanjutnya Holmes mengatakan, “orang yang terampil memecahkan masalah akan mampu berpacu dengan kebutuhan hidupnya, menjadi pekerja yang lebih produktif, dan memahami isu-isu kompleks yang berkaitan dengan masyarakat global”. Dengan demikian kemampuan memecahkan masalah menjadi tujuan utama dari belajar matematika di antara tujuan yang lain.

Menurut Kurniawan (2015) penyelesaian soal matematika meliputi dua hal besar yaitu:

- 1) penyelesaian permasalahan dengan menggunakan prosedur yang sudah ada dan
- 2) penyelesaian permasalahan yang tidak menggunakan prosedur biasa sehingga membutuhkan kebaruan dalam pemikiran. Dalam *Problem Solving* jenis permasalahan kedua inilah yang menjadi titik tekannya. Sehingga yang dikatakan sebagai masalah adalah segala sesuatu yang tidak dapat diselesaikan dengan menggunakan prosedur standar.

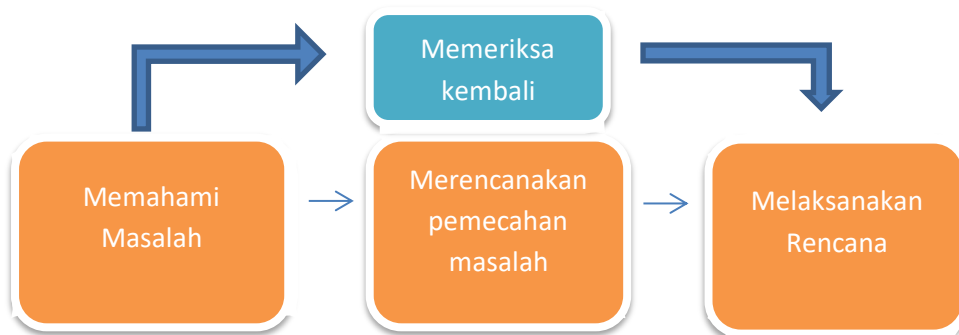
Pemecahan masalah adalah suatu proses yang dilakukan siswa untuk mencapai solusi yang diinginkan. NCTM (dalam Dewi, H. P., Fitri, E., & Minarti, E. D) pemecahan masalah adalah proses penerapan pengetahuan yang dimiliki pada situasi baru dan berbeda. Sedangkan menurut Polya (1973) kemampuan pemecahan masalah adalah suatu kemampuan dalam mencari solusi dari suatu masalah melalui langkah-langkah pemecahan masalah secara singkat dan mudah. Berdasarkan beberapa pendapat-pendapat di atas maka penulis menyimpulkan bahwa kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan siswa dalam menjawab sekumpulan pertanyaan melalui strategi yang sudah direncanakan.

Keterampilan pemecahan masalah merupakan rangkaian proses berfikir untuk menemukan cara yang tepat dalam mendapatkan solusi terhadap suatu permasalahan (Permatasari dkk, 2018). Keterampilan pemecahan masalah juga dapat didefinisikan sebagai keterampilan mengidentifikasi masalah menggunakan strategi *non-automatic* sehingga siswa akan dapat memecahkan masalah sendiri dan bekerja dengan lebih efektif (Nugroho, 2018). Dalam pelaksanaan pemecahan masalah, para ahli memiliki pendapat yang beragam terkait komponen-komponen yang kemudian dijadikan acuan sebagai indikator keterampilan pemecahan masalah. Indikator-indikator pemecahan masalah menurut ahli, secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Keterampilan Pemecahan Masalah Menurut Ahli

Kuang Chuo yu (2015)	Mustofa & Rusdiana (2017)	Menurut Polya (1973)
Analisis dan definisi masalah	Memvisualisasikan masalah	Memahami masalah
Pengumpulan data	Mendeskripsikan konsep berdasarkan masalah	Merencanakan pemecahan masalah
Merumuskan solusi yang memungkinkan	Merencanakan solusi	Melaksanakan rencana
Memilih solusi yang optimal	Melakukan rencana solusi	Mengecek kembali hasil
Mengimplementasikan solusi yang optimal	Mengecek dan mengevaluasi solusi	
Mengevaluasi hasil		
Memperbaiki solusi		

Pemecahan masalah ditunjukkan pada tabel 1 yang menjadi pedoman keterampilan pemecahan masalah Mahasiswa yang digunakan menurut Polya:



Keterampilan pemecahan masalah merupakan salah satu kompetensi penting yang harus dimiliki siswa (Greiff dkk, 2013). Hal tersebut dikarenakan melalui keterampilan pemecahan masalah, pengalaman baru dapat dipromosikan dalam diri siswa dengan menemukan solusi dan proses pemecahan masalah (Lismayani & Mahanal, 2017). Sedangkan dalam proses pembelajaran matematika saat ini, kebanyakan siswa belajar matematika hanya sekedar untuk mengetahui langkah/ prosedur standar untuk menyelesaikan suatu masalah yang telah diajarkan saja. Namun ketika siswa dihadapkan pada masalah yang belum pernah dimunculkan, maka siswa akan cenderung mudah menyerah dan tidak mau melanjutkan pekerjaannya.

Penelitian yang berkaitan dengan menganalisis keterampilan pemecahan masalah matematika telah pernah dilakukan, diantaranya, hasil penelitian (Andayani & Lathifah, 2019) di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP), dari hasil penelitian ditemukan bahwa siswa kesulitan dalam memahami soal aritmatika sosial, dan hanya Sebagian siswa yang memenuhi indikator dalam permodelan matematika, pemilihan strategi penyelesaian, pemecahan masalah, dan pemeriksaan ulang hasil jawaban. Lebih lanjut peneliti menyarankan untuk membiasakan

siswa memecahkan soal tidak rutin sehingga meningkat kemampuan siswa dalam memecahkan masalah.

Hasil analisis (Suraji dkk, 2017), di tingkat SMP menunjukkan bahwa, siswa cenderung mengalami kesulitan dalam hal perhitungan walaupun sudah memahami maksud dari soal. Selanjutnya, hasil penelitian (Fitria dkk, 2018) di tingkat SMP, keterampilan siswa dalam memecahkan masalah tergolong rendah, terutama pada tahap memahami soal dan pengecekan ulang proses serta jawaban yang ditemukan dari penyelesaian soal. Dari hasil analisis ini peneliti menyarankan kepada guru untuk membiasakan siswa menghadapi soal-soal non rutin, agar terlatih dalam menyelesaikan masalah.

Studi ini berbeda dengan yang sudah ada, yaitu menganalisis keterampilan pemecahan masalah matematika mahasiswa pada mata kuliah Fungsi Kompleks. Hal ini penting diteliti karena pembelajaran yang diterapkan peneliti yaitu berbasis video dikarenakan masi dalam situasi pandemic covid 19. Sehingga perlu diteliti hasil keterampilan pemecahan masalah yang sudah dimiliki mahasiswa.

Berdasarkan pada hal-hal tersebut di atas, maka dapat dikatakan bahwa keterampilan pemecahan masalah perlu dikembangkan pada siswa dalam pembelajaran matematika. Pada penelitian bertujuan: 1) Untuk mengetahui sejauh mana keterampilan pemecahan masalah pada mahasiswa dan 2) untuk mengetahui apakah langkah pemecahan masalah telah dilaksanakan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan masalah yang diberikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif jenis deskriptif, dimana hasil penelitian akan dianalisis secara kualitatif dan dinyatakan dalam persentase. penelitian ini dilaksanakan di kelas E dengan mahasiswa berjumlah 20 mahasiswa yang nantinya subjek penelitiannya terdiri dari 4 mahasiswa yang mewakili 2 absen genap dan 2 absen ganjil. Instrumen penelitian menggunakan tes yang terdiri dari 2 soal dan wawancara. Teknik analisis data dilakukan pengumpulan data, penyajian data dan penarikan kesimpulan dari hasil pengerjaan tes dan wawancara. Selanjutnya, hasil dideskripsikan secara kualitatif deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui sejauh mana keterampilan pemecahan masalah pada mahasiswa, diberikan permasalahan sebagai berikut.

1. (Absen Genap)

Diketahui 3 titik yaitu $z_0 = 2 + 2i$, $z_1 = 2 - i$ dan $z_2 = -2 - i$.

Gambarlah 3 titik di diagram z . kemudian tentukan hasil pemetaannya terhadap $w = -2iz + 1 - 3i$.

- Jelaskan bagaimana cara menentukan apakah ada rotasi, tentukan besar sudut rotasinya, dirotasi terhadap apa, dan arahnya kemana.
- Jika ada dilatasi, tentukan apakah pembesaran / pengecilan, berapa skalanya?

- c. Jika ada translasi, tentukan apakah kekiri/ kanan sejauh berapa satuan, tentukan juga keatas atau kebawah berapa satuan?

Hasil dari mahasiswa 1 (FW) soal genap yaitu:

Dari hasil mahasiswa FW pada soal Genap bahwa FW sudah melaksanakan keterampilan memahami masalah, menyusun rencana : FW menyusun rencana dengan baik, tetapi FW masih kurang terampil pada melaksanakan rencana dan mengecek kembali.

FW masih melakukan kesalahan soal 1a karena FW tidak mengetahui cara menemukan solusi dari 1c dan FW hanya mencantumkan solusi dari gambar, sehingga FW masih kurang dalam keterampilan melaksanakan rencana dan mengecek kembali.

1). Diketahui 3 titik yaitu

$$z_0 = 2 + 2i$$

$$z_1 = 2 - i$$

$$z_2 = -2 - i$$

A). Gambarkan 3 titik di diagram z.

B). Tentukan hasil pemetaan terhadap $w = -2iz + 1 - 3i$

$$\begin{aligned} \hookrightarrow w_0 &= -2i(2+2i) + 1 - 3i \\ &= -4i - 4i^2 + 1 - 3i \\ &= -7i + 4 + 1 \\ &= -7i + 5. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_1 &= -2i(2-i) + 1 - 3i \\ &= -4i + 2i^2 + 1 - 3i \\ &= -4i - 2 + 1 - 3i \\ &= -7i - 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_2 &= -2i(-2-i) + 1 - 3i \\ &= 4i + 2i^2 + 1 - 3i \\ &= i - 2 + 1 \\ &= i - 1 \end{aligned}$$

C). Jelaskan bagaimana cara menentukan apakah ada rotasi, tentukan besar sudut rotasinya, rotasi terhadap apa, dan arahnya kemana?

\hookrightarrow Terdapat rotasi sebesar 90° searah jarum jam (dilihat dari gambar).

$$\hookrightarrow w = -2iz + 1 - 3i$$

Terdapat dilatasi dan rotasi.

\hookrightarrow rotasi terhadap hasil dilatasi (dilatasi dulu lanjut dilatasi).

D). Jika terjadi dilatasi tentukan apakah pembesaran / pengecilan berapa skalanya.

\hookrightarrow Pembesaran dengan skala $-2i \Rightarrow$ pembesaran $2x$ ukuran semula.

E). Jika terjadi translasi tentukan apakah ke kiri / ke kanan sejauh berapa satuan? tentukan juga ke atas atau ke bawah berapa satuan.

$$\hookrightarrow w = -2iz + 1 - 3i$$

$$w_0 = az + b$$

$$b = 1 - 3i$$

di translasikan sebesar b, yaitu ke kanan 1 satuan ke bawah 3 satuan.

Mahasiswa dapat memahami masalah dan menyusun rencana dengan baik, dapat dilihat dari

Mahasiswa tidak terampil dalam melaksanakan rencana.

Dapat dilihat pada hasil 1C pada hasil, yang dimana mahasiswa tidak menjabarkan langsung cara mendapatkan solusi, didukung juga dari hasil wawancara mahasiswa.

Tentunya juga mahasiswa tidak terampil pada mengecek

Jadi kesimpulan FW masih salah dalam menyelesaikan soal rotasi, jadi bisa digolongkan bahwa FW belum menerapkan tahap ketiga yaitu melaksanakan rencana pemecahan masalah.

Hasil dari mahasiswa 2 (TH) soal genap yaitu:

Dari hasil Mahasiswa TH pada soal genap yaitu : TH sudah melaksanakan keterampilan memahami masalah, menyusun rencan, hanya saja tidak menuliskan dengan lengkap, tetapi didukung oleh hasil wawancara. Mahasiswa TH masih kurang dalam melaksanakan rencana dan mengecek kembali dapat dilihat pada kesalahan menjawab soal 1a.

$z_0 = 2 + 2i$
 $z_1 = 2 - i$
 $z_2 = -2 - i$

$f(z) = w$
 $w_0 = -2i(2+2i) + 1 - 3i = 5 - 7i$
 $w_1 = -2i(2-i) + 1 - 3i = -1 - 7i$
 $w_2 = -2i(-2-i) + 1 - 3i = -1 + i$

• Rotasi
 Pada fungsi $f(z) = w = -2iz + 1 - 3i$, terlihat bahwa konstanta koefisien z adalah $-2i$ dan $\text{Arg}(-2i) = \frac{3}{2}\pi$. Sehingga rotasinya sebesar $\frac{3}{2}\pi$ terhadap $(0,0)$.

• Dilatasi
 Pada fungsi $f(z) = w$, konstanta koefisien z adalah $-2i$ dan $|-2i| = 2$. Sehingga z diperbesar 2 kali.

• translasi
 pada fungsi $f(z) = w$, konstantanya adalah $1 - 3i$. Sehingga terjadi translasi $(1, -3)$ yakni 1 satuan ke kanan, dan 3 satuan ke bawah.

Mahasiswa mempunyai keterampilan memahami masalah dan menyusun rencana didukung oleh hasil wawancara

Mahasiswa melakukan kesalahan pada tahap melaksanakan rencana pada pemecahan masalah.

Dapat diketahui dengan melihat pada 1a (menentukan rotasi).

Jadi mahasiswa juga tidak melakukan tahap keempat yaitu mengecek kembali jawaban.

Jadi kesimpulan TH masih salah dalam menyelesaikan soal rotasi, jadi bisa digolongkan bahwa TH belum menerapkan tahap ketiga yaitu melaksanakan rencana pemecahan masalah dan mengecek kembali pada soal 1a..

2. (Absen Ganjil)

Diketahui 3 titik yaitu $z_0 = 2 + 2i$, $z_1 = 2 - i$ dan $z_2 = -2 - i$.

Gambarlah 3 titik di diagram z . kemudian tentukan hasil pemetaannya terhadap $w = 2iz + 1 - 3i$.

- Jelaskan bagaimana cara menentukan apakah ada rotasi, tentukan besar sudut rotasinya, dirotasi terhadap apa, dan arahnya kemana.
- Jika ada dilatasi, tentukan apakah pembesaran / pengecilan, berapa skalanya?
- Jika ada translasi, tentukan apakah kekiri/ kanan sejauh berapa satuan, tentukan juga keatas atau kebawah berapa satuan.

Hasil dari mahasiswa 3 (A) soal ganjil yaitu:

Hasil Mahasiswa A pada soal ganjil menunjukkan bahwa mahasiswa A sudah memiliki keterampilan pemecahan masalah menurut Polya dengan benar, ditandai dengan hasil pemecahan masalah. Pada memahami masalah mahasiswa A dengan jelas menjelaskan apa yang diketahui pada soal, selanjutnya pada menyusun rencana mahasiswa A mengetahui permasalahan dari soal, sehingga pada tahap melaksanakan rencana : mahasiswa A memberikan solusi yang benar pada soal 1a,1b,dan 1c sampai dengan mengecek kembali jawaban.

2. (Untuk absen ganjil)
Diketahui 3 titik yaitu $z_0 = 2+2i$, $z_1 = 2-i$, dan $z_2 = -2-i$
Gambarlah 3 titik di diagram z , kemudian tentukan hasil pemetaannya terhadap $w = 2iz + 1 - 3i$.
Jelaskan bagaimana cara menentukan apakah ada rotasi, tentukan besar rotasinya, dirotasi terhadap apa, dan arahnya kemana? Jika ada dilatasi, tentukan apakah pembesaran / pengecilan, berapa skalanya? Jika ada translasi, tentukan apakah ke kiri / kanan sejauh berapa satuan, tentukan juga keatas / ke bawah berapa satuan?
Jawab:

07 Bidang z diketahui

07 Pemetaan terhadap $w = f(z) = 2iz + 1 - 3i$

$$\begin{aligned} \textcircled{1} f(z_0) &= f(2+2i) = 2i(2+2i) + 1 - 3i \\ &= 4i - 4 + 1 - 3i \\ &= -3 + i \\ \textcircled{2} f(z_1) &= f(2-i) = 2i(2-i) + 1 - 3i \\ &= 4i + 2 + 1 - 3i \\ &= 3 + i \\ \textcircled{3} f(z_2) &= f(-2-i) = 2i(-2-i) + 1 - 3i \\ &= -4i + 2 + 1 - 3i \\ &= 3 - 7i \end{aligned}$$

07 Bidang w diketahui

07 Terdapat rotasi sebesar 90° dan nilai $\frac{z}{0} = i$ karena \tan yang hasilnya w adalah $\tan 90^\circ$. Maka, dapat disimpulkan bahwa terdapat perputaran 90° berlawanan arah dengan jarum jam terhadap titik $(0,0)$

07 Terdapat dilatasi pembesaran sebesar 2 yang diperoleh dari modulus $2i$ pada $2iz$ yang bernilai 2

07 Terdapat translasi sebesar 1 satuan ke kanan dan 3 satuan ke bawah

$w = 2iz + 1 - 3i$

Mahasiswa mempunyai keterampilan memahami masalah dan menyusun rencana dengan

Mahasiswa melaksanakan rencana dan mengecek kembali hasil dengan baik, dapat dilihat langsung dari cara dan solusi yang benar.

Hasil pemecahan masalah yang dilakukan mahasiswa Sesuai dengan hasil wawancara

Hasil dari mahasiswa 4 (YY) soal ganjil yaitu:

Dari hasil mahasiswa YY pada soal ganjil menunjukkan mahasiswa YY kurang dalam keterampilan pemecahan masalah. Pada tahap melaksanakan rencana dengan didukung oleh hasil wawancara yang dimana YY tidak dapat menyelesaikan soal 1a, sehingga mahasiswa YY juga tidak melakukan tahap terakhir yaitu mengecek kembali solusi dari soal.

2) Diketahui 3 titik yaitu $z_0 = 2 + 2i$
 $z_1 = 2 - i$
 $z_2 = -2 - i$

Gambar di diagram z .
 Tentukan hasil pemetaan terhadap
 $w = 2iz + 1 - 3i$.

Jawab:

* $w_0 = 2iz_0 + 1 - 3i$
 $= 2i(2 + 2i) + 1 - 3i$
 $= 4i - 4 + 1 - 3i$
 $= i - 3$

• $w_1 = 2iz_1 + 1 - 3i$
 $= 2i(2 - i) + 1 - 3i$
 $= 4i + 2 + 1 - 3i$
 $= i + 3$

• $w_2 = 2iz_2 + 1 - 3i$
 $= 2i(-2 - i) + 1 - 3i$
 $= -4i + 2 + 1 - 3i$
 $= -7i + 3$

Bidang z .

Rotasi
 $w = f(z) = 2iz + 1 - 3i$
 $\text{Arg}(i) = \frac{\pi}{2}$

Dilatasi
 $w = f(z) = 2iz + 1 - 3i$
 z diperbesar 2 kali

Translasi
 $w = f(z) = 2iz + 1 - 3i$
 Ada perpindahan 1 satuan ke kanan
 3 satuan ke bawah

Hasil mahasiswa menunjukkan bahwa mahasiswa dapat memahami soal dan menyusun rencana pemecahan masalah.

Mahasiswa tidak dapat melaksanakan rencana pemecahan masalah.

Dapat dilihat pada saat menentukan rotasi, tidak menggunakan cara dan tidak sesuai dengan hasil wawancara.

Sehingga mahasiswa tidak terampil pada tahap melaksanakan rencana dan mengecek kembali

Jadi kesimpulan YY masih salah dalam menyelesaikan soal rotasi, dan masih kesalahan dalam menggambar grafik dengan tidak lengkap mana bidang z dan mana bidang w . jadi bisa digolongkan bahwa YY belum menerapkan tahap ketiga yaitu melaksanakan rencana pemecahan masalah.

Tabel 2. Hasil Keterampilan Pemecahan Masalah

Subjek	Memahami Masalah	Indikator Keterampilan			Hasil
		Menyusun Rencana	Melaksanakan Rencana	Mengecek Kembali	
FW	✓	✓			Kurang
TH	✓	✓			Kurang
A	✓	✓	✓	✓	Sangat baik
YY	✓	✓			Kurang



Dari hasil pemecahan masalah bahwa dari 4 Mahasiswa yang memiliki keterampilan dengan sangat baik yaitu hanya satu mahasiswa. Tiga mahasiswa lainnya masih kurang dalam keterampilan pemecahan masalah dengan ditunjukkan melakukan kesalahan pada tempat yang sama yaitu pada soal 1a. Pada pengerjaan soal 1a mahasiswa langsung menetapkan solusi tanpa memahami soal terlebih dahulu sehingga memperoleh jawaban yang kurang benar dan didukung dengan hasil wawancara yang menunjukkan mahasiswa kurang paham dengan soal 1a, sehingga dapat dikatakan kurangnya pemecahan masalah pada kelas E dengan ditandai dari 4 mahasiswa yang mewakili hanya 1 yang memiliki keterampilan pemecahan masalah dengan sangat baik dan 3 lainnya masih kurang baik.

Dari hasil analisis data diperoleh temuan-temuan sebagai berikut.

1. Kurang teliti dan tidak mengecek kembali jawaban.
2. Mahasiswa terpaku pada satu cara penyelesaian
3. Mahasiswa belum mampu mempergunakan konsep dasar untuk menyelesaikan soal. Hal ini terlihat dari jawaban yang masih salah dalam menentukan rotasi

Temuan pada penelitian ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mengakibatkan keterampilan pada mahasiswa kurang baik seperti yang dikatakan oleh (Kudsiyah et al., 2017), dari hasil penelitiannya 8 faktor signifikan yang mempengaruhi keterampilan pemecahan masalah yaitu, kesulitan belajar, kurang penguasaan materi, konteks masalah, pemahaman, kegiatan berfikir panjang, kegiatan belajar sebelumnya, penggunaan rumus, sudut pandang terhadap matematika (suka/tidak suka), mood, motivasi, perhatian, rasa malas, respon/tanggapan, keaktifan dan diskusi. Dari 8 penyebab di atas kesulitan belajar merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam keterampilan pemecahan masalah. Kesulitan belajar adalah rendahnya kemampuan menguasai konsep, kesulitan dalam pengerjaan, lupa rumus dan kekeliruan perhitungan. Ini yang menjadi penyebab rendahnya persentase siswa pada indikator menyelesaikan masalah.

Berdasarkan hasil mahasiswa yang kurang baik maka perlu ditanamkan ketekunan dalam belajar matematika agar meningkatnya keterampilan pada mahasiswa, seperti yang disebutkan Kilpatrick et al., (2001, p. 5) dalam Mayer (2008) bahwa “Salah satu elemen dasar kemampuan matematika adalah disposisi produktif, yang merupakan kecenderungan kebiasaan untuk melihat matematika sebagai sesuatu yang masuk akal, berguna, dan bermanfaat, ditambah dengan kepercayaan ketekunan dan kemandirian sendiri”.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini memberikan simpulan bahwa keterampilan pemecahan masalah pada mahasiswa masih rendah. Proses pemecahan masalah yang meliputi: Memahami masalah, menyusun Rencana, melaksanakan rencana, dan mengecek kembali, masih ada mahasiswa yang belum menerapkan. Dengan hasil ini, perlu kiranya penanaman pemecahan masalah dalam setiap aktivitas perkuliahan sehingga menghasilkan mahasiswa yang memiliki keterampilan pemecahan masalah yang baik. Pemecahan masalah harus menjadi bagian tak terlepaskan dari seluruh proses pembelajaran matematika. Dengan demikian guru dan dosen wajib menerapkan model, metode, dan teknik pembelajaran yang tepat agar keterampilan pemecahan masalah dapat dimiliki dan



tertanam pada diri siswa dan mahasiswa. Membiasakan mahasiswa berhadapan dengan soal-soal yang open ended untuk melatih ketelitian dan memahami berbagai cara penyelesaian.

Penelitian ini hanya terbatas pada analisis untuk mengetahui keterampilan pemecahan masalah siswa, sehingga diharapkan dapat dilakukan penelitian lanjutan yang mencakup pengembangan instrumen pembelajaran yang dapat menunjang keterampilan pemecahan masalah siswa sehingga mengatasi masalah-masalah seperti (1) kurang teliti dan tidak mengecek kembali, (2) mahasiswa terpaku pada satu cara penyelesaian, (3) Mahasiswa belum mampu mempergunakan konsep dasar untuk menyelesaikan soal. Hal ini terlihat dari jawaban yang masih salah dalam menentukan rotasi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1]. Andayani, F., & Lathifah, A. N. 2019. Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Aritmatika Sosial. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i1.78>
 - [2]. Dewi, H. P., Fitri, E., & Minarti, E. D., 2018. Penerapan Pendekatan Matematika Realistik terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 1 (5), 949-956.
 - [3]. Fitria, N.F.N., Hidayani, N., Hendriana, H. and Amelia, R., 2018. Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa SMP dengan Materi Segitiga dan Segiempat: Problem Solving Skills. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(01), pp.49-57
 - [4]. Greiff, S., Holt, D.V. and Funke, J., 2013. Perspectives on problem solving in educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *Journal of Problem Solving*, 5(2). Holmes, Emma E. 1995. *New Directions in Elementary School Mathematics-Interactive Teaching and Learning*. New Jersey: A Simon and Schuster Company.
 - [5]. Kudsiah, S. M., Novarina, E., & Lukman, H. suryani. (2017). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Kelas X Di Sma Negeri 2 Kota Sukabumi. *Education: Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Muhammadiyah Sukabumi*, 110–117.
 - [6]. Kurniawan, H .2015. Analisis Keterampilan Pemecahan Masalah Pada Pembelajaran Matematika. *Seminar Nasional Pendidikan Uns & Ispi Jawa Tengah 2015*. ISBN: 978-979-3456-52-2
 - [7]. Lismayani, I., & Mahanal, S. 2017. The correlation of critical thinking skill and science problem-solving ability of junior high school students. *Jurnal Pendidikan Sains*, 5(3), 96–101.
 - [8]. Mayer, E. Robert. 2008. *Learning and Instruction*. New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall
 - [9]. Nugroho, A.R. 2018. *HOTS: Kemampuan berpikir tingkat tinggi: konsep, pembelajaran, penilaian dan soal-soal*. Jakarta: PT Gramedia
 - [10]. Permanasari, A. and Damayanti, T., 2018, May. The profile of problem-solving ability of students of distance education in science learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1013, No. 1, p. 012081). IOP Publishing.
 - [11]. Polya, G. 1973. *How to solve it*. New Jersey : Princeton University Press
-



- [12]. Sri Wardhani, Sapon Suryo Purnomo, dan Endah Wahyuningsih. 2010. *Pembelajaran Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika di SD*. Kementerian Pendidikan Nasional Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Penjaminan Mutu Pendidikan: P4TK Matematika
- [13]. Suraji, Maimunah, & Saragih, S. 2017. Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV). *Suska Journal of Mathematics Education*, 3(2), 130. <https://doi.org/10.24014/sjme.v3i2.3897>



INTERFERENSI BERPIKIR PADA POKOK BAHASAN PELUANG KELAS XI KIMIA INDUSTRI 1 DI SMK NEGERI 1 GRATI KABUPATEN PASURUAN

Zakiah Bahanan^{1,a)}

Universitas Negeri Malang

a)zakiah.bahanan.2103118@students.um.ac.id

Abstrak

Masih kurangnya kemampuan dalam menggunakan dan menerapkan konsep, sehingga siswa seringkali melakukan kesalahan dalam mengerjakan soal permutasi dan kombinasi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tanda-tanda dan penyebab interferensi berpikir siswa dalam menyelesaikan soal serta mendeskripsikan solusi untuk meminimalisasi interferensi berpikir yang dialami siswa. Pada penelitian ini digunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif kualitatif. Subjek yang diteliti yaitu siswa kelas XI jurusan Kimia Industri dengan instrumen berupa tes dan wawancara. Dua subjek dipilih dengan mempertimbangkan hasil pekerjaan siswa dalam menyelesaikan soal dan kemampuan komunikasinya. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh tanda-tanda interferensi berpikir pada siswa terdiri dari dua kategori kesalahan, yaitu: (1) kesalahan dalam menganalogikan soal, dan (2) kesalahan dalam menentukan informasi penting pada soal. Faktor yang menjadi penyebab diantaranya ketidaktepatan mengkonstruksi petunjuk mengingat materi dan terkecoh pada kalimat soal. Upaya untuk mengatasi hal tersebut, guru diharapkan dapat menentukan perencanaan pembelajaran matematika yang baik sehingga proses pembentukan pengetahuan siswa juga dapat diterima dengan baik.

Kata kunci: Interferensi Berpikir, Peluang

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pembelajaran, ingatan dan berpikir termasuk salah satu faktor yang berhubungan erat dengan proses belajar. Mulai dari bagaimana merespon stimulus yang didapatkan, menyelesaikan persoalan dengan pengetahuan yang dimiliki sampai menyimpan informasi baru ke dalam memori. Proses berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah menjadi suatu hal yang penting untuk diketahui, mengingat kualitas dan kuantitas hasil belajar yang diperoleh setiap individu berbeda dengan yang lain. Sebagai seorang guru perlu untuk memahami cara berpikir dan cara mengolah informasi yang diterima siswa sekaligus mengarahkan untuk memperbaiki cara berpikirnya apabila diperlukan. Hal ini sejalan dengan pendapat Marpaung [1] yang mengemukakan bahwa tugas pokok pembelajaran matematika di sekolah adalah mengetahui proses berpikir siswa dalam mempelajari matematika dan bagaimana pengetahuan matematika itu diinterpretasikan dalam pikiran. Dengan demikian, guru akan dapat mengetahui penyebab dari kesalahan yang dilakukan oleh siswa, kesulitan siswa, dan bagian-bagian yang belum

dipahami oleh siswa.

Penyelesaian masalah dapat dipandang sebagai suatu proses berpikir dimana siswa dapat melakukan interpretasi terhadap pengetahuan yang telah dimiliki untuk bisa menyelesaikan suatu masalah baru dan berbeda. Ormrod [2] mendefinisikan penyelesaian masalah sebagai suatu proses dalam menggunakan (mentransfer) pengetahuan dan keterampilan yang sudah ada untuk menjawab pertanyaan yang belum terjawab atau situasi yang sulit. Maka dengan memberikan sebuah permasalahan matematika, guru akan dapat merangsang potensi berpikir siswa untuk melatih dan mengamati kemampuan dalam proses berpikirnya. Sebagaimana Kusaeri [3] yang menyatakan bahwa proses berpikir siswa dapat diketahui berdasarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyelesaian masalah.

Terkadang dalam mengerjakan soal matematika, tidak semua siswa mampu dan paham bagaimana memahami suatu permasalahan lalu menentukan rencana penyelesaian sampai ditemukan jawaban yang tepat. Hal ini senada dengan yang disampaikan salah satu guru di tempat penelitian dalam wawancara dengan peneliti bahwa masih sering ditemukan beberapa siswa mengalami kesalahan dalam mengerjakan soal matematika, khususnya pada materi permutasi dan kombinasi. Kesalahan paling banyak dilakukan oleh siswa adalah salah dalam menggunakan dan menerapkan rumus terutama saat menyelesaikan soal yang berbentuk pemecahan masalah. Dimungkinkan ini terjadi karena siswa sulit untuk mengingat perbedaan antara permutasi dan kombinasi karena kemiripan keduanya. Terganggunya pengingatan materi yang telah tersimpan pada memori siswa karena adanya beberapa objek yang memiliki kemiripan oleh para ahli psikologi, disebut sebagai interferensi [4].

Interferensi berpikir biasanya terjadi pada seseorang yang secara aktual lupa atau merasa memorinya tidak berfungsi sehingga menempatkan dalam situasi tidak mampu mengingat informasi yang diinginkan. Ormrod [2] mengungkapkan bahwa interferensi dalam proses pembelajaran sering terjadi pada berbagai item yang memiliki kemiripan dan dipelajari dengan cara hafalan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Masroni [5] menunjukkan penyebab interferensi berpikir pada siswa terjadi karena informasi yang ditarik bercampur dengan pemahaman materi lain yang serupa. Menurut Feldman [4] interferensi berpikir terjadi karena adanya gangguan dari informasi yang baru masuk ke dalam ingatan terhadap informasi yang telah disimpan, seolah-olah informasi yang lama digeser dan kemudian lebih sukar diingat. Lupa yang terjadi bukan karena seseorang benar-benar kehilangan memori dari penyimpanannya, melainkan karena ada informasi lain yang menghalangi informasi yang coba diingat. Penyebab lainnya juga bisa disebabkan karena melemahnya ingatan tentang penggunaan suatu informasi. Dalam hal ini seseorang tidak dapat mengakses dengan tepat informasi yang dibutuhkan karena informasi yang diterima tidak tertanam dengan baik, sehingga informasi tersebut tidak bertahan lama dalam memori.

Terdapat dua macam interferensi yang memengaruhi lupa. Pertama, interferensi retroaktif yaitu terjadi apabila materi baru yang dipelajari mengganggu pengingatan materi yang dipelajari sebelumnya yang tersimpan dalam memori [4]. Dalam hal ini, lupa yang terjadi menyebabkan siswa mengalami kesulitan mengingat atau memproduksi kembali materi pelajaran lama karena baru saja mempelajari materi yang berbeda, sehingga yang dominan diingat pelajaran yang baru dipelajari. Atau dapat dikatakan petunjuk pengingat terhadap suatu materi target terhalang oleh materi lain (kompetitor). Kedua, interferensi proaktif yaitu terjadi ketika materi yang dipelajari sebelumnya

mengganggu pengingatan materi baru yang dipelajari. Dalam hal ini, kelupaan bisa terjadi apabila siswa mempelajari sebuah materi pelajaran yang sangat mirip dengan materi pelajaran yang telah dikuasainya dalam tenggang waktu yang pendek. Sehingga menyebabkan materi yang baru saja dipelajari akan sangat sulit diingat atau diproduksi kembali dan lebih dominan mengingat pelajaran yang sebelumnya. Dapat dikatakan, petunjuk pengingat terhadap suatu materi saling bercampur karena adanya kemiripan dengan materi lain. Sehingga siswa mengalami kesulitan untuk membedakan materi target dan materi kompetitor.

Interferensi berpikir dalam memecahkan masalah terjadi ketika siswa memiliki konstruksi dua konsep atau lebih yang berlainan yang mana kedua konsep atau lebih tersebut saling terkait [6]. Tetapi, tidak semua materi matematika yang urutan penyajiannya berdekatan merupakan materi yang saling berprasyarat [7]. Sebagai contoh: materi permutasi dan kombinasi. Kedua materi ini merupakan bagian dari pokok bahasan peluang yang digunakan untuk mengetahui banyaknya kemungkinan suatu kejadian dan dalam penyelesaian soal tidak memerlukan prasyarat pemahaman antara materi satu dengan materi lainnya. Namun, masalah-masalah dari dua materi tersebut dapat menimbulkan interferensi berpikir [8], [7].

Penelitian mengenai interferensi menjadi penting untuk diteliti guna mengetahui tanda-tanda dan faktor penyebab interferensi berpikir siswa dalam menyelesaikan soal serta mendeskripsikan solusi untuk meminimalisasi interferensi berpikir yang dialami siswa. Tujuannya, agar selanjutnya oleh guru dapat diupayakan alternatif pemecahannya dan sebagai bahan pertimbangan dalam merancang pembelajaran. Disamping itu, dengan memahami materi permutasi dan kombinasi dengan baik, siswa akan memperoleh dasar yang tepat dalam mempelajari kombinatorika dan statistika pada jenjang lanjutan.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian untuk mendeskripsikan interferensi berpikir siswa dalam menyelesaikan permasalahan permutasi dan kombinasi.

METODE

Pada penelitian ini digunakan penelitian kualitatif deskriptif dalam menganalisis dan menyusun data untuk menggambarkan interferensi berpikir siswa dalam menyelesaikan soal pada materi permutasi dan kombinasi. Data yang dihasilkan berupa deskripsi tanda-tanda dan faktor penyebab interferensi dalam menyelesaikan soal serta solusi untuk meminimalisasi interferensi berpikir yang dialami siswa.

Subjek penelitian dipilih siswa kelas XI Kimia Industri 1, berdasarkan rekomendasi dari guru dan yang telah menerima materi permutasi dan kombinasi. Instrumen yang digunakan adalah peneliti sebagai instrumen utama. Sedangkan soal tes dan pedoman wawancara sebagai instrumen pendukungnya.

Teknik pengumpulan data diawali dengan memberikan soal tes berbentuk uraian sebanyak 2 butir soal. Soal pertama merupakan soal tentang permutasi, sedangkan soal nomor dua tentang kombinasi. Metode pemberian tes daring dalam penelitian ini dirancang menggunakan salah satu platform melalui *Google Form* dengan mengatur rentang waktu pengerjaan dan penambahan fitur upload file agar responden juga melampirkan foto kertas hasil perhitungan yang dilakukan. Adapun soal tes yang diberikan kepada siswa dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

1. Bu Muna mengunci pintu pagar rumahnya menggunakan gembok kombinasi 5 digit. Setiap digit adalah bilangan 0 sampai dengan 9. Supaya lebih mudah untuk diingat, Bu Muna telah mengatur kombinasinya sedemikian rupa sehingga tidak ada digit yang digunakan berulang. Ada berapa kemungkinan kombinasi berbeda yang dapat dibuat?
2. Untuk membuat gradasi warna cat kuku, Andrea mencampurkan kuteks dari dua warna dasar yang berlainan. Pilihan warna yang tersedia terdiri dari warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Dengan memperhatikan campuran pewarnaan, ada berapa banyak warna baru yang dapat dibuat?

Gambar 1. Soal tes

Dari hasil tes yang diperoleh, peneliti mengoreksi jawaban siswa dengan mengidentifikasi kesalahan sesuai karakterisasi interferensi yaitu jawaban salah pada soal nomor 1 dan atau nomor 2 karena keterbalikan penggunaan konsep dan rumus dalam penyelesaian soal. Setelah dikelompokkan berdasarkan jenis interferensi berpikir, selanjutnya dilakukan tahap wawancara bersifat semi terstruktur dengan menghubungi satu persatu siswa melalui telepon dan direkam secara audio. Wawancara digunakan untuk mengungkapkan bagaimana proses yang berjalan dalam pikiran siswa ketika mengerjakan soal sekaligus mengkonfirmasi apakah memang benar siswa mengalami interferensi atau tidak. Langkah selanjutnya dilakukan pemilihan subjek penelitian sebanyak satu orang siswa sebagai wakil dari tiap kesalahan yang terindikasi mengalami interferensi dan mampu mengkomunikasikan pemikirannya secara lisan (wawancara) dengan baik serta dengan mempertimbangkan kelengkapan jawaban siswa pada lembar kerja. Kemudian, apabila data sudah mencukupi maka dilanjutkan ke tahap analisis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan tes daring, formulir tanggapan hasil tes 20 orang siswa dikategorikan menjadi tiga kategori, yaitu 8 siswa dengan jawaban benar pada kedua soal, 10 siswa dengan jawaban salah pada soal nomor satu dan benar pada soal nomor dua, dan 2 siswa dengan jawaban benar pada soal nomor satu dan salah pada soal nomor dua. Dua kategori kesalahan siswa tersebut tergolong dalam karakterisasi interferensi global pseudo salah [7] dengan indikator soal permutasi diselesaikan menggunakan kombinasi secara keseluruhan dan soal kombinasi diselesaikan menggunakan permutasi secara keseluruhan.

Masing-masing siswa yang dipilih sebagai subjek penelitian yakni LF sebagai S1 dengan jenis interferensi retroaktif dan NM sebagai S2 dengan jenis interferensi proaktif. Berikut akan dipaparkan lebih lanjut tentang analisis berpikir yang dilakukan dari tiap-tiap subjek.

1.1 Tanda-tanda Interferensi Berpikir

Dari jawaban subjek pada Gambar 2, terlihat bahwa S1 menyelesaikan soal nomor satu dengan menggunakan konsep kombinasi yang seharusnya diselesaikan dengan menggunakan konsep permutasi.

Identifikasi dan jelaskan soal di bawah ini, apakah termasuk soal permutasi atau kombinasi? kemudian selesaikan dengan prosedur yang tepat!

Soal nomor 1
Bu Muna mengunci pintu pagar rumahnya menggunakan gembok kombinasi 5 digit. Setiap digit adalah bilangan 0 sampai dengan 9. Supaya lebih mudah untuk diingat, Bu Muna telah mengatur kombinasinya sedemikian rupa sehingga tidak ada digit yang digunakan berulang. Ada berapa kemungkinan kombinasi berbeda yang dapat dibuat?

Sebutkan apa saja yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut? *

Diketahui: Bu Muna menggunakan kunci gembok kombinasi 5 digit. Setiap digit adalah bil 0 sampai 9

Ditanyakan: Berapa kemungkinan kombinasi berbeda yang dapat dibuat? Apakah soal ini termasuk soal permutasi atau soal kombinasi?

Identifikasikan soal tersebut, apakah termasuk persoalan permutasi/kombinasi? *

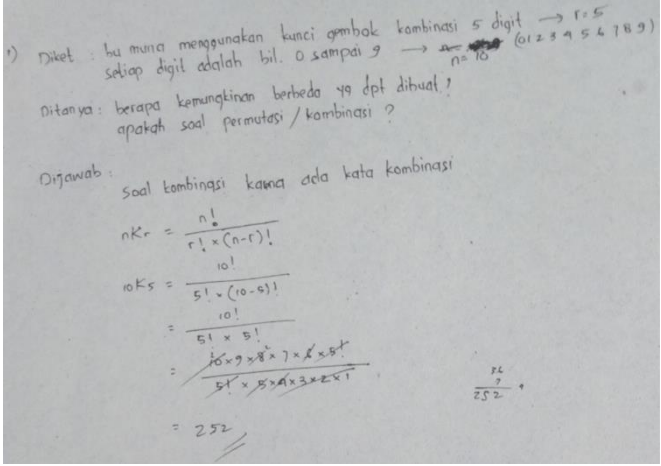
Permutasi
 Kombinasi

Mengapa kamu berpendapat soal tersebut merupakan soal permutasi/kombinasi? *

Karena ada kata kombinasi, jadi termasuk soal kombinasi

Jawablah pertanyaan pada soal tersebut dengan prosedur yang tepat! *

$10K5 = 10! / 5!(10-5)! = 10! / 5!5! = 10 \times 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5! / 5! \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$
 $= 252$



Gambar 2. Pekerjaan S1

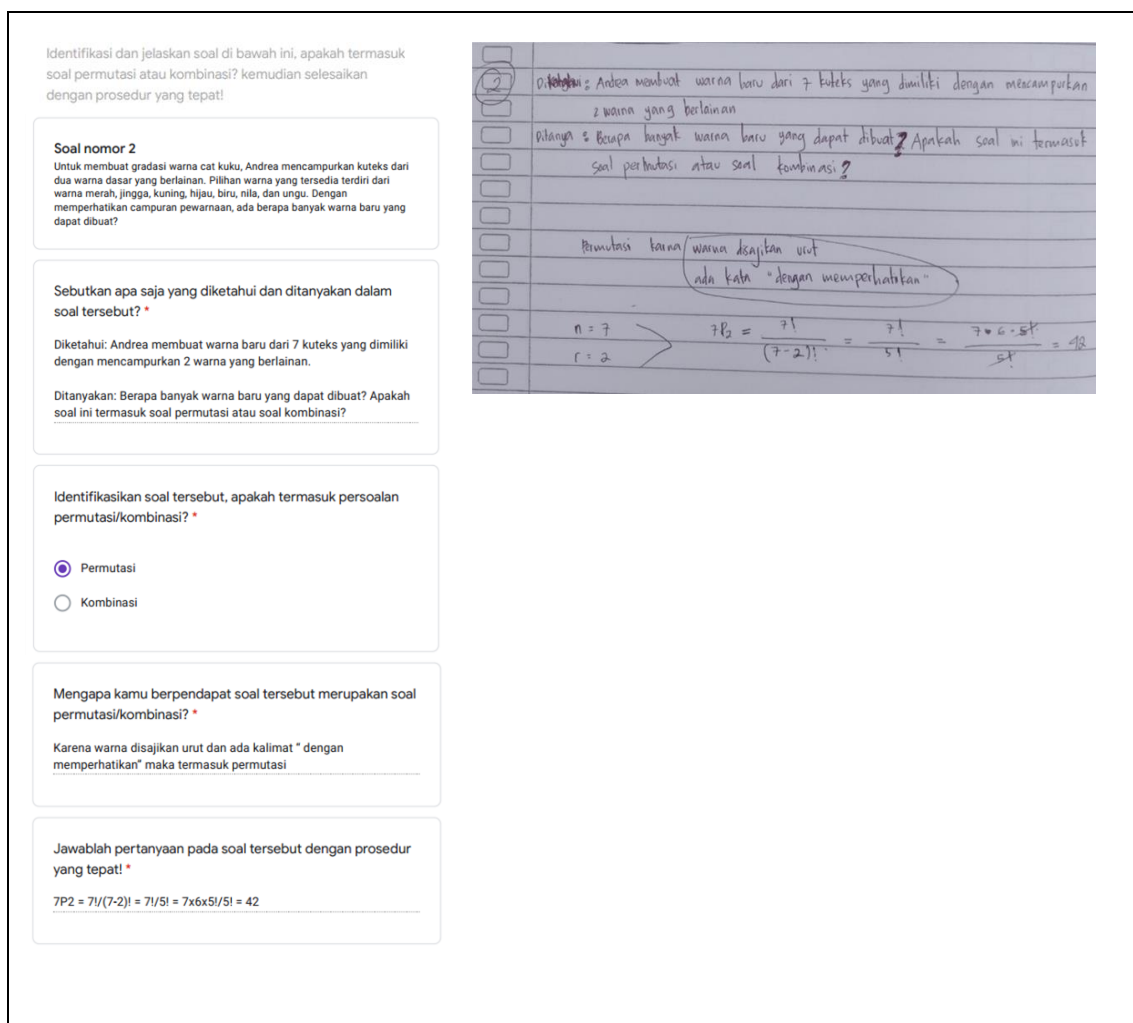
Jika diperhatikan dari apa yang dituliskan pada bagian yang diketahui, terlihat subjek hanya mengamati sebagian kata kunci pada soal, yakni Bu Muna menggunakan kunci gembok kombinasi 5 digit dan setiap digit adalah bilangan 0 sampai 9. S1 tidak memperhatikan bahwa dalam masalah terdapat syarat tidak ada digit yang digunakan berulang, yang artinya setiap digit harus memuat bilangan yang berlainan dan dalam penyusunannya memperhatikan urutan.

Hasil wawancara menyatakan S1 memahami pernyataan “Ada berapa kemungkinan kombinasi berbeda yang dapat dibuat?” pada kalimat tanya soal menunjukkan bahwa soal ini termasuk soal kombinasi, karena ada kata “kombinasi”. Subjek berpendapat bahwa cara untuk membedakan soal dikerjakan dengan menggunakan permutasi atau kombinasi adalah dilihat dari kalimat tanya pada soal. Jika terdapat kata “permutasi” pasti diselesaikan dengan permutasi, begitupun jika terdapat kata “kombinasi” pasti diselesaikan dengan kombinasi, tetapi jika tidak ada kedua kata tersebut baru subjek melihat dari konteks masalah, apakah susunannya memperhatikan urutan atau tidak. Melalui pemahaman ini, S1 mengutarakan maksud dari soal, yaitu untuk mencari susunan 5 digit menggunakan rumus kombinasi.

Dalam kasus ini dijelaskan bahwa materi kombinasi telah mendominasi ingatan siswa dan menyebabkan kesalahan dalam mengklasifikasikan masalah. Hal ini diakibatkan karena kesalahan pemahaman siswa dalam menganalogikan kata kombinasi yang menghalangi siswa untuk memahami konteks persoalan secara keseluruhan dan menggali pengetahuan tentang permutasi.

Ketergantungan kata kombinasi sebagai pembeda soal mengakibatkan siswa terindikasi mengalami interferensi retroaktif. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan Feldman [4] bahwa interferensi retroaktif terjadi karena adanya hambatan penarikan suatu materi disebabkan petunjuk pengingat terhadap materi tersebut terhalang oleh materi lain. Sehingga dari pembahasan diatas, dapat diketahui bahwa tanda-tanda interferensi retroaktif yang dialami siswa adalah kesalahan dalam menganalogikan soal.

Pada Gambar 3 menjelaskan subjek kedua, yakni S2 mengalami kesalahan dalam menyelesaikan soal nomor dua dengan menggunakan konsep permutasi yang seharusnya diselesaikan dengan menggunakan konsep kombinasi.



Identifikasi dan jelaskan soal di bawah ini, apakah termasuk soal permutasi atau kombinasi? kemudian selesaikan dengan prosedur yang tepat!

Soal nomor 2
Untuk membuat gradasi warna cat kuku, Andrea mencampurkan kuteks dari dua warna dasar yang berlainan. Pilihan warna yang tersedia terdiri dari warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Dengan memperhatikan campuran pewarnaan, ada berapa banyak warna baru yang dapat dibuat?

Sebutkan apa saja yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut? *

Diketahui: Andrea membuat warna baru dari 7 kuteks yang dimiliki dengan mencampurkan 2 warna yang berlainan.
Ditanyakan: Berapa banyak warna baru yang dapat dibuat? Apakah soal ini termasuk soal permutasi atau soal kombinasi?

Identifikasikan soal tersebut, apakah termasuk persoalan permutasi/kombinasi? *

Permutasi
 Kombinasi

Mengapa kamu berpendapat soal tersebut merupakan soal permutasi/kombinasi? *

Karena warna disajikan urut dan ada kalimat "dengan memperhatikan" maka termasuk permutasi

Jawablah pertanyaan pada soal tersebut dengan prosedur yang tepat! *

$7P2 = 7! / (7-2)! = 7! / 5! = 7 \times 6 \times 5! / 5! = 42$

Handwritten notes on the right side of the image include:
Diketahui: Andrea membuat warna baru dari 7 kuteks yang dimiliki dengan mencampurkan 2 warna yang berlainan
Ditanya: Berapa banyak warna baru yang dapat dibuat? Apakah soal ini termasuk soal permutasi atau soal kombinasi?
Permutasi karena warna disajikan urut ada kata "dengan memperhatikan"
 $n = 7$
 $r = 2$
 $7P2 = \frac{7!}{(7-2)!} = \frac{7!}{5!} = \frac{7 \times 6 \times 5!}{5!} = 42$

Gambar 3. Pekerjaan S2

Jika diperhatikan S2 sudah dapat menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal dengan tepat, tetapi belum mampu mengklasifikasikan soal dengan benar. Berdasarkan hasil konfirmasi, dalam proses mengidentifikasi masalah subjek keliru

menangkap informasi yang terkandung dalam pertanyaan karena ketidaktepatan menafsirkan kalimat ketika membaca soal. Hal ini diketahui setelah peneliti menanyakan mengapa subjek memilih menggunakan permutasi, S2 mengemukakan alasan karena menganggap bahwa penyajian 7 warna pada soal diibaratkan sebagai susunan warna terurut pada pelangi. Kemudian pada kalimat “*dengan memperhatikan campuran pewarnaan, ada berapa banyak warna baru yang dapat dibuat?*”, S2 terbayang dengan definisi permutasi, yaitu susunan objek dengan memperhatikan urutan. Sehingga S2 menyimpulkan maksud dari soal adalah mencampurkan warna cat dengan memperhatikan urutan dari tujuh warna yang disajikan. Misalnya: merah jingga, merah kuning, merah hijau, merah biru, merah nila, merah ungu, jingga merah, jingga kuning, dan seterusnya.

Pemilihan gabungan warna cat menjadi faktor pengganggu proses berpikir siswa untuk mengingat dan memikirkan bahwa hasil pencampuran warna tidak memperhatikan urutan pemilihan warna pertama dan kedua, sehingga menyebabkan siswa salah dalam membuat perencanaan penyelesaian. Ketidaktepatan dalam menafsirkan maksud soal karena tidak memperhatikan hasil dari pencampuran warna cat mengakibatkan siswa terindikasi mengalami interferensi proaktif. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan Feldman [4] bahwa interferensi proaktif terjadi disebabkan petunjuk pengingat terhadap suatu materi saling bercampur karena adanya kemiripan dengan materi lain. Sehingga dari pembahasan diatas, dapat diketahui bahwa tanda-tanda gangguan berpikir pada jenis interferensi proaktif terletak pada kesalahan siswa dalam menentukan informasi soal yang penting.

1.2 Faktor-faktor Penyebab Interferensi Berpikir

Dari penjelasan yang sudah dibahas, selanjutnya peneliti menelusuri faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kesalahan dari setiap subjek. Faktor penyebab interferensi berpikir retroaktif pada S1 adalah karena ketidaktepatan dalam mengkonstruksi petunjuk mengingat. Berdasarkan pengalaman mengerjakan soal yang diberikan guru, subjek membuat petunjuk mengingat sendiri sebagai acuan penyelesaian soal yakni berpatokan pada perintah soal untuk menggunakan aturan dasar menghitung permutasi atau kombinasi. Sehingga dalam hal ini S1 secara spontanitas mengambil suatu keputusan penyelesaian dengan mengabaikan informasi soal yang penting.

Sedangkan pada interferensi proaktif, faktor penyebab S2 melakukan kesalahan adalah terkecoh dengan kalimat soal. Subjek cenderung fokus pada penyajian warna cat yang terurut dan kalimat “*dengan memperhatikan*” pada salah satu kalimat soal yang dianggap sesuai dengan definisi permutasi.

1.3 Solusi Meminimalisasi Interferensi Berpikir

Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 50% siswa mengalami interferensi retroaktif dan 10% siswa yang mengalami interferensi proaktif. Interferensi terjadi karena dipengaruhi oleh pengalaman individu dalam belajar dan pengalaman peran guru dalam mengajar. Dalam pembelajaran, pemberian materi secara ringkas serta latihan soal sederhana dengan petunjuk penyelesaian yang telah ditentukan menyebabkan siswa hanya mengingat rumusan untuk permutasi atau kombinasi secara umum berdasarkan pengalaman dari permasalahan yang didapatkan pada proses belajar. Artinya bahwa siswa masih terjebak pada pola pikir yang rutin dalam penyelesaian persoalan apabila terdapat soal yang dirasa mirip dengan pola umum yang pernah diberikan guru atau yang ditulis dalam buku. Sehingga untuk meminimalisasi interferensi berpikir yang dialami oleh

siswa adalah guru diharapkan dapat menentukan desain pembelajaran yang sesuai dan cara penyampaian materi yang tepat agar proses pembentukan pengetahuan siswa dapat diterima dengan baik dan tidak terjadi kesalahan yang berulang-ulang. Selain itu dalam belajar, siswa juga harus memperbanyak latihan mengerjakan soal dan aktif berkomunikasi dengan guru saat mengalami kesulitan dalam mempelajari materi agar tidak mengakibatkan kesalahan dalam mengkonstruksi konsep.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa permutasi dan kombinasi memungkinkan terjadi interferensi.

1.1 Tanda-tanda interferensi berpikir yang dialami siswa diantaranya:

- a. Karena kesalahan siswa dalam mengamati masalah sehingga syarat pada soal yang menjadi konteks permasalahan tidak diperhatikan. Akibatnya, siswa tidak tepat dalam memahami maksud soal secara keseluruhan. Ingatan pada ketergantungan kata kombinasi sebagai pembeda soal, memunculkan proses berpikir yang keliru dalam mengklasifikasikan masalah dengan penyelesaian permutasi sebagai kombinasi. Hal semacam ini dijelaskan sebagai interferensi retroaktif dimana petunjuk pengingat terhadap memori target (permutasi) terhalang oleh memori kompetitor (kombinasi). Sehingga dapat diketahui bahwa tanda-tanda interferensi retroaktif yang dialami siswa adalah kesalahan dalam menganalogikan soal.
- b. Dalam proses mengidentifikasi masalah, siswa keliru menangkap informasi yang terkandung dalam pertanyaan karena ketidaktepatan menasirkan kalimat. Hal semacam ini dijelaskan sebagai interferensi proaktif dimana petunjuk pengingat terhadap materi kombinasi saling bercampur karena adanya kemiripan dengan materi permutasi, menyebabkan gangguan proses berpikir siswa dalam mengidentifikasi soal dengan penyelesaian kombinasi sebagai permutasi karena menganggap konteks masalah sesuai dengan materi kompetitor (permutasi). Sehingga dapat diketahui bahwa tanda-tanda interferensi proaktif yang dialami siswa adalah kesalahan dalam menentukan informasi penting pada soal.

1.2 Faktor penyebab terjadinya interferensi berpikir antara lain:

- a. Berdasarkan pengalaman mengerjakan soal yang diberikan guru, siswa membuat petunjuk mengingat sendiri sebagai acuan penyelesaian soal yakni berpatokan pada perintah soal untuk menggunakan aturan dasar menghitung permutasi atau kombinasi. Sehingga dalam hal ini alasan materi kombinasi menginterferensi materi permutasi disebabkan karena ketidaktepatan dalam mengkonstruksi petunjuk mengingat.
- b. Kesalahan dalam menafsirkan kata-kata pada kalimat soal menyebabkan siswa tidak dapat menganalisis soal dengan benar, karena cenderung fokus pada beberapa kata yang mengarah pada definisi permutasi. Sehingga dalam hal ini alasan materi permutasi menginterferensi materi kombinasi disebabkan karena terkecoh pada kalimat soal.

1.3 Solusi yang dapat digunakan untuk meminimalisasi interferensi berpikir yang dialami oleh siswa adalah guru diharapkan dapat menentukan desain pembelajaran yang sesuai dan cara penyampaian materi yang tepat sehingga proses pembentukan pengetahuan siswa juga dapat diterima dengan baik. Selain itu dalam belajar, siswa juga harus memperbanyak latihan mengerjakan soal dan aktif berkomunikasi dengan guru saat mengalami kesulitan dalam mempelajari materi agar tidak mengakibatkan kesalahan dalam mengkonstruksi konsep.

Kajian dalam penelitian ini masih sangat terbatas, baik dalam masalah maupun pada bidang kajiannya. Untuk itu diperlukan adanya penelitian lanjutan yang dapat dilakukan antara lain dengan merubah metode analisis data, mengkaji dari teori konstruksi konsep dan materi matematika lainnya, menambah subjek penelitian, ataupun pengembangan bahan ajar untuk meminimalisasi interferensi berpikir siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Isroil, I. K. Budayasa, and M. Masriyah, "Profil Berpikir Siswa SMP dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau dari Kemampuan Matematika," *J. Rev. Pembelajaran Mat.*, vol. 2, no. 2, pp. 93–105, Dec. 2017, doi: 10.15642/jrpm.2017.2.2.93-105.
- [2] J. E. Ormrod, *Psikologi Pendidikan: membantu siswa tumbuh dan berkembang*, 6th ed. Jakarta: Erlangga, 2008.
- [3] K. Kusaeri, "Proses Berpikir Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berdasarkan Teori Pemrosesan Informasi," *Suska J. Math. Educ.*, vol. 4, no. 2, p. 125, Nov. 2018, doi: 10.24014/sjme.v4i2.6098.
- [4] R. S. Feldman, *Pengantar Psikologi*, 10th ed. Jakarta: Salemba Humanika, 2012.
- [5] A. Masroni and T. Nusantara, "Analisis Kesalahan Siswa dalam Menggunakan Aturan Perkalian dan Aturan Penjumlahan," *Semin. Nas. Pendidik. Mat. Ahmad Dahlan*, pp. 18–24, 2016.
- [6] Subanji, *Teori Kesalahan Konstruksi Konsep dan Pemecahan Masalah Matematika*. universitas negeri malang, 2015.
- [7] Sukoriyanto and T. Nusantara, "Karakterisasi interferensi berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah permutasi dan kombinasi," Universitas Negeri Malang, 2017. [Online]. Available: <http://repository.um.ac.id/64530/>
- [8] W. Yanti, T. Nusantara, and A. Qohar, "Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Permutasi dan Kombinasi," vol. 1, 2016.

PENGEMBANGAN E-MODUL UNTUK PERKULIAHAN KALKULUS VEKTOR BERDASARKAN PROBLEM BASED LEARNING

Tjang Daniel Chandra^{1, a)}, Vita Kusumasari¹, Azizah¹, Santi Irawati¹, Susy Kuspambudi Andaini¹

¹⁾Jurusan Matematika – Universitas Negeri Malang

^{a)}tjang.daniel.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *problem based learning*. Pengembangan ini didasarkan pada kenyataan perkuliahan secara daring pada saat pandemi ini menuntut mahasiswa untuk belajar mandiri.. Sedangkan buku teks yang tersedia dirancang untuk perkuliahan tatap muka. Oleh karena itu perlu dikembangkan e-modul yang digunakan untuk perkuliahan Kalkulus Vektor pada semester genap 2020/2021. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan Plomp (Plomp, 2010) yang terdiri atas 3 tahap yaitu : (1) *preliminary research* (penelitian pendahuluan). (2) *prototyping stage* (pembuatan prototipe). (3) *assesment phase* (tahap uji coba). Ada 4 modul yang dihasilkan dengan topik Teorema Green, Integral Permukaan, Teorema Stokes, dan Teorema Gauss. Masing-masing modul divalidasi oleh seorang dosen perguruan tinggi. Aspek yang divalidasi adalah komponen modul, materi matematika, dan kebahasaan. Hasil validasi adalah baik dan memperoleh beberapa masukan dari validator. Perkuliahan Kalkulus Vektor semester genap 2020/2021 diikuti oleh 9 mahasiswa. Hasil UTS masih belum memuaskan karena hanya 3 mahasiswa yang mendapatkan nilai di atas C. Hal ini mungkin disebabkan para mahasiswa belum terbiasa dengan belajar kelompok. Biasanya materi dijelaskan oleh dosen pengampu. Sekarang dengan menggunakan modul mereka harus mempelajari materi sendiri melalui diskusi kelompok. Hasil UAS jauh lebih baik yaitu ada 6 mahasiswa yang memperoleh nilai di atas C. Di akhir perkuliahan mahasiswa memberikan pendapat yang positif seperti e-modul mudah dipelajari dan mereka dapat memahami materi dengan mudah.

Kata kunci: e-modul, problem based learning

PENDAHULUAN

Pada saat pandemi ini Universitas Negeri Malang menerapkan kebijakan pembelajaran secara daring dan bukan tatap muka. Berdasarkan kebijakan ini maka

pembelajaran pada semester gasal 2020/2021 dilaksanakan secara daring seluruhnya. Jadi tidak ada lagi tatap muka di kelas. Tentunya hal ini menimbulkan persoalan bagi dosen pengampu mata kuliah yaitu bagaimana mahasiswa dapat memahami materi meskipun tidak ada tatap muka. Salah satu cara yang dilakukan oleh dosen pengampu adalah memberikan video tentang materi perkuliahan yang diunduh dari youtube dan meminta mahasiswa untuk menontonnya. Kemudian dilanjutkan dengan diskusi materi di grup WA dan berlatih soal dari buku elektronik. Hal ini dilakukan juga oleh pengembang pada perkuliahan Kalkulus Peubah Banyak. Tetapi hasil yang diperoleh tidak memuaskan. Hal ini terlihat dari lebih dari 50% mahasiswa memperoleh nilai UAS di bawah 60. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa mahasiswa diperoleh hasil mereka mengalami kesulitan untuk memahami materi secara mandiri melalui menonton video dan membaca buku elektronik. Padahal dalam pembelajaran secara daring, mahasiswa dituntut untuk mampu belajar secara mandiri. Sedangkan buku elektronik dirancang untuk pembelajaran tatap muka. Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu bahan ajar yang dapat dipelajari mahasiswa secara mandiri.

Berdasarkan permasalahan di atas maka pengembang memilih untuk mengembangkan bahan ajar berbentuk modul. Modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran. (Direktorat Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional [1]). Karena sampai saat ini pembelajaran masih dilaksanakan secara daring, maka modul yang dikembangkan tidak berupa bahan ajar cetak tetapi berupa file. Karena berupa file, maka modul dapat dilengkapi dengan audio, atau video dalam penyajiannya. Jadi diperoleh suatu modul yang berbentuk digital dan dikemas secara lebih interaktif. Oleh karena itu disebut dengan e-modul (modul elektronik).

Tujuan pengembangan e-modul ini untuk diterapkan dalam perkuliahan Kalkulus Vektor yang disajikan dalam semester genap 2020/2021. Mata kuliah ini yang dipilih karena merupakan lanjutan dari mata kuliah Kalkulus Peubah Banyak. Beberapa materi di mata kuliah Kalkulus Peubah Banyak seperti integral lipat 2 / integral lipat 3 akan digunakan dalam perhitungan di Kalkulus Vektor. Supaya dapat melakukan perhitungan tersebut, mahasiswa harus dapat membayangkan benda dalam ruang seperti paraboloida, ellipsoida, dll. Berdasarkan pengalaman semester lalu banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam hal ini di perkuliahan Kalkulus Peubah Banyak. Diharapkan dengan mempelajari bahan ajar berbentuk e-modul ini mahasiswa dapat belajar secara mandiri dan dapat memahami materi perkuliahan dengan baik.

Spesifikasi produk yang dikembangkan adalah sebagai berikut : Produk berupa e-modul untuk mata kuliah Kalkulus Vektor yang disajikan pada semester genap 2020/2021. Di samping itu, Kekhasan e-modul yang dikembangkan ini adalah e-modul ini berbasis problem based learning. Pada bagian awal tiap pertemuan akan diberikan tujuan pembelajaran. Selanjutnya kepada mahasiswa akan diberikan pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab oleh mahasiswa secara kelompok. Hal ini dilakukan oleh para mahasiswa sebelum perkuliahan. Sehingga pada awal perkuliahan ada kelompok yang langsung mempresentasikan hasil diskusinya. E-modul juga dilengkapi dengan contoh soal, soal latihan, rangkuman, dan tes untuk mengetahui apakah mahasiswa sudah memahami materi pada pertemuan tersebut.

Menurut [2], modul adalah paket belajar mandiri yang terdiri atas serangkaian pengalaman belajar yang dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan belajar. Menurut [3] ada beberapa komponen modul antara lain (1) materi pelajaran yang harus dikuasai siswa. Susunan materi sesuai dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan disusun langkah demi langkah sehingga mempermudah siswa belajar, (2) soal-soal tugas atau masalah-masalah yang harus dipecahkan, (3) kunci jawaban yang berfungsi supaya siswa mampu mengoreksi sendiri hasil pekerjaannya, (4) soal-soal evaluasi untuk melihat keberhasilan siswa dalam mempelajari bahan yang disajikan dalam modul, Komponen-komponen tersebut disusun menjadi suatu modul dengan prinsip-prinsip penyusunan sebagai berikut (1) bahasa modul harus menarik dan selalu merangsang siswa untuk berpikir, (2) informasi tentang materi pelajaran dilengkapi dengan gambar-gambar atau alat peraga lainnya, (3) memungkinkan penggunaan multimedia yang relevan dengan tujuan, (4) modul disesuaikan dengan tingkat kemampuan siswa dan memberi kesempatan kepada siswa untuk menyelesaikannya secara individual.

Modul biasanya berupa bahan ajar cetak. Karena saat ini adalah masa pandemi, maka pembelajaran dilakukan penuh dengan daring. Karena itu lebih praktis jika modul diberikan dalam bentuk file sehingga disebut dengan e-modul. Karena berupa file, maka prinsip penyusunan modul nomor (2) dan (3) di atas lebih mudah dilakukan dari pada modul cetak. Gambar-gambar atau alat peraga maupun multimedia berupa video pembelajaran dengan mudah dapat digabungkan dengan materi pembelajaran.

Sudah banyak penelitian yang berkaitan dengan e-modul ini. Antara lain penelitian [4] yang menyatakan bahwa pengembangan e-modul berlangsung dengan efektif berdasarkan hasil belajar kognitif dan psikomotorik peserta didik. Oleh karena itu, [4] menyarankan supaya para guru dilatih untuk membuat e-modul yang mampu menarik minat peserta didik untuk belajar. Hasil penelitian lainnya oleh [5], menunjukkan bahwa penggunaan e-modul dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan juga dapat meningkatkan pencapaian kompetensi pengetahuan peserta didik. Hasil-hasil penelitian ini memotivasi tim pengembang untuk mengembangkan e-modul. Dengan pengembangan ini diharapkan hasil belajar mahasiswa juga baik.

Problem Based Learning (PBL) telah dikembangkan sejak 1960 dan mulai diperkenalkan sejak tahun 1990. Problem Based Learning merupakan deskripsi pedagogis dari aliran konstruktivisme yaitu salah satu aliran filsafat pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan kita merupakan hasil konstruksi kita sendiri.

Izzaty [6] menyatakan beberapa karakteristik Problem Based Learning. antara lain (1) siswa bekerja sama secara berkelompok untuk mencapai tujuan Bersama dalam pembelajaran yang menggunakan strategi PBL. Setiap anggota kelompok berkontribusi dalam informasi, ide maupun pendapatnya untuk saling meningkatkan pemahaman seluruh anggota. Guru hanya menjadi tutor yang memfasilitasi mahasiswa menjadi aktif. (2) masalah yang akan dipecahkan diberitaskan terlebih dahulu sebelum siswa memiliki pengetahuan baru yang menjadi dasar untuk pemecahan masalah (3) adanya evaluasi terhadap proses pemecahan masalah.

Sintak dalam PBL antara lain [7] (1) orientasi peserta didik kepada masalah, (2) mengorganisasikan peserta didik, (3) membimbing penyelidikan individu dan

kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, (5) menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Sintak ini akan diterapkan dalam pengembangan e-modul

Beberapa hasil penelitian yang menyatakan bahwa strategi PBL cocok digunakan untuk memperoleh hasil belajar yang baik dilakukan oleh [8]. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa penerapan model PBL berpengaruh terhadap hasil belajar dan ketrampilan proses sains siswa. Penerapan PBL dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan semua siswa mencapai KKM. Diharapkan dengan menerapkan strategi pembelajaran PBL dalam pengembangan e-modul juga akan meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Menurut [9], pembelajaran dengan problem based learning memberikan hasil yang signifikan pada ketrampilan pemecahan masalah siswa dan juga pada ketrampilan menulis.

Berdasarkan pembahasan tentang e-modul dan sintaks PBL yang telah dibahas di atas, maka setiap modul dalam e-modul yang dikembangkan akan memuat hal-hal sebagai berikut ; (1) tujuan pembelajaran, (2) pemberian masalah yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, (3) contoh-contoh soal, (4) latihan soal, (5) soal evaluasi, (6) kunci jawab latihan soal dan soal evaluasi, (7) ringkasan materi, (8) daftar istilah, (9) daftar pustaka. Modul akan dilengkapi dengan video pembelajaran atau animasi yang berhubungan dengan tujuan pembelajaran. Dalam penerapannya, mahasiswa mencoba menjawab permasalahan yang diberikan secara kelompok dan dilakukan sebelum perkuliahan. Di awal perkuliahan, mahasiswa menyampaikan hasil diskusinya. Setelah presentasi, mahasiswa dapat berlatih soal-soal yang berhubungan dengan tujuan pembelajaran

METODE

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan [10] yang terdiri atas 3 tahap yaitu : *preliminary research* , *prototyping stage*, *assesment phase* Pada tahap penelitian pendahuluan telah disebarkan angket kepada mahasiswa tentang kesulitan belajar selama masa pandemi ini. Kesulitan ini akan coba diatasi dengan pembuatan e-modul. Pada tahap pembuatan prototipe dilakukan penyusunan modul pertama sehingga diperoleh prototipe awal yang selanjutnya akan divalidasi oleh validator yang ahli dalam pendidikan matematika. Pada tahap uji coba dilakukan uji coba prototipe awal kepada mahasiswa peserta kuliah Kalkulus Vektor untuk melihat keefektifan dan kepraktisannya. Setelah itu akan dilakukan evaluasi terhadap prototipe awal. Hasil evaluasi ini akan digunakan dalam pengembangan modul kedua dan seterusnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mulai Januari 2021 kegiatan perkuliahan di Universitas Negeri Malang masih menggunakan perkuliahan daring. Hal ini dikarenakan kondisi pandemi yang masih berlangsung Oleh karena itu kegiatan penelitian pengembangan ini dimulai dengan tim peneliti menyebarkan angket untuk mengetahui pendapat mahasiswa tentang perkuliahan daring dan kesulitan-kesulitan yang dihadapi mereka selama ini.

Berdasarkan angket tersebut diperoleh hasil bahwa para mahasiswa menyadari bahwa mereka harus lebih mandiri dalam mempelajari materi perkuliahan. Akan tetapi, mereka mengalami kesulitan untuk memahami materi tersebut pada saat mereka membaca buku teks yang digunakan dalam perkuliahan. Hal ini wajar karena buku teks digunakan untuk pembelajaran tatap muka bukan untuk pembelajaran daring. Hal ini yang memotivasi tim pengembang untuk mengembangkan e-modul yang dapat dipelajari oleh mahasiswa secara mandiri. E-modul digunakan dalam perkuliahan Kalkulus Vektor yang berlangsung pada semester genap 2020/2021 yang diikuti oleh 9 mahasiswa.

Materi e-modul pertama yang dibuat adalah teorema Green. Setelah selesai dikembangkan, e-modul ini divalidasi oleh seorang dosen yang ahli pendidikan matematika. Untuk proses validasi ada 15 pertanyaan tentang komponen modul, materi matematika, dan bahasa yang digunakan. Hasil validasi ini menyatakan kategori e-modul ini baik yang berarti e-modul ini valid. Berikut disajikan hasil validasi oleh validator.

Lembar Validasi Modul
Materi Teorema Green

A. Identitas Validator

1. Nama Lengkap : Dr. Jackson Pasini Mairing, S.Si, M.Pd.
2. NIP / NIDN : 197410152002121003 /
3. Pangkat / Golongan : Pembina / IVa
4. Jabatan Fungsional ; Lektor Kepala
5. Instansi : Jurusan Matematika Universitas Negeri Palangkaraya

B. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

Sebelum mengisi lembar validasi soal, mohon Bapak / Ibu Validator membaca petunjuk pengisian sebagai berikut :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu Validator untuk mengisi lembar validasi dengan memberikan tanda centang (\checkmark) pada angka 1, 2, 3, atau 4 sesuai dengan penilaian Bapak / Ibu Validator .

Pedman penskoran :

- a. Skor 1, jika kriteria pada lembar validasi tidak sesuai
- b. Skor 2, jika kriteria pada lembar validasi kurang sesuai.
- c. Skor 3, jika kriteria pada lembar validasi sesuai.
- d. Skor 4, jika kriteria pada lembar validasi sangat sesuai.

2. Bapak / Ibu Validator dapat menuliskan saran-saran perbaikan untuk modul pada tempat yang disediakan

C. Penskoran

No	K o m p o n e n	S k o r			
		1	2	3	4
Komponen modul					
1.	Modul memuat tujuan pembelajaran			V	
2.	Modul memuat permasalahan untuk mendukung pembelajaran berbasis masalah				V
3.	Modul memuat pertanyaan-pertanyaan untuk didiskusikan secara kelompok yang mendukung pembelajaran berbasis masalah .			V	
4.	Modul memuat materi yang memungkinkan mahasiswa terlibat aktif saat mempelajari modul			V	
5.	Modul memuat rangkuman materi				V

6.	Modul memuat latihan soal dan petunjuk penyelesaian soal				V
7.	Modul memuat tes formatif dan petunjuk penyelesaian soal.				V
8.	Modul memuat daftar pustaka yang mendukung materi pembelajaran				V

Materi Matematika				
9.	Konsep matematika yang diberikan sudah benar			V
10.	Konsep matematika dijelaskan dengan rinci dan mudah dipahami.		W	
11.	Terdapat contoh soal untuk memudahkan memahami materi yang dijelaskan.			V
12.	Materi matematika dikemas dalam bagian-bagian/sub bab yang kecil sehingga memudahkan mahasiswa dalam mempelajari keseluruhan materi.			V
13.	Istilah matematika yang digunakan sudah tepat			V
K e b a h a s a a n				
14.	Bahasa yang digunakan memenuhi kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar		W	
15.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami dan tidak menimbulkan penafsiran ganda			V

l. Saran

Bapak / Ibu Validator dapat menuliskan saran untuk perbaikan modul di bagian berikut ini

.....

.....

.....

E. Penilaian

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total Skor Validasi}}{\text{Banyaknya pertanyaan}} = \frac{55}{15} = 3,7$$

Bedasarkan nilai yang diperoleh akan ditetapkan kategori sebagai berikut :

Interval	Kategori
$3 < \text{Nilai} \leq 4$	Sangat Baik
$2 < \text{Nilai} \leq 3$	Baik
$1 < \text{Nilai} \leq 2$	Cukup
$0 < \text{Nilai} \leq 1$	Kurang

Kategori : Sangat Baik

Validator



Dr. Jackson Pasini Mairing, S.Si, M.Pd.

NIP 197410152002121003

E-modul yang dikembangkan berisikan tentang pendahuluan, tujuan pembelajaran, masalah yang perlu dipikirkan oleh mahasiswa, pertanyaan-pertanyaan untuk dijawab secara kelompok oleh mahasiswa. Untuk menjawab pertanyaan ini mahasiswa perlu membaca materi e-modul yang terdiri atas definisi, teorema, contoh soal, dan latihan soal, rangkuman. Tugas kelompok ini dikerjakan diluar jam

perkuliahan. Pada saat perkuliahan, dosen memberikan penjelasan singkat tentang materi dan tujuan pembelajaran dan dilanjutkan dengan presentasi dan diskusi kelompok. Pada saat ini dosen bertindak sebagai fasilitator dengan memberikan penguatan-penguatan jawaban mahasiswa. Untuk memantapkan pemahaman mahasiswa pada minggu berikutnya diadakan latihan soal. Setelah itu pada minggu selanjutnya tim pengembang memberikan tes materi e-modul yang bertepatan dengan minggu ujian tengah semester. Hasil ujian tidak memuaskan karena hanya 3 dari 9 mahasiswa yang memperoleh nilai di atas C. Kemungkinan hal ini disebabkan mahasiswa baru pertama kali mempelajari materi secara mandiri. Biasanya dosen menjelaskan materi terlebih dahulu. Perbedaan metode ini diduga menjadi penyebab rendahnya nilai ujian mahasiswa.

Proses di atas diulangi saat mengembangkan e-modul berikutnya yaitu e-modul untuk materi integral permukaan, teorema Stokes, dan teorema Gauss. Masing-masing e-modul telah divalidasi oleh validator yang ahli dalam pendidikan matematika dan dinyatakan baik. Dengan demikian e-modul yang dikembangkan adalah valid. Di akhir perkuliahan mahasiswa juga mengikuti ujian akhir semester dengan materi integral permukaan, Teorema Stokes dan Teorema Gauss. Hasil ujian kurang memuaskan karena hanya 6 dari 9 mahasiswa yang mendapat nilai di atas C. Hal ini mungkin disebabkan kurangnya latihan soal yang diberikan di e-modul jika dibandingkan dengan banyaknya soal latihan yang disediakan oleh buku teks. Di akhir perkuliahan tim pengembang menyebarkan angket untuk mengetahui pendapat para mahasiswa mengenai e-modul dan pembelajarannya. Banyak komentar positif dari mahasiswa antara lain materi e-modul sudah lengkap, mudah dipahami, dan dapat menunjang kebutuhan mahasiswa untuk belajar mandiri. Hal ini menunjukkan e-modul yang dikembangkan cukup praktis.

KESIMPULAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan 4 e-modul dengan topik Teorema Green, Integral Permukaan, Teorema Stokes, dan Teorema Gauss. Masing-masing e-modul telah divalidasi dengan hasil yang baik. Hal ini berarti e-modul yang dikembangkan sudah valid. Berdasarkan hasil angket di akhir perkuliahan yang diisi mahasiswa, diperoleh komentar-komentar positif tentang e-modul yang dihasilkan. Meskipun begitu hasil ujian akhir semester masih kurang memuaskan karena hanya 6 dari 9 mahasiswa yang memperoleh nilai di atas C. Oleh karena itu disarankan dalam perbaikan e-modul atau penyusunan e-modul untuk mata kuliah lainnya diberikan lebih banyak contoh-contoh soal. Dengan demikian diharapkan mahasiswa lebih memahami materi perkuliahan dan bisa memperoleh nilai lebih baik

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Direktorat Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Departemen Pendidikan Nasional. 2008. "Penulisan Modul".
- [2] Mulyasa, E. 2004. *Kurikulum Berbasis Kompetensi : Konsep, Karakteristik, dan*

- Implementasi*. Bandung : Remaja Rosdakarya
- [3] Sudjana, N dan Rivai, A. 2003. *Teknologi Pengajaran*. Bandung : Sinar Baru Algensindo
 - [4] Laili, I. 2019. *Efektivitas Pengembangan E-modul Project Based Learning pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik*. Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran Volume 3 No 3 pp. 306 – 315.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JIPP/article/view/21840>
 - [5] Solihudin, T. 2018. *Pengembangan E-modul Berbasis Web untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Fisika pada Materi Listrik Statis dan Dinamis SMA*. Jurnal Wahana Pendidikan Fisika Volume 3 No 2 pp. 51 – 61.
<https://ejournal.upi.edu/index.php/WPF/article/view/13731>
 - [6] Izzaty, R.E.,. 2006. *Problem Based Learning dalam Pembelajaran di Perguruan Tinggi*. Paradigma, No 01. Th. 1, pp. 77 – 83.
 - [7] Falkhi, 2017. *Konsep dan Sintak Problem Based Learning*.
<http://www.pembelajaran.id/2017/05/konsep-dan-sintak-problem-based-learning.html> Accessed on 15 January 2021
 - [8] Janah, M.C., 2018. *Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains*. Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia, Volume 12 Nomor 1 pp. 2097 – 2107
 - [9] Sari, Y.I., dkk (2021). *The Effect of Problem Based Learning on Problem Solving and Scientific Writing Skills*. International Journal of Instruction, Volume14 Nomor 2 pp. 11-26
 - [10] Plomp, T. 2010.*An Introduction to Educational Design Reseach*. Enschede: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development.

KEMAMPUAN BERPIKIR LATERAL DALAM MEMECAHKAN MASALAH BANGUN DATAR DITINJAU DARI GAYA BELAJAR SISWA

Zida Amalia^{1,a)}, Ummu Sholihah²⁾

¹⁾Universitas Negeri Malang

²⁾UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung

^{a)}zida.amalia.2103118@students.um.ac.id

Abstrak

Berpikir lateral merupakan pola berpikir yang tetap menggunakan fakta-fakta yang ada untuk menentukan hasil akhir yang diinginkan dan secara kreatif mencari alternatif pemecahan masalah dari berbagai sudut pandang yang paling mungkin yang salah satunya dipengaruhi oleh gaya belajar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kemampuan berpikir lateral siswa dengan gaya belajar auditorial, visual dan kinestetik dalam memecahkan masalah bangun datar. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Teknik pengumpulan data dengan observasi, kuesioner, tes, wawancara dan dokumentasi. Hasil penelitian diketahui kemampuan berpikir lateral siswa dengan gaya belajar auditorial, visual dan kinestetik mampu mengenali ide dominan dari masalah yang sedang dihadapi dan mampu menggunakan ide-ide acak untuk membangkitkan ide-ide baru. Siswa auditorial cenderung menggunakan satu cara untuk memecahkan permasalahan dan tidak fleksibel dalam berpikir, sedangkan siswa visual dan kinestetik cenderung menggunakan lebih dari satu cara untuk memecahkan permasalahan, dan fleksibel dalam berpikir.

Kata kunci: berpikir lateral, pemecahan masalah, gaya belajar.

PENDAHULUAN

Berpikir adalah perkembangan dalam idea dan konsep. Saat siswa menghadapi kegiatan pembelajaran, siswa melakukan kegiatan berpikir tentang objek yang sudah diberikan (materi pelajaran). Disini tugas siswa adalah membuka mata terhadap objek tersebut. Dalam mempelajari suatu materi, siswa melakukan kegiatan menganalisis melalui berbagai sudut pandang, artinya siswa telah melakukan proses penalaran.[1] Kegiatan berpikir siswa akan terjadi apabila siswa sudah menyadari bahwa objek atau dalam hal ini materi tertentu adalah tidak sederhana, siswa diharuskan mengenal objek tersebut, membanding-bandingkan apa yang dilihatnya, dan selalu melihat serta menganalisis objek tersebut dari berbagai sudut pandang yang berbeda.

Hal penting bagi seorang guru adalah mengetahui proses berpikir siswa. Dengan mengetahui proses berpikir siswanya, guru dapat menelusuri dan mendiagnosis letak kesulitan yang dialami oleh siswanya.[2] Hal ini sejalan dengan Widodo bahwa salah satu peran guru dalam pembelajaran matematika di sekolah adalah membantu siswa

mengungkapkan bagaimana proses berpikirnya ketika memecahkan masalah.[3] terutama dalam mata pelajaran matematika yang sering kali dianggap siswa sebagai salah satu mata pelajaran sulit.

Pemecahan masalah dan matematika merupakan dua komponen yang tidak terpisahkan. Hal tersebut terjadi dikarenakan pemecahan masalah merupakan aktivitas yang penting dalam pembelajaran matematika. Pernyataan tersebut sejalan dengan Kurikulum 2013 (K13) dan *National Council of Teacher Mathematics* (NCTM) yang menetapkan pemecahan masalah menjadi salah satu standar proses dan kompetensi yang harus dimiliki siswa dalam pembelajaran matematika. Kemampuan memecahkan masalah tersebut sangat diperlukan siswa dalam memahami konsep matematika, hubungan antar konsep, dan hubungan antar konsep dengan bidang yang lain.[2] Sehingga dalam hal ini mengindikasikan bahwa dengan kebiasaan memecahkan masalah matematika maka siswa akan terbiasa pula pola berpikirnya dalam menghadapi situasi yang lebih kompleks.

Pentingnya pemecahan masalah dalam pembelajaran matematika tidak turut diimbangi dengan kemampuan yang dimiliki oleh siswa pada umumnya. Hasil studi TIMSS (*Trends In Mathematics and Science Study*) yang diinisiasi oleh IEA (*The International Association for the Evaluation Achievement*) pada tahun 2011 menunjukkan Indonesia memperoleh nilai rata-rata 397 dari nilai standar yang ditetapkan yaitu 500 dan menempati peringkat 38 dari 42 negara.[2] Tidak jauh berbeda dari hasil *The Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) tahun 2015 yang dipublikasikan dalam seminar oleh Rahmawati pada Desember 2016, menunjukkan prestasi siswa di Indonesia di bidang matematika memperoleh peringkat 45 dari 50 negara dengan skor 397.[4] Hasil survei tersebut menunjukkan bahwa kemampuan memecahkan masalah dimiliki oleh siswa Indonesia masih sangat rendah.[2] Dilansir dari Mullis, I. V. S., dkk hasil survei TIMSS 2019 tidak ditemukan siswa Indonesia berpartisipasi dalam survei tersebut.[5] Oleh karena itu Pramita, dkk menyarankan perlu dilakukan upaya meningkatkan kemampuan berpikir lateral melalui eksperimental.[6] Selain itu, penelitian yang dilakukan Leonard menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh kemampuan berpikir lateral terhadap prestasi belajar evaluasi yang berarti semakin baik kemampuan berpikir lateral maka semakin baik prestasi belajar evaluasinya.[7]

Kemampuan memecahkan masalah memiliki hubungan yang erat dengan kreativitas. Untuk kreativitas sendiri memiliki hubungan erat dengan berpikir lateral. De Bono mengungkapkan berpikir lateral merupakan cara berpikir yang mendobrak cara tradisional untuk persepsi-persepsi baru pada objek yang sama.[8] Berpikir lateral merupakan pola berpikir yang tetap menggunakan fakta-fakta yang ada untuk menentukan hasil akhir yang diinginkan dan secara kreatif (seringkali berpikir tanpa mengikuti tahap demi tahap) mencari alternatif pemecahan masalah dari berbagai sudut pandang yang paling mungkin untuk mendukung hasil akhir tersebut.[9] Dengan diterapkannya berpikir lateral, pola pemikiran siswa akan lebih luas dalam memandang suatu permasalahan.

Untuk mengoptimalkan berpikir lateral siswa, bisa dengan memberikan soal matematika yang terbuka dan sifatnya tidak rutin dijumpai dalam kelas. Proses berpikir lateral dapat digali dengan memanfaatkan solusi atas pemecahan masalah yang telah ditemukan oleh siswa.[2] Yang dilakukan guru disini dengan memberikan pancingan-pancingan yang sifatnya membantu siswa dalam menemukan alternatif pemecahan masalah.

Proses berpikir lateral siswa dimungkinkan berbeda antara siswa satu dengan siswa yang lain. Hal ini dikarenakan potensi dan pengalaman yang berbeda pula pada setiap individu.[2] Berdasarkan observasi awal di MTsN 1 Tulungagung, ditemukan permasalahan kurangnya berpikir lateral siswa dalam memecahkan masalah matematika. Hal ini sesuai dengan hasil dialog dengan salah satu guru mata pelajaran matematika MTsN 1 Tulungagung yang menyatakan bahwa terdapat banyak siswa yang belum menggunakan berpikir lateral dalam memecahkan masalah matematika.

Kesulitan siswa dalam memecahkan masalah matematika juga dipengaruhi oleh gaya belajar karena gaya belajar menentukan bagaimana siswa menyerap sesuatu melalui inderanya, indera mana yang lebih berkembang saat proses belajar berlangsung.[10] Gaya belajar merupakan cara termudah yang dimiliki oleh individu dalam menyerap, mengatur, dan mengolah informasi yang diterima.[11] Dengan menyadari hal ini, siswa mampu menyerap, mengolah informasi dan belajar lebih mudah dengan gaya belajarnya sendiri.

Terdapat tiga modalitas (*type*) dalam gaya belajar yaitu visual, auditorial dan kinestetik. Banyak ahli lainnya yang mengategorikan gaya belajar berdasarkan preferensi kognitif, profil kecerdasan dan preferensi sensori.[11] Dalam penelitian ini, menggunakan gaya belajar berdasarkan preferensi sensori yaitu gaya belajar visual, auditorial dan kinestetik. Alasan menggunakan preferensi sensori dikarenakan dalam proses kegiatan belajar siswa, dapat diamati melalui alat indera

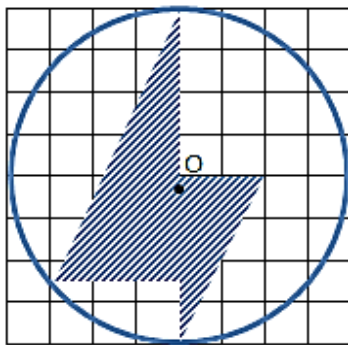
Dalam penelitian ini menggunakan materi bangun datar yang merupakan bagian dari geometri. Selain dikarenakan aplikasi konsep geometri terdapat dalam kehidupan sehari-hari dan digunakan hampir semua pada konstruksi bangunan yang dibuat manusia, temuan di lapangan oleh Sholihah & Afriansyah menunjukkan bahwa hasil belajar geometri siswa masih rendah.[12] Permasalahan dalam geometri disebabkan tingkat keabstrakan objek geometri serta kurangnya kemampuan visualisasi objek abstrak atau objek dalam pikiran siswa yang merupakan salah satu unsur keruangan yang harus dimiliki siswa.[13] Kemudian penelitian Utami menunjukkan jenis kesalahan yang umumnya dilakukan oleh subjek penelitian salah satunya adalah kesalahan konsep. Padahal konsep-konsep geometri ini sangat penting dikuasai oleh siswa mengingat geometri dapat dijadikan alat memahami ilmu matematika yang lain.[14]

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bagaimana kemampuan berpikir lateral dalam memecahkan masalah bangun datar ditinjau dari gaya belajar siswa MTsN 1 Tulungagung. Sehingga akan dilakukan penelitian di MTsN 1 Tulungagung untuk mendeskripsikan kemampuan berpikir lateral dalam memecahkan masalah bangun datar ditinjau dari gaya belajar siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Subjek dalam penelitian ini adalah tiga siswa kelas VIII-B MTsN 1 Tulungagung yang terdiri dari tiga gaya belajar yang berbeda, yaitu subjek auditorial (S1), subjek visual (S2) dan subjek kinestetik (S3). Pengambilan subjek menggunakan metode *purposive*. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi sebagai studi pendahuluan penemuan permasalahan, kuesioner berupa 30 unit pernyataan berdasarkan indikator setiap gaya belajar, tes berupa permasalahan terkait materi bangun datar, wawancara yang digunakan adalah wawancara semistruktur untuk menemukan data berupa ide subjek secara lebih terbuka dan dokumentasi. Teknik analisis data yang digunakan yaitu reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Reduksi data

dilakukan dengan memfokuskan pada indikator kemampuan berpikir lateral kemudian penyajian data mengenai kemampuan berpikir lateral yang didasarkan pada hasil tes dan wawancara dilakukan dengan penyusunan teks naratif yang kompleks yang disusun secara sistematis. Penarikan kesimpulan dilakukan dengan membandingkan hasil tes dan wawancara antara siswa dengan masing-masing gaya belajarnya. Berikut instrumen tes pemecahan masalah matematika materi bangun datar.



Diketahui sebuah lingkaran dengan titik pusat O memiliki panjang jari-jari 28 cm terletak di atas ubin berbentuk persegi seperti pada gambar di samping. Tentukan :

- Luas daerah di dalam lingkaran yang tidak diarsir
- Luas daerah di dalam lingkaran yang tidak diarsir dengan menggunakan cara yang berbeda dari cara yang kamu buat sebelumnya!

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tes tulis yang dilakukan diketahui kemampuan berpikir lateral siswa dengan gaya belajar auditorial dalam memecahkan masalah bangun datar seperti pada Gambar 1 berikut.

Diket $r = 28 \text{ cm}$ → S1.DT1

a. $L_0 - 2L_1$
 $= 2464 - 637$
 $= 1827 \text{ cm}^2$ → S1.CT1

b. $L_0 - (L_{\Delta_1} + L_{\square} + L_{\Delta_2})$
 $= 2464 - (\frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 28 + 28 \cdot 14 + \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 14)$
 $= 2464 - (196 + 392 + 49)$
 $= 2464 - 637$
 $= 1827 \text{ cm}^2$ → S1.CT2

S1.IT1

Gambar 1. Hasil Pemecahan Masalah oleh Subjek Auditorial (S1)

Dari Gambar 1 di atas diketahui S1 menuliskan apa yang diketahui dalam soal. S1 menuliskan pemecahan masalah dengan lebih dari satu cara. S1 juga menambahkan garis-garis bantuan pada gambar soal. Hal tersebut didukung cuplikan wawancara berikut.

P : Apa yang ditanyakan pada permasalahan ini? [S1.DW11]

S1 : Mencari luas yang tidak diarsir di dalam lingkaran, sama mencari cara lain.

P : Bagaimana cara kamu memecahkan masalah ini? [S1.CW11]

S2 : Saya mengerjakan yang poin b dulu ini mbak.

- P* : Ya sudah, kamu jelaskan dulu yang poin b. [S1.CW12]
- S2* : Gambar yang diarsir dipecah mejadi segitiga 1, segitiga 2 dan jajargenjang. Cara untuk mencari luas yang tidak diarsir di dalam lingkaran yaitu luas lingkaran dikurangi dalam kurung luas segitiga 1 ditambah luas jajargenjang ditambah luas segitiga 2. = $2464 - \left(\frac{1}{2} \times 14 \times 28 + 28 \times 14 + \frac{1}{2} \times 7 \times 14\right)$. = $2464 - (196 + 392 + 49)$. = $2464 - 637$. = 1827 cm^2 . [S1.CW13]
- P* : Apa ada cara lain lagi? [S1.CW13]
- S2* : Ada, yang poin a. Luas lingkaran dikurangi luas dua segitiga = $2464 - 637 = 1827 \text{ cm}^2$.
- P* : Kamu bisa mendapatkan 637 dari mana? Kenapa tidak ada penghitungannya atau rumus-rumusnya? [S1.CW14]
- S2* : Pusing mbak. 637 saya dapatkan dari total luas bangun arsiran di poin b. Saya pindahkan saja nanti kan ketemu jawabannya sama
- P* : Oh begitu. Kira-kira ada cara lain lagi? [S1.CW15]
- S2* : Tidak, sudah pusing saya mbak.
- P* : Mengapa kamu memutuskan untuk menggunakan cara-cara tersebut? [S1.LW11]
- S1* : Saya menulis apa yang terlintas di pikiran saya. [S1.LW12]
- P* : Apa alasan kamu memilih cara-cara tersebut? [S1.LW12]

Dari hasil wawancara diketahui S1 mampu menyebutkan maksud yang ditanyakan pada soal. Setelah dikonfirmasi terhadap hasil jawaban yang telah ditulis ternyata S1 hanya mampu menjelaskan satu pemecahan masalah secara logis dan dalam memecahkan masalah berpaku pada aturan-aturan yang pernah dijelaskan gurunya.

Berdasarkan hasil tes dan wawancara di atas subjek auditorial dapat mengenali ide dominan dari masalah yang sedang dihadapi dengan mampu mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam masalah. Hal ini sesuai dengan teori Polya dalam penelitian Nurkaeti bahwa memahami masalah dalam memecahkan masalah yang heuristic adalah dengan mampu mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan pada masalah serta mengetahui kondisi dari masalah tersebut.[15] Langkah yang dilakukan membuat garis bantuan sebelum memecahkan masalah ke dalam gambar merupakan suatu cara memahami tersendiri. Subjek auditorial cenderung hanya menggunakan satu cara untuk memecahkan permasalahan dan termasuk cara yang umum dan tidak inovatif sehingga menunjukkan bahwa subjek cenderung tidak dapat melonggarkan berpikir yang kaku. Hal tersebut tidak sesuai dengan De Bono yang mengatakan bahwa seseorang yang memiliki gaya berpikir lateral maka akan mencari banyak cara dengan menyusun serta mengatur ulang informasi dan akan secara kreatif menggunakan inspirasi untuk memecahkan masalah dengan perspektif tidak terduga.[9] Subjek auditorial menggunakan ide-ide acak dengan menambahkan garis bantuan, angka-angka dan simbol huruf guna memudahkan ketika memecahkan masalah. Langkah-langkah yang dihasilkan cenderung umum sesuai dengan apa yang diajarkan oleh gurunya. Hal ini berbeda dengan De Bono bahwa, seseorang yang berpikir lateral menggunakan stimulasi acak, informasi apa saja juga pendekatan yang berbeda-beda.[9] Meskipun pemecahan masalah yang dihasilkan cenderung satu cara, namun bernilai benar.

Berikut hasil yang dapat diketahui indikator berpikir lateral siswa dalam memecahkan masalah bangun datar yang terpenuhi oleh subjek visual yang akan disajikan dalam Gambar 2 berikut.

S2.IT11

Cara 3 :

$$= L_{\odot} - (L_{\Delta_1} + L_{\Delta_2} + L_{\Delta_3} + L_{\Delta_4} + L_{\square})$$

$$= \pi r^2 - \left(196 + 49 + \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 14 + \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 14 + 21 \times 14 \right)$$

$$= 2.464 - (196 + 49 + 49 + 49 + 294)$$

$$= 2.464 - (637)$$

$$= 1.827$$

S2.DT11

a) cara 1

$$= L_{\odot} - 2 \cdot L_{\Delta}$$

$$= \pi r^2 - \left(\frac{1}{2} \cdot 21 \cdot 28 + \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 28 \right)$$

$$= \frac{22}{7} \cdot 28 \cdot 28 - (491 + 196)$$

$$= 2.464 - (637)$$

$$= 1.827$$

S2.CT11

S2.CT12

b) cara 2 :

$$= L_{\odot} - (L_{\Delta_1} + L_{\square} + L_{\Delta_2})$$

$$= \pi r^2 - \left(\frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 28 + 28 \cdot 14 + \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 7 \right)$$

$$= 2.464 - (196 + 392 + 49)$$

$$= 2.464 - (637)$$

$$= 1.827$$

S2.CT13

Gambar 2. Hasil Pemecahan Masalah oleh Subjek Visual (S2)

Dari Gambar 2 di atas diketahui S2 terlihat mencoret-coret gambar bangun datar pada soal dan membuat garis-garis untuk membentuk sebuah bangun datar baru. S2 terlihat menemukan tiga cara berbeda dalam memecahkan masalah tersebut. Hal tersebut didukung cuplikan wawancara berikut.

Berikut hasil wawancara terhadap subjek visual untuk mengetahui indikator berpikir lateral siswa dalam memecahkan masalah bangun datar yang terpenuhi.

P : Coba ceritakan kembali masalah ini dengan bahasamu sendiri! [S2.DW11]

S2 : Ada satu lingkaran yang di dalamnya ada gabungan bangun-bangun arsiran, lingkarannya memiliki jari-jari 28 cm

P : Informasi apa saja yang kamu dapatkan dari masalah ini? [S2.DW12]

S2 : Diketahui ada lingkaran memiliki jari-jari 28 cm.

P : Apa yang ditanyakan pada permasalahan ini? [S2.DW13]

S2 : Yang ditanyakan luas daerah di dalam lingkaran yang tidak diarsir dan mencari penyelesaian yang berbeda dari penyelesaian sebelumnya.

P : Apakah ada cara lain lagi selain yang sudah kamu tuliskan? [S2.CW11]

S2 : Oh ada mbak. Segitiga yang panjangnya empat kotak ini tapi dipotong terus diputar terus diletakkan di atas jajar genjang mbak. Disesuaikan panjang empat kotaknya. Lalu segitiga kecil potongannya jajargenjang kan dua kotak itu dipotong lalu ditempelkan ke sisi jajar genjang sebelahnya maka membentuk bangun persegipanjang terus digabung segitiga yang diputar tadi membentuk trapesium. Jadi cara mencari luas bangun dalam lingkaran yang tidak diarsir yaitu luas lingkaran dikurangi luas trapesium dan segitiga kecil di bawah trapesium

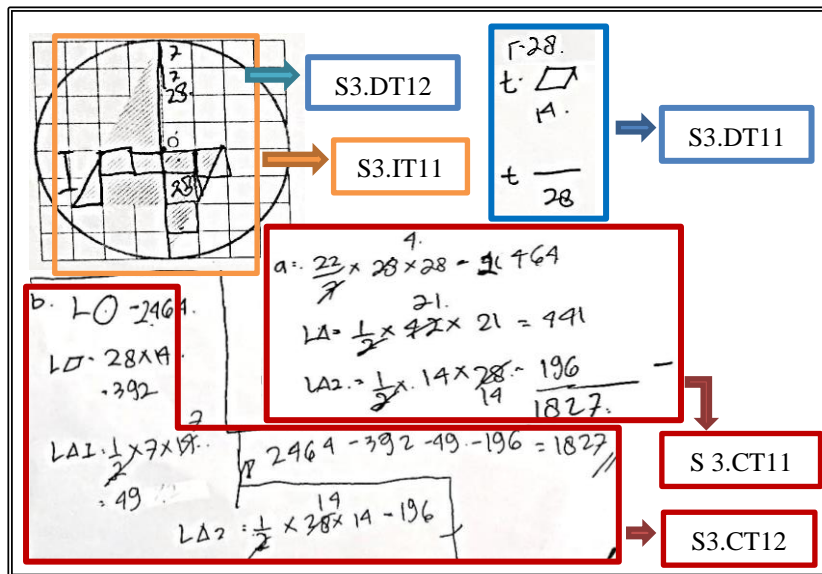
P : Oh begitu, selain itu ada cara lain lagi? [S2.CW13]

- S2 : *Oh ada satu lagi mbak. Dari bangun trapesium tadi kalau di pecahkan membentuk persegi panjang dan segitiga. Jadi mencari luas bangun dalam lingkaran yang tidak diarsir yaitu luas lingkaran dikurangi luas persegi panjang dan dikurangi luas segitiga satu dan luas segitiga dua.*
- P : *Mengapa kamu menggunakan cara-cara tersebut?* [S2.LW11]
- S2 : *Karena cara-cara seperti itu yang terpikirkan mbak.*
- P : *Apa alasan kamu memilih cara-cara tersebut?* [S2.LW12]
- S2 : *Ya hasil otak-atik dan angan-angan saya seperti itu mbak, ya saya pilih.*
- P : *Apa yang membedakan dari kelima cara tersebut?* [S2.LW13]
- S2 : *Pertama arsirannya dibagi menjadi dua segitiga. Kedua arsirannya dibagi menjadi dua segitiga dan jajargenjang. Ketiga arsirannya dibagi menjadi empat segitiga dan persegi panjang. Keempat arsirannya dipotong terus diputar digabung menjadi bangun trapesium dan segitiga. Kalau kelima dari cara keempat dibagi menjadi dua segitiga dan persegi panjang.*

Dari hasil wawancara diketahui S2 mampu mengungkapkan maksud, apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal. S2 menambahkan dua cara pemecahan masalah yang lebih inovatif dengan memotong bangun, memindah ke tempat lain dan merotasikannya dengan imajinasinya. Selain itu S2 merasa apa yang ditemukan sudah tepat karena hasil pengembangan pemikirannya sendiri yang inovatif.

Berdasarkan hasil tes dan wawancara di atas subjek visual dapat mengenali ide dominan dari masalah yang sedang dihadapi dengan mampu mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam masalah. Hal ini sesuai dengan teori Polya dalam penelitian Nurkaeti bahwa memahami masalah dalam memecahkan masalah yang heuristic adalah dengan mampu mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan pada masalah serta mengetahui kondisi dari masalah tersebut.[15] Langkah yang dilakukan membuat garis bantuan dan simbol sebelum memecahkan masalah ke dalam gambar merupakan suatu cara memahami tersendiri. Subjek visual cenderung menggunakan lebih dari satu cara untuk memecahkan permasalahan, bersifat bebas dan inovatif sehingga menunjukkan bahwa subjek cenderung dapat melonggarkan berpikir yang kaku. Hal tersebut sesuai dengan De Bono yang mengatakan bahwa seseorang yang memiliki gaya berpikir lateral maka akan mencari banyak cara dengan menyusun serta mengatur ulang informasi dan akan secara kreatif menggunakan inspirasi untuk memecahkan masalah dengan perspektif tidak terduga.[9] Subjek visual menggunakan ide-ide acak dengan menambahkan garis bantuan, simbol-simbol guna memudahkan ketika memecahkan masalah. Langkah-langkah yang dihasilkan cenderung tidak sistematis dan acak namun logis sesuai pengalaman dan pengembangan pemikirannya. Hal ini sejalan dengan De Bono bahwa, seseorang yang berpikir lateral menggunakan stimulasi acak, informasi apa saja juga pendekatan yang berbeda-beda.[9] Pemecahan masalah yang dihasilkan dalam masalah tersebut mencapai lima cara berbeda dan bernilai benar.

Berikut hasil yang dapat diketahui indikator berpikir lateral siswa dalam memecahkan masalah bangun datar yang terpenuhi oleh subjek kinestetik yang disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pemecahan Masalah oleh Subjek Kinestetik (S3)

Dari Gambar 3 di atas diketahui S3 terlihat menuliskan apa yang diketahui dalam soal dan mencoret-coret dan memberi angka pada gambar bangun datar dan membuat garis-garis untuk membentuk sebuah bangun datar baru. S3 terlihat menemukan dua cara berbeda dalam memecahkan masalah tersebut. Hal tersebut didukung cuplikan wawancara berikut.

- P : Apa yang ditanyakan pada permasalahan ini? [S3.DW11]
- S3 : Mencari luas daerah di dalam lingkaran yang tidak diarsir dan mencari cara yang berbeda dari cara sebelumnya.
- P : Lalu apakah ada cara lain lagi selain yang telah kamu tulis? [S3.CW11]
- S3 : Ada mbak, tapi belum sempat saya tulis
- P : Iya coba sebutkan! [S3.CW12]
- S3 : Bangun arsiran dipotong menjadi satu segitiga besar, satu segitiga kecil dan dua trapesium. Terus tinggal luas lingkaran dikurangi luas keempat bangun tadi.
- P : Oke bisa. Ada cara lain lagi? [S3.CW13]
- S3 : Ini segitiga satu yang kecil ini misal dipotong terus dipindah di sampingnya jajargenjang maka akan membentuk satu trapesium siku-siku yang besar mbak. Jadi caranya luas lingkaran dikurangi luas trapesium tadi dan segitiga di atasnya.
- P : Oke boleh. Apakah ada cara lain lagi? [S3.CW14]
- S3 : Meneruskan cara yang barusan mbak. Trapesium siku-siku besar tadi dipecah lagi menjadi persegi dan trapesium siku-siku kecil. Jadi arsirannya dipecah menjadi tiga bangun yaitu segitiga, persegi dan trapesium siku-siku kecil. Cara menemukan hasil akhir yaitu luas lingkaran dikurangi 3 bangun tadi.
- P : Terus, ada cara lain lagi? [S3.CW15]
- S3 : Misal segitiga ini dijadikan satu. Kan arsiran ini dipecah jadi dua segitiga. Segitiga kiri dan kanan. Yang kanan ini misal dipotong terus dicerminkan dengan atasnya dan ditempelkan ke segitiga kiri

tapi ukurannya pakai ujung yang tengah. Nah nanti kan jadi segitiga sama kaki dan trapesium siku-siku yang kecil tadi. Lalu tinggal dikurangkan ke luas lingkaran. Sudah itu mbak.

P : Apa alasan kamu memilih cara-cara tersebut?

S3 : Imajinasi yang ada di pikiran saya seperti itu mbak.

P : Apa yang membedakan dari keenam cara tersebut?

[S3.LW12]

S3 : Bangun arsiran yang dipecah kan jadi bangun baru yang berbeda-beda.

Dari hasil wawancara diketahui S3 mampu mengungkapkan apa yang ditanyakan pada soal. S3 menambahkan empat cara pemecahan masalah secara inovatif dengan imajinasinya, memindahkan bangun-bangun datar dan menggunakan pengetahuan sebelumnya. Selain itu S2 merasa apa yang ditemukan sudah tepat karena hasil pengembangan imajinasinya sendiri.

Berdasarkan hasil tes dan wawancara di atas subjek kinestetik dapat mengenali ide dominan dari masalah yang sedang dihadapi dengan mampu mengungkapkan maksud, apa yang diketahui dan ditanyakan dalam masalah. Hal ini sesuai dengan teori Polya dalam penelitian Nurkaeti bahwa memahami masalah dalam memecahkan masalah yang heuristic adalah dengan mampu mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan pada masalah serta mengetahui kondisi dari masalah tersebut.[15] Langkah yang dilakukan membuat garis bantuan dan angka sebelum memecahkan masalah ke dalam gambar merupakan suatu cara memahami tersendiri. Subjek kinestetik cenderung menggunakan lebih dari satu cara untuk memecahkan permasalahan, bersifat bebas dan inovatif sehingga menunjukkan bahwa subjek cenderung dapat melonggarkan berpikir yang kaku. Hal tersebut sesuai dengan De Bono yang mengatakan bahwa seseorang yang memiliki gaya berpikir lateral maka akan mencari banyak cara dengan menyusun serta mengatur ulang informasi dan akan secara kreatif menggunakan inspirasi untuk memecahkan masalah dengan perspektif tidak terduga.[9] Subjek kinestetik menggunakan ide-ide acak dengan menambahkan garis bantuan, simbol-simbol guna memudahkan ketika memecahkan masalah. Langkah-langkah yang dihasilkan cenderung tidak sistematis dan acak namun logis sesuai pengalaman dan pengembangan pemikirannya. Hal ini sejalan dengan De Bono bahwa, seseorang yang berpikir lateral menggunakan stimulasi acak, informasi apa saja juga pendekatan yang berbeda-beda.[9] Pemecahan masalah yang dihasilkan dalam masalah tersebut mencapai enam cara berbeda dan bernilai benar.

Kesimpulannya adalah kemampuan berpikir lateral siswa auditorial, visual dan kinestetik memiliki kesamaan yaitu mampu mengenali ide dominan dari masalah yang sedang dihadapi dan mampu menggunakan ide-ide acak untuk membangkitkan ide-ide baru. Perbedaannya adalah siswa auditorial cenderung menggunakan satu cara untuk memecahkan permasalahan, cenderung tidak dapat melonggarkan kendali cara berpikir yang kaku sedangkan siswa visual cenderung menggunakan lebih dari satu cara untuk memecahkan permasalahan bahkan mencapai lima cara dalam permasalahan tersebut, cenderung dapat melonggarkan kendali cara berpikir yang kaku dan untuk siswa kinestetik mampu menggunakan lebih dari satu cara untuk memecahkan permasalahan yang melebihi subjek visual bahkan mencapai enam cara dalam permasalahan tersebut dan keduanya cenderung dapat melonggarkan kendali cara berpikir yang kaku.

Berdasarkan data hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan maka saran atau rekomendasi untuk guru dan peneliti selanjutnya adalah (1) Guru sering melatih siswa dengan masalah terbuka berbasis lateral agar siswa dapat melahirkan ide-ide baru dan

secara kreatif mengembangkan kemampuan berpikirnya. (2) Penelitian ini hanya fokus kepada kemampuan berpikir lateral dalam memecahkan masalah yang non-konstektual, oleh karena itu diharapkan peneliti selanjutnya dapat mengkaji lebih dalam kemampuan berpikirlateral dalam memecahkan masalah konstektual karena sangat baik dikaji yang mana mengkaitkan matematika dengan kehidupan sehari-hari dan nyata mengingat pelajaran matematika bersifat abstrak. (3) Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan kemampuan berpikir lateral dalam memecahkan masalah pada setiap gaya belajar. Hal ini memberikan rekomendasi untuk guru agar ketika pembelajaran guru memperhatikan gaya belajar siswa yang berbeda-beda sehingga akan memudahkan siswa dalam menangkap materi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] R. R. Wantika., “Kemampuan Berpikir Lateral Siswa SMP pada Pemecahan Masalah Geometri,” in *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika, Jurusan Matematika UNNES Vol. 2*, 2019, pp. 932–937.
- [2] E. N. Muliawati, “Proses Berpikir Lateral Siswa dalam Memecahkan Masalah Berdasarkan Gaya Kognitif dan Gender,” *J. JP2M (Pendidikan dan Pembelajaran Mat.*, vol. 2, no. 1, p. 56, 2016.
- [3] A. S. Widodo, “Proses Berpikir Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berdasarkan Dimensi Teacher,” in *Prosiding Seminar Nasional Matematika FMIPA UNY*, 2012.
- [4] Rahmawati, “Seminar Hasil TIMSS 2015,” 2015. <http://idslide.net> (accessed Mar. 02, 2022).
- [5] M. I. V. S., M. M.O, F. P., and H. M., “TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center.,” 2020. <https://timssandpirls.bc.edu/isc/publications.html> (accessed Mar. 02, 2022).
- [6] D. Pramita, A. Nursangaji, and Hamdani, “Analisis Kemampuan Berpikir Lateral Siswa dalam Menyelesaikan Soal Open-Ended di SMPN 10 Pontianak,” *J. Pendidik. dan Pembelajaran Khatulistiwa*, vol. 4, no. 10, pp. 1–12, 2015, doi: <http://dx.doi.org/10.26418/jppk.v4i10.11885>.
- [7] Leonard, “Peran Kemampuan Berpikir Lateral dan Positif Terhadap Prestasi Belajar Evaluasi Pendidikan,” *J. Cakrawala Pendidik.*, vol. 5, no. 1, May 2013, doi: 10.21831/cp.v5i1.1259.
- [8] E. De Bono, *Think! Before its’ too Late*. London: Vermilion, 2009.
- [9] E. D. Bono, *Berpikir Lateral Terj. Budi*. Jakarta: Binarupa Aksara, 1990.
- [10] Salisatul Apipah and Kartono, “Analissi Kemampuan Koneksi Matematis Berdasarkan Gaya Belajar Siswa pada Model Pembelajaran Vak dengan Self Assessment.,” *UJMER (Unnes J. Math. Educ. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 148–156, 2017.
- [11] A. L. D. Bire, “Pengaruh Gaya Belajar Visual, Auditorial, dan Kinestetik terhadap Prestasi Belajar Siswa,” *J. Kependidikan*, vol. 44, no. 22, p. 169, 2014.
- [12] S. Z. Sholihah and E. A. Afriansyah, “Analisis Kesulitan Siswa dalam Proses Pemecahan Masalah Geometri Berdasarkan Tahapan Berpikir Van Hiele,” *Mosharafa J. Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 2, pp. 287–298, Aug. 2018, doi: 10.31980/mosharafa.v6i2.317.
- [13] Ja’far Nur’aini, Sukayasa, and R. Lefrida, “Profil Pemecahan Masalah Bangun Ruang Sisi Datar oleh Siswa SMP Ditinjau dari Kecerdasan Visual-Spasial.,” *J. Elektron. Pendidik. Mat. Tadulako*, vol. 4, no. 4, 2017.
- [14] D. N. Utami, B. Kusmanto, and S. A. Widodo, “Analisis Kesalahan dalam Mengerjakan Soal Geometri,” *J. Edukasi Mat. dan Sains*, vol. 7, no. 1, p. 37, Mar. 2019, doi: 10.25273/jems.v7i1.5290.
- [15] Nunuy Nurkaeti, “Polya’s Strategy: An Analysis of Mathematical Problem Solving



Difficulty in 5th Grade Elementari School,” *Eduhumaniora (Jurnal Pendidik. Dasar)*, vol. 10, no. 2, pp. 140–147, 2018.

KESALAHAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL KOSTRUKSI DASAR GEOMETRI

Aulia Rahmi Lubis¹, Atik Khoirunisak², Gilbert Oraple³
Sukoriyanto⁴, Kridha Pusawidjayanti⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Magister Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Malang

Email: ¹aulia.rahmi.2003118@students.um.ac.id

²atik.khoirun.2003118@students.um.ac.id

³gilbert.oraple.2003117@students.um.ac.id

⁴Sukoriyanto.fmipa@um.ac.id

⁵kridha.pusawidjayanti.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal konstruksi dasar mata kuliah Pengantar Geometri. Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Matematika offering D yang jumlah mahasiswanya adalah 34 mahasiswa. Subjek penelitian adalah 3 mahasiswa berdasarkan mahasiswa yang banyak melakukan kesalahan. Pendekatan dalam penelitian ini adalah kualitatif dengan jenisnya deskriptif. Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan metode tes dan wawancara. Hasil penelitian bahwa kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Konstruksi Dasar yang Dibenarkan Pengantar Geometri adalah kesalahan konsep, kesalahan strategi dan kesalahan sistematis.

Kata kunci : Analisis kesalahan, Konstruksi, Geometri

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan sejak jenjang sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Bahkan saat ini siswa taman kanak-kanak sudah diajarkan berhitung, yang hakikatnya berhitung merupakan bagian dari pelajaran matematika, karena matematika merupakan bidang studi yang harus bisa dikuasai oleh siswa, karena merupakan sarana pemecahan masalah sehari-hari. Banyak siswa yang menganggap bahwa matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang sulit untuk dipelajari dan dipahami. Pemikiran siswa yang menganggap matematika sulit itulah yang kemudian membuat siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari matematika.

Kesulitan tersebut menyebabkan matematika menjadi pembelajaran yang sulit dan menakutkan [1]. Dari kesulitan yang di alami siswa, hingga menimbulkan rasa takut terhadap matematika membuat siswa sering kali mengalami kesalahan dalam pembelajaran matematika. Sedangkan menurut Malau [2], penyebab kesalahan yang sering dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal-soal matematika dapat dilihat dari beberapa hal antara lain disebabkan kurangnya pemahaman atas materi prasyarat maupun materi pokok yang dipelajari, kurangnya penguasaan bahasa matematika, keliru menafsirkan atau menerapkan rumus, salah perhitungan, kurang teliti, lupa konsep.

Menurut Lerner [3], kesalahan umum yang dilakukan siswa dalam mengerjakan tugas matematika yaitu kurangnya pengetahuan tentang simbol, kurangnya pemahaman tentang nilai tempat, penggunaan proses yang keliru, kesalahan perhitungan, dan tulisan yang tidak dapat dibaca sehingga siswa melakukan kekeliruan karena tidak mampu lagi membaca tulisannya

sendiri. Sementara menurut Arti [4], kesalahan siswa dalam mengerjakan soal matematika adalah: a) Kesalahan terjemahan, adalah kesalahan mengubah informasi ke ungkapan matematika atau kesalahan dalam makna suatu ungkapan matematika, b) Kesalahan konsep; kesalahan memahami gagasan abstrak, c) Kesalahan strategi; kesalahan yang terjadi jika siswa memilih jalan yang tidak tepat yang mengarah ke jalan buntu, d) Kesalahan sistematik; kesalahan yang berkenaan dengan pemilihan yang salah atas teknik ekstrapolasi, e) Kesalahan tanda; kesalahan dalam memberikan atau menulis tanda atau notasi Matematika, f) Kesalahan hitung; kesalahan menghitung dalam operasi matematika.

Beberapa pokok bahasan di pelajaran matematika membuat siswa sering mengalami kesalahan karena perlunya pemahaman yang dalam saat mempelajarinya. Salah satu pokok bahasan dari matematika adalah geometri. James [5], mengatakan bahwa geometri adalah ilmu yang berhubungan dengan bentuk dan besarnya (ukurannya) benda-benda. Sedangkan menurut Ruseffendi [5], geometri itu ialah suatu sistem aksiomatik dan kumpulan generalisasi, model dan bukti tentang bentuk-bentuk benda bidang dan ruang.

Pengantar Geometri merupakan matakuliah yang wajib ditempuh oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang. Pada mata kuliah ini salah satu pembahasannya adalah membahas mengenai konstruksi yakni pada bab Basic Construction Justify yakni Konstruksi Dasar yang Dibenarkan. Pada pembahasan materi ini bertujuan agar mahasiswa mampu mengkonstruksi sebuah bangun dari petunjuk yang diketahui dari soal dan diupayakan mahasiswa mengoptimalkan penggunaan teorema, corollary dan konsep lainnya sesuai dengan yang sudah dipelajari. Hasil belajar mahasiswa yang tidak memenuhi harapan menunjukkan adanya permasalahan. Masalah tersebut adalah nilai yang rendah serta informasi dari beberapa mahasiswa yang mengalami kesulitan saat mengerjakan soal-soal geometri.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Konstruksi Dasar yang Dibenarkan Pengantar Geometri. Dengan teridentifikasinya kesalahan tersebut maka akan didapatkan jenis-jenis kesalahan mahasiswa dalam memahami materi Konstruksi Dasar yang Dibenarkan Pengantar Geometri. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan petunjuk dan solusi tentang kesulitan mahasiswa dalam memahami materi Konstruksi Dasar yang Dibenarkan Pengantar Geometri serta sebagai penelitian pendahuluan dalam pengembangan bahan ajar Pengantar Geometri

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian ini mendeskripsikan jenis-jenis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan Konstruksi Dasar yang Dibenarkan Pengantar Geometri. Subjek penelitian ini adalah 3 orang mahasiswa pendidikan matematika semester III tahun ajaran 2021/2022 UM. Mahasiswa sebagai subjek penelitian dipilih berdasarkan hasil tes pengantar geometri. Mahasiswa yang terpilih adalah mahasiswa yang melakukan banyak kesalahan dalam menyelesaikan soal tes pengantar geometri. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah tes pengantar geometri dan wawancara. Data yang diharapkan berupa hasil pekerjaan mahasiswa langsung pada lembar soal beserta langkah-langkahnya. Tujuan tes adalah untuk mengetahui kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan pengantar geometri. Dan wawancara dilaksanakan berdasarkan hasil jawaban mahasiswa pada tes dengan pedoman wawancara. Data yang diperoleh berupa jawaban-jawaban subjek penelitian secara langsung mengenai tes pengantar geometri. Jawaban-jawaban subjek penelitian berdasarkan wawancara digunakan sebagai triangulasi. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa instrumen, yaitu:

- a. Peneliti Sebagai Instrumen

Lexy (2007:165) Peneliti Sebagai Instrumen yakni Peneliti mengembangkan tes pengantar geometri serta melakukan wawancara terhadap subjek penelitian. Data yang diperoleh dari penelitian disahkan melalui triangulasi kemudian peneliti menganalisis data tersebut.

b. Tes Pengantar Geometri

Tes Pengantar Geometri ini merupakan tes yang dirancang untuk keperluan mendiagnosis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan Pengantar Geometri. Berdasarkan hasil tes tersebut akan diidentifikasi jenis kesalahan mahasiswa.

c. Pedoman Wawancara Pedoman wawancara dirancang untuk mempermudah peneliti dalam menggali informasi siswa mengenai tes diagnostik yang berkaitan dengan pengantar geometri. Pedoman wawancara yang digunakan berdasarkan hasil analisis dari jawaban tes pengantar geometri

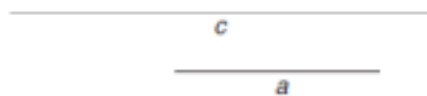
HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Kesalahan Mahasiswa dalam menyelesaikan soal Konstruksi Dasar yang Dibenarkan Pengantar Geometri

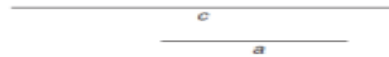
Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai identifikasi jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa berdasarkan jawaban tertulis dan wawancara mahasiswa.

1. Konstruksi segitiga sama kaki dengan panjang sisi alas adalah c dan tingginya adalah a

(Petunjuk : Tinggi segitiga terletak tegak lurus dengan sisi alas)



Diketahui



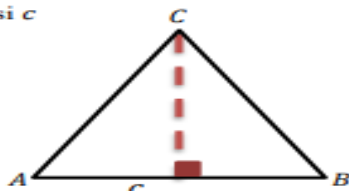
Ditanya : Konstruksi segitiga sama kaki dengan panjang sisi alas adalah c dan tingginya adalah a

Jawab :

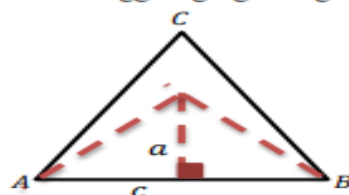
1. Gambar panjang sisi c



2. Buatlah bisector tegak lurus sudut melalui masing-masing titik ujung sisi c

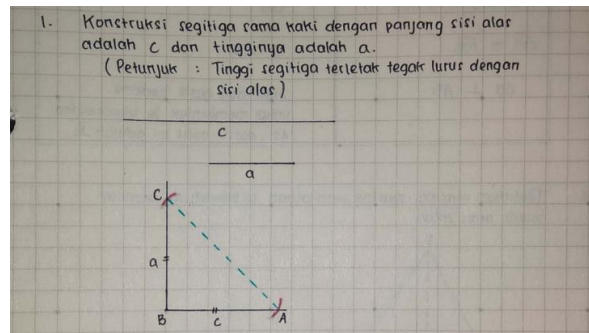


3. Sesuaikan tinggi segitiga dengan panjang sisi a



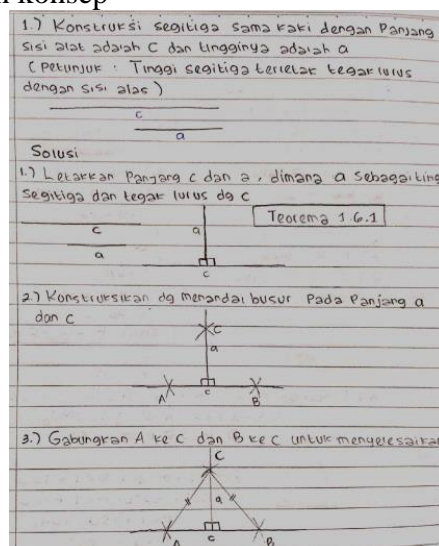
Gambar 1. Soal No.1 beserta Jawaban Benar

Berikut adalah jawaban-jawaban yang diberikan oleh subjek penelitian untuk soal no.1 :



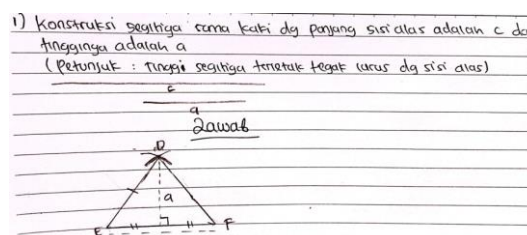
Gambar 2. Jawaban Subjek A untuk Soal No.1

Subjek A salah dalam langkah awal pengerjaan tidak sesuai dengan permintaan soal dan dapat dilihat dari hasil yang dibuat subjek A hanya menambahkan garis putus – putus untuk mengkonstruksi segitiga kemudian Langkah konstruksi siswa juga tidak sesuai setelah dilakukan wawancara. Hal ini dapat disimpulkan bahwa subjek A selain kurang teliti dalam memahami pertanyaan juga melakukan kesalahan konsep. Hal ini dapat disimpulkan bahwa subjek A melakukan kesalahan konsep



Gambar 3. Jawaban Subjek B untuk Soal No.1

Subjek B hanya menuliskan mengenai informasi yang ada pada soal. Ini dapat disimpulkan bahwa subjek B melakukan kesalahan pemahaman konsep ada kurang jelas kemudian dilakukan wawancara namun dapat diketahui bahwa secara sistematis dari pengerjaannya masih kurang tepat . Ini dapat disimpulkan bahwa subjek B melakukan kesalahan sistematis. Sehingga subjek B diketahui memahami konsep tetapi masih melakukan kesalahan dan melakukan kesalahan sistematis

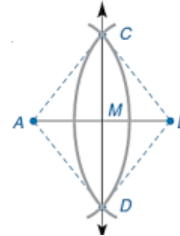


Gambar 4. Jawaban Subjek C untuk Soal No.1

Subjek C tidak mengkonstruksi gambar dengan benar hal ini dapat dilihat bahwa tidak ada Langkah pengerjaan dan bahkan tidak menggunakan alat bantu berupa penggaris dan busur dengan tepat, dapat disimpulkan subjek C tidak mengetahui konsep mengenai konstruksi Subjek C tidak mengerjakan soal no 2, dapat disimpulkan subjek C tidak mengetahui konsep mengenai pembuktian persamaan garis.

2. Lengkapi pembuktian dari konstruksi bisector tegak lurus pada sebuah garis

Diketahui : \overline{AB} dengan $\overline{AC} \cong \overline{BC} \cong \overline{AD} \cong \overline{BD}$
(melalui konstruksi)
Buktikan : $\overline{AM} \cong \overline{MB}$ dan $\overline{CD} \perp \overline{AB}$



Diketahui : \overline{AB} dengan $\overline{AC} \cong \overline{BC} \cong \overline{AD} \cong \overline{BD}$ (melalui konstruksi)

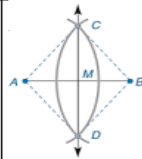
Ditanya : $\overline{AM} \cong \overline{MB}$ dan $\overline{CD} \perp \overline{AB}$

Bukti : Misal : $m\angle ACD = m\angle ACM = \angle 1$

$m\angle BCD = m\angle BCM = \angle 2$

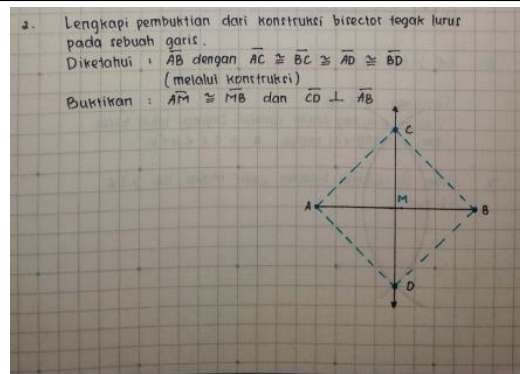
$m\angle CMA = \angle 3$

$m\angle CMB = \angle 4$



No.	Pernyataan	Alasan
1	$\overline{AC} \cong \overline{BC}$	Diketahui
	$\overline{AD} \cong \overline{BD}$	
2.	$\overline{CD} \cong \overline{CD}$	Identitas
3.	$\triangle ACD \cong \triangle BCD$	SSS
4.	$\angle ACD \cong \angle BCD (\angle 1 \cong \angle 2)$	CPCTC (akibat kekongruenan SSS)
5.	$\overline{AC} \cong \overline{BC}$	Diketahui
6.	$\overline{CM} \cong \overline{CM}$	Identitas
7.	$\triangle ACM \cong \triangle BCM$	SAS
8.	$\overline{AM} \cong \overline{MB}$	CPCTC (akibat kekongruenan SAS)
9	$\angle CMA \cong \angle CMB (\angle 3 \cong \angle 4)$	CPCTC (akibat kekongruenan SAS)
10	$\overline{CD} \perp \overline{AB}$	Jika 2 garis bertemu dan membentuk sudut yang berdekatan kongruen, maka garis ini saling tegak lurus

Gambar 5. Soal No.2 beserta Jawaban Benar



Dipindai dengan CamScanner

PEMBUKTIAN	
PERNYATAAN	ALASAN
$\overline{AC} \cong \overline{BC} \cong \overline{AD} \cong \overline{BD}$	Diketahui
$\triangle ACB \cong \triangle ADB$	SSS
$\overline{AM} \cong \overline{MB}$	CPCTC
$\overline{CD} \perp \overline{AB}$	Jika dua garis bertemu untuk membentuk \angle berdekatan ts, garis-garis ini adalah \perp

Gambar 6. Jawaban Subjek A untuk Soal No.2

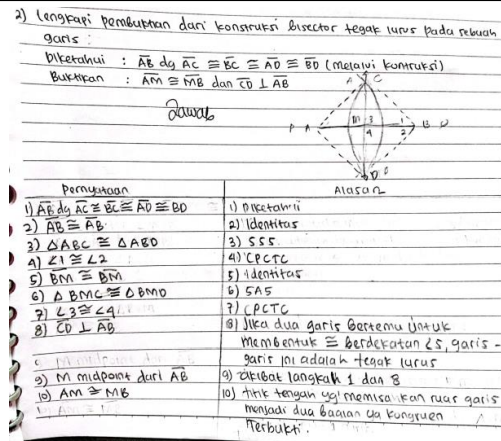
Subjek A salah dalam langkah pengerjaan sangat singkat namun strategi yang digunakan salah karena tidak bisa membuktikan permintaan soal, dengan pengerjaannya yg singkat dapat dilihat bahwa subjek juga tidak memahami konsep untuk menyelesaikan soal. Hal ini dapat disimpulkan bahwa subjek A melakukan kesalahan konsep dan strategi

Diketahui : $\overline{AC} \cong \overline{BC} \cong \overline{AD} \cong \overline{BD}$ (melalui konstruksi)
Buktikan : $\overline{AM} \cong \overline{MB}$ dan $\overline{CD} \perp \overline{AB}$

TABEL PEMBUKTIAN	
Pernyataan	Alasan
1. $\overline{AC} \cong \overline{BC} \cong \overline{AD} \cong \overline{BD}$ (melalui konstruksi)	1. Diberikan
2. $\overline{CD} \cong \overline{CD}$	2. Identitas
3. $\triangle CAD \cong \triangle CBD$	3. SSS
4. $\angle CDA \cong \angle CDB$	4. CPCTC (akibat ke kongruenan an SSS)
5. $\overline{CM} \cong \overline{CM}$	5. Identitas
6. $\triangle CMA \cong \triangle CMB$	6. SAS
	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ $\overline{AC} \cong \overline{BC} \cong \overline{AD} \cong \overline{BD}$ ⊙ $\angle CDA \cong \angle CDB$ ⊙ $\overline{CM} \cong \overline{CM}$
7. $\angle CMA \cong \angle CMB$ CM bisec AB	7. CPCTC (akibat ke kongruenan SAS)
8. $\overline{AM} \cong \overline{MB}$	8. Bisektor garis adalah suatu garis yang membagi dua garis sama panjang

Gambar 7. Jawaban Subjek B untuk Soal No.2

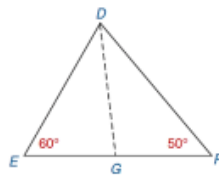
Subjek B menyelesaikan soal dengan benar hanya saja tidak menyelesaikan sesuai permintaan soal. Ini dapat disimpulkan bahwa subjek B melakukan kesalahan pemahaman strategi.



Gambar 8. Jawaban Subjek C untuk Soal No.2

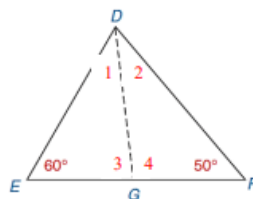
. Subjek C tidak menyelesaikan sesuai permintaan soal dan menyelesaikan soal dengan menggunakan alasan yang kurang tepat 2, dapat disimpulkan subjek C melakukan kesalahan pemahaman strategi dan konsep

3. Tentukanlah masing-masing pernyataan di bawah ini bernilai benar atau salah



- $DF > DE + EF$
- Jika \overline{DG} adalah bisector $\angle EDF$ maka $DG > DE$

Diketahui :



Ditanya :

- $DF > DE + EF$, benar atau salah?
- Jika \overline{DG} adalah bisector $\angle EDF$ maka $DG > DE$, benar atau salah?

Jawab :

- $DF > DE + EF$ salah, karena Berdasarkan teorema 3.5.10 yaitu jumlah panjang setiap dua sisi segitiga

lebih besar dari panjang sisi ketiga maka $DE + EF > DF$

b. Salah, karena

$$m\angle E = 60^\circ, m\angle F = 50^\circ, \text{ maka } m\angle D = 70^\circ.$$

Karena \overline{DG} adalah bisector $\angle EDF$, maka $\angle 1 = \angle 2 = 35^\circ$

$$\text{Selanjutnya } \angle 3 = 180^\circ - 60^\circ - 35^\circ = 85^\circ$$

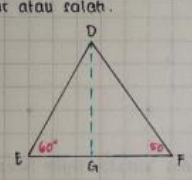
$$\angle 4 = 180^\circ - 50^\circ - 35^\circ = 95^\circ$$

Diperoleh bahwa $\angle 3 < \angle 4$

Berdasarkan teorema 3.5.7 maka $DG < DE$,

Gambar 9. Soal No.3 beserta Jawaban Benar

3. Tentukan masing-masing pernyataan di bawah ini bernilai benar atau salah.



a. $DF > DE + EF$ (Salah)

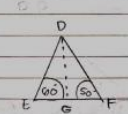
Teorema 3.5.10
"Jumlah panjang setiap dua sisi segitiga lebih besar dari panjang sisi ketiga. $a + b > c$ "

b. Jika \overline{DG} adalah bisector $\angle EDF$ maka $DG > DE$. (Benar)

Gambar 10. Jawaban Subjek A untuk Soal No.3

3.) Tentukanlah masing-masing pernyataan di bawah ini bernilai benar atau salah

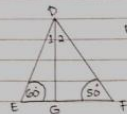
a.) $DF > DE + EF$ (Salah)



•• Solusi dan Pembuktian

Pernyataan	Alasan
1.) $m\angle E = 60^\circ$ $m\angle F = 50^\circ$	1.) Diberikan
2.) $m\angle D + m\angle E + m\angle F = 180^\circ$	2.) Postulat Penjumlahan Sudut
3.) $m\angle D + 60^\circ + 50^\circ = 180^\circ$ $m\angle D + 110^\circ = 180^\circ$ $m\angle D = 180^\circ - 110^\circ$ $m\angle D = 70^\circ$	3.) Substitusi. Hitung
4.) $EF > DF > DE$	4.) Sisi yang berhadapan dg sudut yang lebih besar akan lebih panjang dari sisi yang berhadapan dengan sudut yang lebih kecil (Teorema 3.5.7)
5.) $DF > DE + EF$	5.) Tdk terbukti / Salah

b) Jika DG adalah bisector $\angle EDF$ maka $DG > DE$ (Salah)



$m_1 \cong m_2$

Solusi dan Pembuktian

Pernyataan	Alasan
1) DG bisec $\angle EDF$	1) Diberikan
2) $m_1 \cong m_2$	2) Akibat yg diberikan
3) $m_1 + m_2 + m_3 + m_4 = 180^\circ$	3) Postulat Penambahan Sudut
4) $m_1 + 60 + 50 = 180^\circ$	4) Substitusi, Hitung
$m_1 = 180^\circ - 110^\circ$	
$m_1 = 70^\circ$	
5) $m_1 + m_2 = 70^\circ$	5) Postulat Penambahan Sudut
6) $m_1 = 35^\circ$	6) Akibat yg diberikan
$m_2 = 35^\circ$	
7) $m_1 + m_2 + m_3 = 180^\circ$	7) Postulat Penambahan Sudut
8) $60 + 35 + m_3 = 180^\circ$	8) Substitusi, Hitung
$m_3 = 85^\circ$	
9) $DE > DG > EG$	9) sisi yang berhadapan dg sudut yg lebih besar akan lebih panjang dr sisi yg berhadapan dg sudut yg lebih kecil (Teorema 3.5.7)
10) $DG > DE$	10) Tidak Terbukti / Salah

Gambar 11. Jawaban Subjek B untuk Soal No.3

a) $DE > DE + EF$

menurut teorema 3.5.10...: Jumlah panjang setiap dua sisi Δ lebih besar dari panjang sisi ketiganya. sehingga dirampungkan bahwa $DE + EF > DF$ jadi untuk pernyataan $DE > DE + EF$ (salah)

b) teorema 3.5.7...: jika besar salah satu sudut Δ lebih besar dari besar kedua sudut yg lain maka sisi yang berhadapan dg sudut yg lebih besar lebih panjang dari sisi yang berhadapan dg sudut yg lebih kecil karena DG berhadapan dg $\angle DEG$ dan DE berhadapan dg $\angle DGE$ dimana $m\angle DEG < m\angle DGE$, maka $DE < DG$ jadi pernyataan $DE > DE$ itu salah

Gambar 12. Jawaban Subjek C untuk Soal No.3

Subjek A salah dalam langkah awal pengerjaan pembuktian teorema. Hal ini dapat disimpulkan bahwa subjek A melakukan kesalahan strategi namun juga tidak menguasai konsep. Subjek B hanya menuliskan mengenai informasi yang ada pada soal. Ini dapat disimpulkan bahwa subjek B melakukan kesalahan sistematik dikarenakan tidak sistematis dalam menjelaskan jawaban. Subjek C tidak mengerjakan soal no 2, dapat disimpulkan subjek C tidak mengetahui konsep mengenai pembuktian persamaan garis.

Dari hasil identifikasi kesalahan subjek A, B, dan C, dapat disimpulkan bahwa dalam mengerjakan soal pengantar geometri terdapat beberapa kesalahan yang dilakukan diantaranya adalah:

1. Kesalahan Konsep
2. Kesalahan Strategi
3. Kesalahan Sistematik.

Kesalahan Konsep adalah kesalahan yang dilakukan mahasiswa karena tidak memahami konsep tersebut dengan baik. Aspek ini erat kaitannya dengan penguasaan materi yang dimiliki oleh mahasiswa. Dari penguasaan materi yang telah dimiliki, mahasiswa diharapkan dapat menggunakan pemahaman konsep yang dimilikinya tersebut untuk menyelesaikan persoalan yang sedang dihadapi. Kesalahan dalam memahami konsep adalah kesalahan yang dilakukan mahasiswa karena lemahnya konsep yang dikuasai. Lemahnya konsep yang dikuasai mahasiswa dapat disebabkan kurangnya partisipasi aktif ketika perkuliahan. Dalam perkuliahan pengantar geometri sebagian mahasiswa hanya mendapatkan informasi dan

mengerjakan soal latihan yang diberikan oleh dosen. Oleh karena itu, untuk pemahaman konsep yang lebih baik maka mahasiswa harus berpartisipasi aktif dalam perkuliahan dan dosen harus memberikan tugas berupa permasalahan dan soal mengenai konsep pengantar geometri.

Kesalahan Strategi adalah kesalahan yang terjadi karena mahasiswa memilih cara mengerjakan yang tidak tepat. Kesalahan ini terjadi disebabkan oleh pemahaman konsep mahasiswa yang lemah. Ketika mengerjakan suatu soal mahasiswa kebingungan dalam menentukan langkah selanjutnya yang harus ditempuh, meskipun mahasiswa tersebut mengetahui konsep atau rumus yang digunakan. Untuk meminimalisir kesalahan tersebut mahasiswa dapat memperbanyak latihan soal sehingga pemahaman akan konsep tersebut dapat dikuasai.

Kesalahan Sistematis adalah kesalahan yang berkenaan dengan pemilihan yang salah atas teknik ekstrapolasi. Kesalahan sistematis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah kesalahan dalam menggunakan rumus.

PENUTUP

Dari penelitian ini maka dapat diidentifikasi terdapat beberapa kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam mengerjakan soal geometri materi konstruksi diantaranya adalah sebagai berikut: 1. Kesalahan konsep, yaitu kesalahan yang dilakukan mahasiswa karena tidak memahami konsep tersebut dengan baik. 2. Kesalahan strategi, yaitu kesalahan yang terjadi karena mahasiswa memilih cara mengerjakan yang tidak tepat. 3. Kesalahan Sistematis, yaitu kesalahan yang berkenaan dengan pemilihan yang salah atas teknik ekstrapolasi. Sebagai saran untuk meminimalisir kesalahan yang dilakukan dalam mengerjakan soal geometri materi konstruksi maka mahasiswa harus berperan aktif dalam kegiatan perkuliahan, serta memperbanyak latihan soal sehingga akan meningkatkan pemahaman konsep mengenai konstruksi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Kurniadi, A. 2014. *Eksperimentasi Pembelajaran Matematika Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Heads Together (Nht) Dan Tipe Jigsaw Pada Pokok Bahasan Trigonometri Kelas Xi-Ipa Sma Sekabupaten Kudus Ditinjau Dari Motivasi Belajar Peserta Didik Tahun Pelajaran 2013/2014*. Jurnal Pembelajaran Matematika (Online), 2 (7).
- [2] Malau, L. 1996. *Analisis Kesalahan Jawaban Siswa Kelas I Smu Kampus Nommense Pematang Siantar Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Terapan Siswa Persamaan Linier 2 Variabel*. Malang.
- [3] Mulyono, A, 1999. *Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar*. Jakarta: PT. Rieneka Cipta.
- [4] Arti, S. 1994. *Kesulitan Belajar Matematika Pada Siswa SMA (Pengakajian Diagnosa)*. Jurnal Kependidikan Jogjakarta.
- [5] Ruseffendi, E.T. 1990. *Pengantar Kepada Membantu Guru Mengembangkan Kompetensinya Dalam Pengajaran Matematika Untuk Meningkatkan CBSA*. Bandung: Tarsito.

KESALAHAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL SUDUT PADA SEGITIGA DAN POLIGON CEMBUNG BERDASARKAN TAHAPAN NEWMAN

Atik Khorium Nisak¹⁾, Aulia Rahmi Lubis²⁾, Gilbert Orapel³⁾, Sukoriyanto⁴⁾, Kridha Pusawidjayanti⁵⁾

^{1,2,3,4,5)} Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Email: ¹⁾atik.khoirun.2003118@students.um.ac.id

²⁾aulia.rahmi.2003118@students.um.ac.id

³⁾gilbert.oraple.2003117@students.um.ac.id

⁴⁾sukoriyanto.fmipa@um.ac.id

⁵⁾kridha.pusawidjayanti.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal materi sudut pada segitiga dan poligon cembung berdasarkan tahapan Newman. Pendekatan penelitian menggunakan pendekatan kualitatif jenis deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan pada mata kuliah pengantar geometri program studi S1 Pendidikan Matematika offering D Universitas Negeri Malang dengan jumlah mahasiswa sebanyak 34 mahasiswa. Subjek dalam penelitian ini adalah 3 mahasiswa yang banyak melakukan kesalahan dalam mengerjakan soal sudut pada segitiga dan poligon cembung. Hasil penelitian diperoleh bahwa jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal materi sudut pada segitiga dan poligon cembung berdasarkan tahapan Newman adalah kesalahan transformasi, dan kesalahan keterampilan proses.

Kata kunci : kesalahan siswa, sudut segitiga, poligon cembung tahapan Newman

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu pengetahuan umum yang menjadi dasar pada kemajuan teknologi masa kini. Matematika memiliki peranan penting di berbagai disiplin keilmuan seperti pada komunikasi sains, matematika merupakan alat bantu yang sangat berguna untuk memahami pola-pola yang terbentuk sehingga matematika melalui kegunaannya untuk memahami pola-pola yang terbentuk berguna sebagai pembiasaan diri berpikir logis dan inovatif [1]. Salah satu cabang dari matematika adalah geometri. Geometri merupakan penyajian abstraksi dari pengalaman visual dan spasial, seperti contohnya yaitu bidang, pola, diagram, dan pemetaan [2]. Dalam pembelajaran matematika, tujuan pembelajaran geometri menurut Clements [3] yaitu untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, mengembangkan intuisi spasial mengenai dunia nyata, menanamkan pengetahuan yang dibutuhkan dalam mempelajari matematika lanjut, serta mengajarkan cara membaca dan menginterpretasikan argumen matematika. Berdasarkan hal tersebut dapat terlihat bahwa pembelajaran geometri memberi kesempatan siswa untuk mengembangkan proses berpikir dalam memahami konsep geometri.

Salah satu mata kuliah dasar geometri yang ditempuh mahasiswa semester I prodi S1 Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Malang adalah mata kuliah Pengantar Geometri. Mata kuliah ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan mahasiswa memahami konsep matematika, mengevaluasi bukti dan argumen matematika, memilih dan menggunakan

berbagai metode pembuktian, melakukan pengukuran bangun geometri serta mengomunikasikan gagasan menggunakan simbol, tabel, dll. Akan tetapi sampai saat ini geometri masih menjadi salah satu mata kuliah yang sulit untuk dipahami bagi mahasiswa, hal ini terlihat dari rendahnya nilai pengantar geometri khususnya pada materi sudut segitiga dan poligon cembung. Mereka mengungkapkan bahwa salah satu kesulitan yang dialami adalah ketika pembuktian teorema, mengerjakan soal-soal pembuktian, penggunaan simbol, serta mengkonstruksi gambar. Berdasarkan kesulitan tersebut, maka beberapa mahasiswa melakukan kesalahan dalam mengerjakan soal-soal yang sudah diberikan

Selain itu Suci dan Chandra [4] menganalisa bahwa faktor-faktor penyebab kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika meliputi : Minimnya kemampuan menyusun makna kata yang dipikirkan kedalam bentuk matematika, kurang teliti, dan dari semua faktor penyebab kesalahan siswa paling banyak adalah karena kurang memahami soal yang diberikan. Puspitarini [5] menyatakan bahwa ketika siswa menyelesaikan soal cerita matematika, siswa melakukan kesalahan dalam menuliskan apa yang diketahui dalam soal, salah dalam membuat model matematika, salah dalam menyelesaikan model matematika, dan salah dalam membuat kesimpulan jawaban akhir soal. Yessi Rosalina [6] menyatakan bahwa bentuk-bentuk kesalahan yang dilakukan siswa bergaya belajar visual dalam menyelesaikan soal cerita adalah sebagai berikut : Tahap transformasi, tahap keterampilan proses, dan tahap penulisan jawaban akhir

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi kesalahan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri khususnya pada materi sudut segitiga dan poligon cembung. Dengan teridentifikasinya jenis-jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa tersebut maka diharapkan dapat memberikan informasi serta solusi tentang kesulitan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri khususnya pada materi sudut segitiga dan poligon cembung

METODE

Penelitian ini dikategorikan dalam penelitian dengan pendekatan kualitatif yang bermaksud memahami apa saja yang dialami oleh subjek penelitian misalnya, tindakan, persepsi, motivasi dan lain lain yang dideskripsikan dalam bentuk kata-kata serta disandarkan pada konteks yang alamiah dengan menggunakan berbagai metode ilmiah. Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, karena peneliti mendeskripsikan kesalahan yang dialami mahasiswa ketika menyelesaikan soal materi sudut pada segitiga dan poligon cembung. Terdapat dua jenis instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu instrumen utama dan instrumen pendukung. Keterlibatan peneliti secara langsung dalam proses penelitian menjadikan peneliti sebagai instrumen utama, sedangkan instrumen pendukung terdiri atas soal tes tertulis dan pedoman wawancara

Subjek dalam penelitian ini adalah 3 mahasiswa S1 Pendidikan Matematika Offering D tahun ajaran 2021/2022 yang melakukan banyak kesalahan dalam mengerjakan soal sudut pada segitiga dan poligon cembung. Selanjutnya teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data yaitu tes geometri materi sudut pada segitiga dan poligon cembung dan teknik wawancara yang dilaksanakan berdasarkan pedoman yang telah disusun peneliti. Tujuan dari dilakukannya tes tersebut adalah untuk mengetahui kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri khususnya materi sudut pada segitiga dan poligon cembung. Sedangkan tujuan dilakukan wawancara adalah untuk mempermudah peneliti dalam menggali informasi dari mahasiswa mengenai tes geometri yang telah dilakukan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan triangulasi data yang meliputi reduksi data, penyajian data, penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Matematika berdasarkan Tahapan Newman

Kesalahan merupakan penyimpangan dari suatu hal yang benar atau dari hal yang telah disepakati [7]. Setiap proses pembelajaran selalu diharapkan sesuai dengan kebenaran yang telah disepakati, namun realita dalam proses pembelajaran adalah apa yang diharapkan tersebut tidak selalu terjadi. Akan muncul kesalahan yang dilakukan siswa sehingga menghambat berjalannya proses pembelajaran. Salah satu letak kesalahan yang sering terjadi adalah ketika siswa menyelesaikan soal matematika khususnya materi geometri. Oleh karena itu perlu untuk menganalisa kesalahan yang dilakukan mahasiswa sehingga pada pembelajaran selanjutnya dapat menghindari terjadinya kesalahan yang sama.

Newman [9] mengemukakan bahwa setiap siswa yang akan menyelesaikan masalah matematika soal matematika harus memiliki lima tahapan yaitu : membaca (*reading*), memahami (*comprehension*), transformasi (*transformasion*), keterampilan proses (*process skill*), dan penarikan kesimpulan (*encoding*). Putri dan Budiarto [9] memaparkan indikator kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal matematika berdasarkan tahapan Newman adalah seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Infikator Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berdasarkan Tahapan Newman

Tahapan Menyelesaikan Soal Cerita	Indikator Kesalahan
Membaca (<i>Reading</i>)	Siswa tidak menemukan kata kunci dalam soal Siswa tidak dapat memahami sebuah kata atau kalimat dalam soal
Memahami (<i>Comprehension</i>)	Siswa tidak menuliskan informasi yang diketahui dan ditanya dalam soal. Siswa tidak menuliskan secara lengkap informasi yang diketahui dalam soal. Siswa menuliskan informasi yang diketahui tidak sesuai dengan permintaan soal. Siswa menuliskan apa yang diketahui dalam bentuk simbol tanpa adanya keterangan. Siswa menuliskan apa yang diketahui, namun tidak menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal Siswa menuliskan apa yang ditanyakan dalam soal menggunakan simbol yang dibuat sendiri tanpa adanya keterangan Siswa menuliskan apa yang ditanyakan tidak sesuai dengan permintaan soal
Transformasi (<i>Transformation</i>)	Siswa sama sekali tidak menuliskan langkah dalam menyelesaikan soal. Siswa menuliskan metode yang tidak tepat dalam menyelesaikan soal Siswa tidak dapat menjelaskan metode yang akan digunakan dalam menyelesaikan soal Siswa tidak lengkap menuliskan metode karena tidak menulis rumus matematika yang akan digunakan dalam menyelesaikan soal

Keterampilan (Process Skill)	Proses	Siswa melakukan kesalahan dalam menghitung Siswa tidak melanjutkan langkah penyelesaian berdasarkan metode yang dipilih. Siswa tidak menuliskan tahapan dalam menghitung. Siswa tidak dapat menjelaskan tahapan perhitungan dengan tepat Siswa salah menggunakan kaidah atau aturan matematika yang benar
Penulisan Jawaban Akhir (Encoding)	Akhir	Siswa tidak menuliskan jawaban akhir yang tidak sesuai dengan konteks soal. Siswa tidak menuliskan satuan yang sesuai. Siswa tidak dapat menjelaskan jawaban akhir dengan tepat

Identifikasi Jenis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Geometri khususnya materi Sudut pada Segitiga dan Poligon Cembung

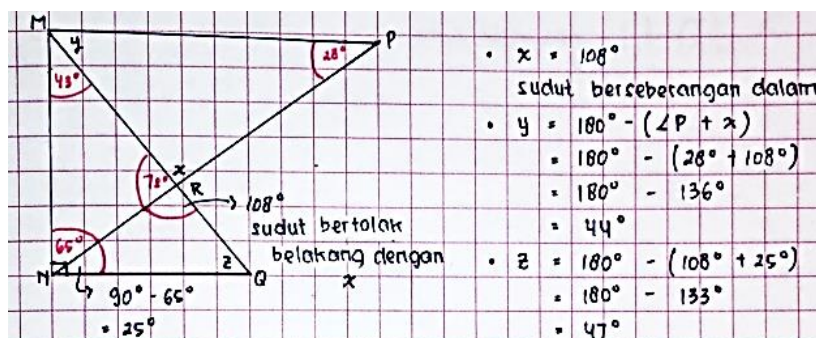
Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai identifikasi jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa berdasarkan jawaban tertulis dan wawancara mahasiswa sesuai dengan tahapan Newman. Berikut paparan jenis kesalahan subjek berdasarkan tahapan Newman yang disajikan pada Tabel 2.2 berikut

Tabel 2.2 Jenis Kesalahan Subjek Penelitian dalam Menyelesaikan Soal Cerita berdasarkan Tahapan Newman

	Tahap membaca	Tahap memahami	Tahap transformasi	Tahap keterampilan proses	Tahap penulisan jawaban akhir
DA	-	-	✓	✓	-
UD	-	-	-	✓	-
CA	-	-	✓	✓	-

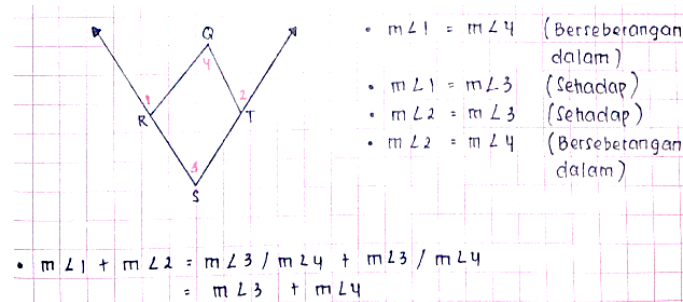
Kesalahan Subjek DA

Subjek DA melakukan kesalahan pada tahap transformasi di soal nomor 1 dan tahap keterampilan di soal nomor 2. Pada soal nomor 1, subjek DA melakukan kesalahan transformasi dikarenakan tidak menuliskan metode yang digunakan dengan jelas dan juga tidak menuliskan teorema yang dirujuk dalam penyelesaian soal tersebut. Kesalahan subjek DA dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut



Gambar 2.1 Kesalahan subjek CA pada soal nomor 1

Selanjutnya pada soal nomor 2, subjek *DA* melakukan kesalahan keterampilan dikarenakan salah dalam menggunakan kaidah atau aturan matematika yang benar dalam menyelesaikan soal tersebut. Subjek *DA* menyatakan bahwa hubungan sudut 1 dan sudut 4 adalah bersebrangan dalam, akan tetapi pada soal tidak disebutkan bahwa ruas garis *RS* dan *QT* sejajar, sehingga dalam hal ini dapat dikatakan bahwa subjek *DA* kurang tepat dalam menggunakan kaidah atau aturan matematika yang benar dalam menyelesaikan soal tersebut. Kesalahan subjek *DA* dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut



Gambar 2.2 Kesalahan subjek *DA* pada soal nomor 2

Kesalahan Subjek *UD*

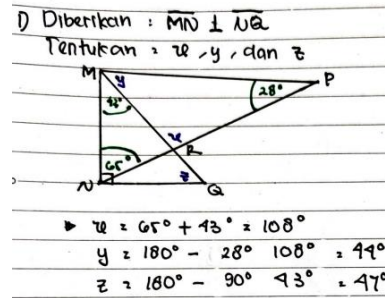
Sama halnya dengan subjek *DA*, subjek *UD* melakukan kesalahan pada tahap keterampilan di soal nomor 2. Pada soal nomor 2, subjek *UD* melakukan kesalahan keterampilan dikarenakan salah dalam menggunakan kaidah atau aturan matematika yang benar dalam menyelesaikan soal tersebut. Subjek *UD* menyatakan bahwa karena *RSTQ* merupakan segiempat maka menyebabkan sisi *RQ* sejajar dengan *RT* dan *RS* sejajar dengan *QT*. Hal tersebut tidak sesuai dengan definisi segiempat. Akibat kesalahan tersebut, selanjutnya subjek *UD* menyatakan bahwa hubungan sudut 1 dan sudut 3 adalah sudut dalam sepihak, sehingga dalam hal ini dapat dikatakan bahwa subjek *UD* kurang tepat dalam menggunakan kaidah atau aturan matematika yang benar dalam menyelesaikan soal tersebut. Kesalahan subjek *UD* dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut

2. Diberikan :
- Segiempat *RSTQ* dengan sudut luar sudut *s* berada di titik *R* dan *T*
- Tentukan : besar sudut 1 + besar sudut 2 = besar sudut 3 + besar sudut 4
- Jawab :
- Diketahui segiempat *RSTQ*, sehingga *RQ* sejajar dengan *ST* dan *RS* sejajar dengan *QT* (sifat segiempat)
 - Besar sudut 3 \cong besar sudut 4 (sifat segiempat, sudut yang berhadapan sama besar)
 - Garis *RQ* sejajar dengan garis *ST* dan garis *RS* merupakan garis transversal yang melewati garis *RQ* dan *ST* sehingga besar sudut 1 \cong sudut 3 (sudut dalam sepihak)
 - Garis *RQ* sejajar dengan garis *ST* dan garis *QT* merupakan garis transversal yang melewati garis *RQ* dan *ST* sehingga besar sudut 2 \cong sudut 4 (sudut dalam sepihak)
 - Besar sudut 1 \cong besar sudut 2 \cong besar sudut 3 \cong besar sudut 4 (sifat transitif)
 - Sehingga, besar sudut 1 + besar sudut 2 = besar sudut 3 + besar sudut 4

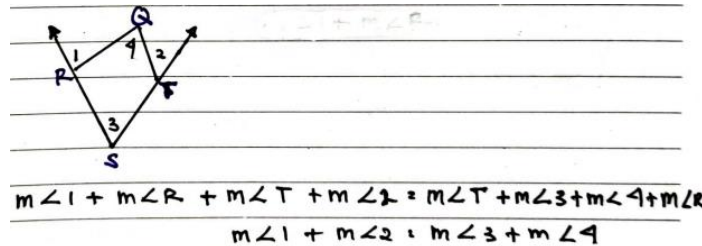
Gambar 2.2 Kesalahan subjek *UD* pada soal nomor 2

Kesalahan Subjek *CA*

Subjek *CA* melakukan kesalahan pada tahap transformasi di soal nomor 1 dan 2. Pada soal nomor 1 dan 2 subjek *CA* melakukan kesalahan dikarenakan tidak menuliskan metode yang digunakan dengan jelas dan juga tidak menuliskan teorema yang dirujuk dalam penyelesaian soal tersebut. Kesalahan subjek *CA* dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4



Gambar 2.3 Kesalahan subjek CA pada soal nomor 1



Gambar 2.4 Kesalahan subjek CA pada soal nomor 2

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah diuraikan peneliti, maka diperoleh kesimpulan bahwa kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal sudut pada segitiga dan poligon cembung berdasarkan tahapan Newman diantaranya kesalahan transformasi dan kesalahan keterampilan. Subjek yang melakukan kesalahan transformasi dikarenakan tidak menuliskan metode yang digunakan dengan jelas dan juga tidak menuliskan teorema yang dirujuk dalam penyelesaian soal yang diberikan. Sedangkan subjek yang melakukan kesalahan keterampilan dikarenakan salah dalam menggunakan kaidah atau aturan matematika yang benar dalam menyelesaikan soal yang diberikan.

Saran

Bagi peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian lebih lanjut sebaiknya dalam memilih materi yang akan diteliti lebih disesuaikan dengan teori kesalahan yang digunakan. Seperti contohnya untuk teori kesalahan Newman seperti ini dapat dilakukan pada jenis soal cerita agar dapat lebih terlihat kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan soal tersebut.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] BSNP. 2006. *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia.
- [2] Razak, F., Sutrisno, A.B., & Immawan, A.Z. 2017. *Analisis Tingkat Berpikir Siswa Berdasarkan Teori Van Hiele Ditinjau Dari Gaya Kognitif*. Prosiding Seminar Nasional, 3 (1).
- [3] Clement, M.A. 1980. *Analysing Children Errors On Written Mathematical Tasks*. Educational Studies In Mathematics.
- [4] Suci, B., & Chandra, T. D. 2012. *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel Berdasarkan Analisis Newman (Studi Kasus MAN Malang 2 Batu)*. Jurusan Matematika Universitas Negeri Malang 9(1)
- [5] Puspitarini, R. T. A. D., & Masriyah. 2017. *Analisis Kesalahan Siswa dalam*



- Menyelesaikan Soal Cerita pada Materi Aljabar. Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika.* 65-70.
- [6] Rosalina, Y. 2018. *Kesalahan Siswa Kelas VII SMPN 6 Malang Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pecahan Berdasarkan Tahapan Newman Ditinjau Dari Gaya Belajar.* Jurusan Matematika Universitas Negeri Malang. Malang, 51.
- [7] Abdurrahman, M. 2003. *Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar.* Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [8] Praktipong, N. , & Satoshi, N. 2006. *Analysis of Mathematics Performance of Grade Five Students in Thailand Using Newman Procedure.* Journal of International Cooperation in Education, 9 (1), 114.
- [9] Putri, A M, & Budiarto M. 2017. *Analisis Kesalahan Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Tahapan Newman.*

ANALISIS PENALARAN MATEMATIS SISWA SMA BERBASIS HOTS DITINJAU DARI TIPE KEPERIBADIAN

Risaldi¹, Moh. Mahfud Effendi², Siti Khoiruli Ummah³

¹Universitas Negeri Malang

²Universitas Muhammadiyah Malang

³Universitas Muhammadiyah Malang

¹risaldi.2103118@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penalaran matematis siswa berbasis HOTS ditinjau dari tipe kepribadian yaitu tipe ekstrovert dan introvert. Jenis dan pendekatan penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan data berjenis kualitatif. Subjek penelitian yang digunakan adalah sembilan siswa kelas XI MIPA 2 SMA Negeri 1 Malang yang dipilih dari jawaban siswa dengan kondisi ekstrim yaitu siswa dengan penalaran matematis rendah. Data diperoleh melalui soal tes tipe HOTS, angket kepribadian, dan wawancara untuk mengklarifikasi jawaban sebagai penentuan keputusan akhir. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan cara penelitian kualitatif-deskriptif. Hasil yang diperoleh dari 16 siswa mengisi angket kepribadian dan soal tes HOTS yaitu terdapat 8 siswa dengan kepribadian ekstrovert dan 8 siswa dengan kepribadian introvert. Skor rata-rata siswa (kepribadian ekstrovert dan introvert) untuk soal nomor 1 yaitu 10,69 dan soal nomor 2 yaitu 5,75 dengan kategori penalaran matematis sedang. Hal tersebut bertentangan dengan penelitian sebelumnya mengenai siswa introvert lemah dalam penalaran matematis ketika mengerjakan soal. Penelitian ini menghasilkan sebanyak 6 siswa masih lemah dalam indikator analisis situasi matematis pada soal HOTS nomor 1. Pada soal HOTS nomor 2 sebanyak 14 siswa masih lemah dalam indikator rancangan penyelesaian, sebanyak 14 siswa lemah dalam indikator pemecahan dan sebanyak 14 siswa lemah dalam penarikan kesimpulan yang logis.

Kata kunci: ekstrovert, HOTS, introvert, penalaran matematis

PENDAHULUAN

Berpikir kritis, berlogika, dan menarik kesimpulan baik secara deduktif atau induktif merupakan tujuan diajarkannya matematika [1]. Atas dasar tujuan tersebut poin utama yang wajib dimiliki siswa adalah kemampuan penalaran matematis yang baik. Penalaran matematis bermanfaat untuk siswa karena memiliki hal-hal penting. Melihat sifat, menyusun *patterns*, membuat manipulasi matematika dalam sebuah kesimpulan general, menyusun bukti atau membuat ide dari sebuah pernyataan matematika menjadikan penalaran matematis harus dimiliki siswa [2].

Penalaran matematis sebagai proses berpikir dalam menentukan kesimpulan dari argumen-argumen harus berdasar pada kebenaran yang valid. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses berpikir dan penalaran matematis siswa merupakan dua hal yang saling berkaitan. Berpikir yang menggunakan nalar, *reasoned*, terstruktur, dan logis akan

mengantarkan pada tingkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi/HOTS [3]. Oleh karena itu, pemberian soal HOTS di kelas mampu membentuk secara optimal kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Hasil PISA yang diumumkan setiap empat tahun sekali menunjukkan bahwa peringkat Indonesia selalu berada pada urutan bawah. Tahun 2019 kemampuan matematika siswa Indonesia menempati urutan 72 dari 78 negara yang mengikuti (Kemdikbud, 2019). Soal PISA tipe HOTS disusun dan disesuaikan dengan standar yang buat oleh OECD. Soal-soal HOTS yang diberikan guru bersumber dari kumpulan-kumpulan soal/bank soal yang relevan. Buku-buku tersebut berisikan soal UN berbasis HOTS dan soal-soal tidak UN berbasis HOTS. Pada prinsipnya, membiasakan siswa di kelas mengerjakan soal berbasis HOTS mampu meningkatkan penalaran matematis untuk menemukan penyelesaian dari suatu permasalahan yang dihadapi [4].

Penalaran matematis pada realitanya mempunyai hubungan yang erat dengan tipe kepribadian siswa. Penalaran matematis sebagai sebuah aktivitas berpikir mengambil sebuah kesimpulan, sedangkan tipe kepribadian berkaitan dengan sikap diambil untuk memutuskan sebuah kesimpulan [5]. Kepribadian siswa yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu tipe ekstrovert dan introvert. Penalaran matematis yang dianalisis pada dua kepribadian ini untuk melihat perbedaan kemampuan penalaran matematisnya berdasar pada indikator yang sudah ditetapkan [6]. Indikator-indikator penalaran matematis inilah yang akan menjadi pedoman pengelompokkan tingkat penalaran matematis masing-masing tipe kepribadian.

Berdasarkan hasil *review* jurnal yang membahas tentang penalaran matematis siswa berbasis HOTS ditinjau dari tipe kepribadian belum pernah dipublikasikan. Analisis penalaran matematis yang dilakukan oleh [7] terbatas pada penggunaan model CORE (*Connecting, Organizing, Reflecting, and Extending*). Penelitian tersebut memberikan kesimpulan bahwa model CORE sangat penting dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa ke level yang cukup tinggi. Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh [8] Afif, Suyitno dan Wardono (2016) dimana kemampuan penalaran matematis siswa ditinjau dari gaya belajar siswa dengan menggunakan sintaks Problem Base Learning yang tercantum di RPP guru. Penelitian tersebut memberikan kesimpulan bahwa penalaran matematis yang ditinjau dari gaya belajar berada pada kriteria cukup. Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisis penalaran matematis siswa SMA berbasis HOTS ditinjau dari tipe kepribadian. Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana penalaran matematis siswa SMA berbasis HOTS ditinjau dari tipe kepribadian. Tujuan penelitian ini menganalisis penalaran matematis siswa SMA berbasis HOTS ditinjau dari tipe kepribadian.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif yaitu menginterpretasikan data hasil perhitungan soal tes HOTS terhadap penalaran matematis siswa. Penelitian yang dilakukan pada skripsi ini dilakukan secara *online* dikarenakan adanya pandemi Covid-19 sehingga sekolah-sekolah di Indonesia diliburkan secara massal. Adapun prosedur pelaksanaan penelitian ini yaitu terdapat lima tahapan yaitu: 1) Tahap pra-lapangan berupa studi literatur variabel pada penelitian ini dan observasi sekolah terhadap masalah dan solusi yang ditawarkan pada penelitian ini. 2) Tahap pelaksanaan di lapangan yaitu pengisian angket kepribadian dan pemberian soal HOTS kepada siswa SMA Negeri 1 Malang dimana tempat penelitian ini berlangsung. 3) Tahap analisis data

yaitu pendataan tipe kepribadian berdasarkan pedoman penggolongan, analisis nilai dan kategori indikator penalaran matematis dan melakukan wawancara untuk klarifikasi jawaban. 4) Tahap penulisan kesimpulan yaitu menuliskan secara rinci dan jelas dari analisis angket kepribadian, soal HOTS dan penalaran matematis. 5) Tahap pelaporan yaitu menulis secara lengkap dan utuh hasil penelitian sesuai pedoman penulisan.

Pengumpulan data yang diperoleh, yaitu (1) Dokumen RPP guru (2) Soal tes tipe HOTS, tes ini adalah teknik pengumpulan data yang utama sehingga divalidasi oleh dua validator yaitu dosen pendidikan matematika. Soal tes tipe HOTS ini untuk memperoleh data mengenai penalaran matematis, (3) Angket kepribadian, angket ini digunakan untuk melihat pembagian siswa berdasarkan kelompok kepribadiannya yaitu ekstrovert atau introvert. Angket kepribadian ini adalah angket adopsi yang sudah divalidasi, dan (4) Wawancara, pada pengumpulan data tahap ini peneliti menggunakan melakukan *crosscheck*/klarifikasi data berupa informasi yang diperoleh dari pemberian soal tes HOTS pada siswa yang berada pada penalaran matematis untuk setiap kategori rendah sehingga wawancara digunakan sebagai pengambilan keputusan akhir sebagai kesimpulan [9]. Teknik pengumpulan data, instrumen, data dan subjek data dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Teknik, Instrumen, Data, dan Subjek

Teknik	Instrumen	Data	Subjek
Pemberian angket	Lembar validasi	Skor validasi soal HOTS	Ahli materi (Dua Dosen Pendidikan Matematika)
	Angket	Skor hasil respon siswa pada angket kepribadian	Siswa
Pemberian tes	Lembar tes	Skor hasil penilaian tes	Siswa
Wawancara	Pedoman wawancara	Deskripsi mengenai penalaran matematis	Siswa

Analisis data yang dilakukan pada penelitian analisis ini, yaitu:

(1) Angket kepribadian, hasil respon siswa terhadap angket kepribadian via *Google Form* dengan pembagian tipe kepribadian dijelaskan dalam panduan [10] yaitu ketika akumulasi jumlah jawaban “ya” pada pernyataan 1-15 (tipe ekstrovert) lebih banyak daripada pernyataan 16-30 (tipe introvert) maka digolongkan kedalam tipe kepribadian ekstrovert begitupun sebaliknya. (2) Validasi instrumen tes soal HOTS, kriteria valid untuk soal HOTS dijabarkan Tabel 2 [11]:

Tabel 2. Kriteria Hasil Validasi soal HOTS (x)

Nilai validasi	Kriteria validasi	Keterangan
$12 \leq x \leq 58$	Tidak valid	Tidak boleh digunakan
$58 < x \leq 67$	Kurang valid	Tidak boleh digunakan
$67 < x \leq 77$	Cukup valid	Boleh digunakan dengan revisi besar
$77 < x \leq 86$	Valid	Boleh digunakan dengan revisi kecil
$86 < x \leq 100$	Sangat valid	Sangat baik untuk digunakan

(3) Reduksi atau meringkas data dengan mengumpulkan data tes dan menulis hasil wawancara, dan informasi-informasi tentang penalaran matematis siswa dalam menyelesaikan soal HOTS. Ranah C4 (*analyze*), C5 (*evaluate*), C6 (*create*) pada penelitian ini dilihat dari proses penyelesaian siswa dalam mengerjakan soal tes. Panduan peneliti dalam mengelompokkan penalaran matematis siswa berdasarkan skor akumulasi siswa dalam menjawab soal HOTS. Indikator penalaran matematis yang

digunakan sudah dijelaskan dalam tabel 1. Setiap soal mengukur empat indikator penalaran matematis. Pengelompokkan penalaran matematis siswa untuk setiap soal terlihat pada Tabel 3 [12]:

Tabel 3. Kategori Penalaran Matematis Tiap Soal (P)

Skor	Kategori
$0 \leq P \leq 5$	Rendah
$5 < P \leq 9$	Sedang
$9 < P \leq 12$	Tinggi

Kriteria penalaran matematis yang dibuat ini mempunyai skor 0 karena ketika proses pengerjaan soal HOTS komponen dari indikator penalaran matematis boleh tidak muncul dengan kata lain ketika siswa menjawab siswa tidak memunculkan salah satu indikator penalaran matematis. Wawancara dilakukan sebagai bentuk *crosscheck*/klarifikasi dari bagaimana hasil skor tertulis ini sebagai data pembandingan dan penentuan keputusan akhir dari penalaran matematis siswa. (4) Penyajian hasil data berupa deskripsi, wawancara ini memungkinkan adanya faktor-faktor yang memengaruhi siswa ketika mengerjakan tes. Jawaban siswa saat mengerjakan tes dan hasil wawancara memungkinkan adanya hasil akhir mengenai penalaran matematis sebagai keputusan akhir dalam menentukan kategori penalaran matematis siswa tipe kepribadian ekstrovert dan introvert.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tes yang disesuaikan pedoman penilaian pengkategorian penalaran matematis tiap soal diperoleh secara umum bahwa soal nomor 1 penalaran matematis siswa (baik siswa berkepribadian ekstrovert maupun introvert) termasuk dalam kategori sedang dengan skor P 10,69 dan untuk soal nomor 2 termasuk dalam kategori sedang dengan skor P 5,75. Tabel 4 rekapitan penalaran matematis siswa (P) terhadap tipe kepribadian siswa.

Tabel 4. Frekuensi tipe kepribadian siswa terhadap P

Tipe Kepribadian	Soal 1			Soal 2		
	Kriteria Penalaran Matematis (P)					
	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah
Ekstrovert	5	3	0	0	7	1
Introvert	6	2	0	0	8	0
Jumlah	11	5	0	0	15	1

Pada tabel 5 memetakan bahwa siswa ekstrovert pada soal nomor HOTS nomor 1 sebanyak 5 siswa berkategori penalaran matematis tinggi dan sebanyak 3 siswa berkategori sedang dan tidak ada yang berkategori rendah. Selain itu, sebanyak 7 siswa berkepribadian ekstrovert memiliki penalaran matematis sedang dan 1 siswa berpenalaran matematis rendah dan tidak ada yang berkategori tinggi. Selanjutnya siswa dengan kepribadian introvert untuk soal nomor 1 terdapat 6 siswa dengan kategori penalaran matematis tinggi, 2 siswa dengan kategori sedang dan tidak ada yang berkategori rendah. Soal nomor 2 terdapat 8 siswa introvert dengan kategori penalaran matematis sedang dan tidak ada siswa yang termasuk dalam kategori penalaran matematis tinggi dan rendah.

1.1. Analisis Penalaran Matematis Siswa Tipe Kepribadian Ekstrovert

Hasil analisis penalaran matematis siswa ekstrovert pada soal nomor 1 secara umum menunjukkan skor P akhir yaitu 10,63 dengan kategori P sedang. Sedangkan

pada soal nomor 2 secara umum menunjukkan skor P akhir yaitu 5,50 dengan kategori P sedang. Siswa tipe kepribadian ekstrovert dengan ciri khas kepribadian *mood* mudah berubah sesuai kondisi sekitar, mudah berbaur dengan sesama di lingkungan serta menikmati segala sesuatu yang dapat diindra secara baik pada soal nomor 1 dengan penalaran matematis (P) secara umum berkategori sedang tetapi masih menunjukkan adanya siswa ekstrovert yang indikator penalaran matematis (I) berkategori rendah. Berikut adalah contoh dan hasil analisis siswa PYS.

Gambar 1. Contoh jawaban siswa tidak menuliskan situasi matematis

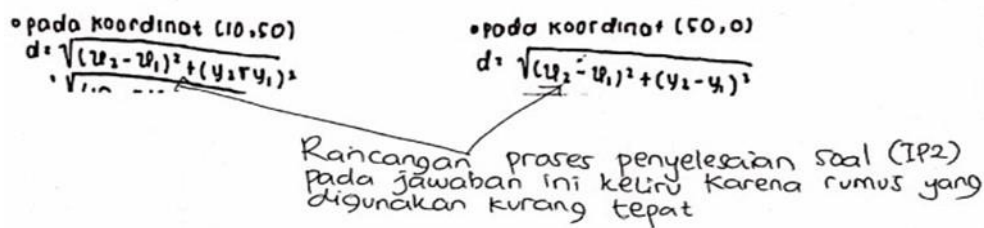
Indikator penalaran matematis 1 menjelaskan tentang analisis situasi matematis. Hasil pengerjaan siswa PYS sesuai Gambar 1 menunjukkan bahwa tidak terdapat informasi soal berupa diketahui dan ditanya dalam bentuk penulisan variabel dan penyimbolan informasi soal di lembar jawaban. Baris 1 hingga baris 5 yang tertera di Gambar 1 adalah langkah penyelesaian soal bukan berupa analisis situasi matematis. Oleh karena itu, siswa PYS pada indikator 1 berkategori rendah sesuai pada lembar jawaban. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan menanyakan siswa PYS dengan pertanyaan “Apakah kamu bisa menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan di soal nomor 1?”. Siswa PYS mampu menjawab yang diketahui diketahui di soal nomor 1 yaitu area siaran UMM FM yaitu $x^2 + y^2 + 8x - 6y = 0$ dan area siaran UB FM yaitu $x^2 + y^2 - 10x + 4y = 0$. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa PYS ini maka dapat disimpulkan bahwa analisis situasi matematis menjadi kategori tinggi karena mampu menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan oleh soal nomor 1 secara tepat.

Siswa tipe kepribadian ekstrovert pada soal nomor 2 dengan penalaran matematis (P) secara umum berkategori sedang tetapi masih menunjukkan adanya siswa ekstrovert yang pada setiap indikator penalaran matematis (I) berkategori rendah. Terdapat empat indikator penalaran matematis (I) berkategori rendah pada soal nomor 2 yaitu pada indikator 1, 2, 3 dan 4. Berikut adalah contoh dan hasil analisis pada siswa NB (indikator 1 rendah), siswa DTR (indikator 2 rendah), siswa TJ (indikator 3 rendah) dan siswa DAC (indikator 4 rendah).

Gambar 2. Contoh jawaban siswa tidak menuliskan situasi matematis

Indikator penalaran matematis 1 menjelaskan analisis situasi matematis. Baris 1 hingga

baris 6 yang dituliskan siswa di Gambar 2 tidak terdapat variabel sepeerti apa yang diminta pada soal nomor 2, melainkan siswa tersebut langsung pada langkah penyelesaian soal bukan berupa analisis situasi matematis. Oleh karena itu, siswa NB pada indikator 1 berkategori rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan menanyakan siswa NB dengan pertanyaan “Apakah kamu bisa menyebutkan yang diketahui dan ditanyakan di soal nomor 1?”. Siswa NB mampu menjawab dengan memberikan keterangan variabel yang benar yaitu yang diketahui di soal nomor 2 yaitu $P(5,8)$; $r = 50 \text{ km}$. Titik yang dilalui $(10,50)$ dan $(50,0)$ untuk pertanyaannya yaitu apakah pesawat aman melewati lintasan?”. Berdasarkan wawancara siswa NB jawaban analisis matematis berupa informasi yang diketahui dan ditanyakan sudah benar pada soal nomor 2 sehingga indikator penalaran matematis 1 menjadi kategori tinggi.



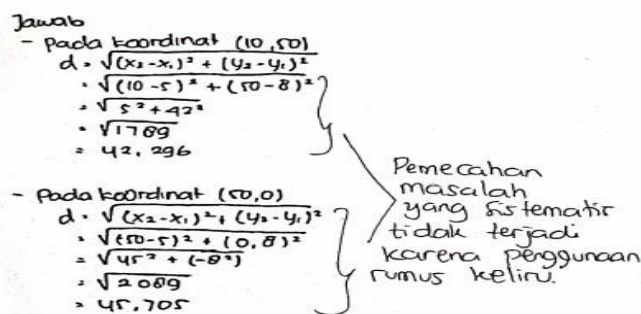
• pada koordinat $(10,50)$
 $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
 $d = \sqrt{(50 - 10)^2 + (0 - 50)^2}$

• pada koordinat $(50,0)$
 $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
 $d = \sqrt{(10 - 50)^2 + (50 - 0)^2}$

Rancangan proses penyelesaian soal (IP2) pada jawaban ini keliru karena rumus yang digunakan kurang tepat

Gambar 3. Contoh jawaban siswa keliru menggunakan rumus

Indikator penalaran matematis 2 menjelaskan perancangan proses penyelesaian yaitu berupa penggunaan rumus pada soal ketika menjawab. Baris 2 yang dituliskan siswa DTR di Gambar 3 adalah contoh penggunaan rumus sebagai perancangan penyelesaian yang keliru karena di soal menjelaskan bahwa titik yang menjadi lintasan adalah sebuah garis lurus sehingga rumus uji pertitik pada baris 2 di gambar 3 terdapat kekeliruan. Oleh karena itu, siswa DTR pada indikator 2 berkategori rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan menanyakan siswa DTR dengan pertanyaan “Apakah rumus yang digunakan pada soal nomor 2 sudah tepat kalau belum apa rumus yang sesuai?”. Siswa DTR tidak menjawab pertanyaan dengan benar sesuai dengan rumus yang tepat untuk digunakan. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa DTR jawaban ketidaktahuan atas rumus apa yang harus digunakan membuat indikator 2 siswa DTR tetap berkategori rendah karena belum mampu memahami indikator 2 pada soal nomor 2 secara baik dikarena kurang menguasai materi lingkaran.



Jawab

- Pada koordinat $(10,50)$
 $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
 $= \sqrt{(10 - 5)^2 + (50 - 8)^2}$
 $= \sqrt{5^2 + 42^2}$
 $= \sqrt{1769}$
 $= 42,296$

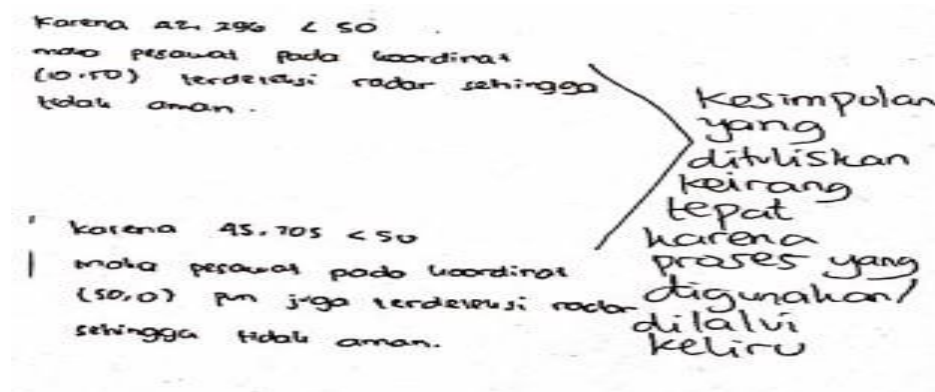
- Pada koordinat $(50,0)$
 $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
 $= \sqrt{(50 - 5)^2 + (0 - 8)^2}$
 $= \sqrt{45^2 + (-8)^2}$
 $= \sqrt{2089}$
 $= 45,705$

Pemecahan masalah yang sistematis tidak terjadi karena penggunaan rumus keliru.

Gambar 4. Contoh jawaban siswa keliru dalam proses penyelesaian

Indikator penalaran matematis 3 menjelaskan proses penyelesaian persoalan yaitu proses yang sistematis dari penggunaan rumus sehingga ditemukan jawaban sebelum

disimpulkan. Baris 3-6 dan baris 9-12 yang dituliskan siswa TJ di Gambar 4 adalah contoh dari penyelesaian persoalan yang tidak sistematis dikarenakan penggunaan rumus yang keliru. Proses penyelesaian seharusnya beranjak dari rumus persamaan garis dari dua titik yang diketahui di soal nomor 2. Oleh karena itu, siswa TJ pada I3 berkategori rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan menanyakan siswa TJ dengan pertanyaan “Apakah proses penyelesaian yang ditulis pada soal nomor 2 sudah tepat kalau belum mengapa?”. Siswa TJ mampu menjawab sesuai. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa TJ dapat disimpulkan bahwa sudah mampu mendeteksi kesalahan dan menjawab pertanyaan dengan tepat sesuai dengan apa yang diminta soal. Jadi, siswa TJ setelah di klarifikasi melalui wawancara maka indikator nomor I3 siswa TJ menjadi berkategori tinggi untuk soal nomor 2.



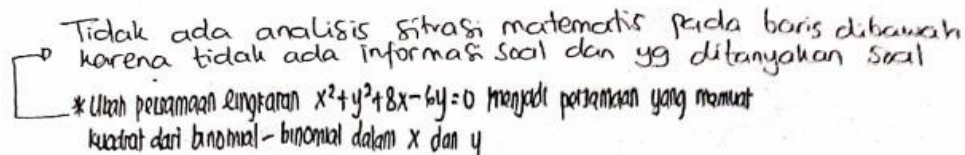
Gambar 5. Contoh jawaban siswa keliru dalam menyimpulkan

Indikator penalaran matematis 4 menjelaskan penarikan kesimpulan yang logis yang diperoleh dari proses penyelesaian persoalan yang tepat. Baris 2 dan baris 6 yang dituliskan siswa DAC di Gambar 5 adalah contoh dari penarikan kesimpulan yang keliru karena berasal dari penyelesaian persoalan yang tidak sistematis. Penarikan kesimpulan seharusnya didapat dari perancangan dan proses penyelesaian secara sistematis yaitu dari penggunaan rumus persamaan garis dan diskriminan di soal nomor 2. Oleh karena itu, siswa DAC pada I4 berkategori rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan siswa DAC terkait perancangan proses persoalan untuk soal nomor 2 dengan pertanyaan “Apakah kesimpulan kamu sudah tepat? Semisal sudah mengapa dan semisal belum mengapa?”. Siswa DAC mampu menjawab dengan baik yaitu titik tersebut dijadikan lintasan lurus dengan $\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1}$. Selanjutnya diinputkan pada bentuk persamaan lingkaran radar di soal. Karena ini berkaitan dengan nilai diskriminan sehingga menggunakan nilai $D = b^2 - 4ac$ yang dibandingkan dengan syarat lingkaran menyinggung memotong atau tidak menyinggung. Sehingga menghasilkan kesimpulan pesawat tidak aman karena jelas $D > 0$ sehingga memotong lingkaran di dua titik. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa DAC maka dapat disimpulkan bahwa pada bagian menarik kesimpulan yang logis menjadi berkategori tinggi karena mampu menarik kesimpulan yang logis dari rumus dan proses penyelesaian persoalan pada soal nomor 2 secara tepat.

1.2. Analisis Penalaran Matematis Siswa Tipe Kepribadian Introvert

Hasil analisis penalaran matematis siswa introvert pada soal nomor 1 secara umum menunjukkan skor P akhir yaitu 10,75 dengan kategori P sedang. Sedangkan

pada soal nomor 2 secara umum menunjukkan skor P akhir yaitu 6 dengan kategori P sedang. Siswa dengan tipe kepribadian introvert dengan ciri khas kurang bisa bergaul, emosional dan cenderung memiliki intuisi yang tajam pada soal nomor 1 dengan penalaran matematis (P) secara umum berkategori sedang tetapi masih adanya siswa introvert yang indikator penalaran matematis (I) berkategori rendah. Terdapat satu indikator penalaran matematis (I) berkategori rendah pada soal nomor 1 yaitu pada indikator 1. Berikut adalah contoh dan hasil analisis pada siswa FR.

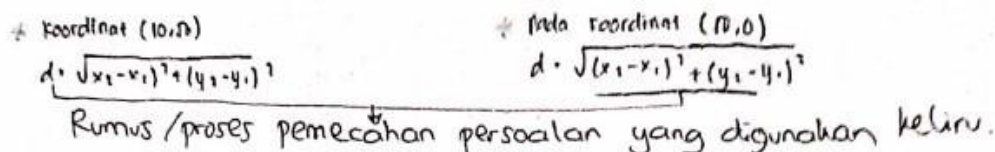


Tidak ada analisis situasi matematis pada baris dibawah karena tidak ada informasi soal dan yg ditanyakan soal
* Ubah persamaan lingkaran $x^2 + y^2 + 8x - 6y = 0$ menjadi persamaan yang memuat kuadrat dari binomial-binomial dalam x dan y

Gambar 6. Contoh jawaban siswa tidak menuliskan situasi matematis

Indikator penalaran matematis 1 menjelaskan tentang analisis situasi matematis berupa menuliskan informasi yang diketahui dan apa yang ditanyakan. Oleh karena itu, siswa FR pada indikator 1 berkategori rendah sesuai pada lembar jawaban. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan menanyakan siswa FR dengan pertanyaan “Apakah kamu bisa menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan di soal nomor 1?”. Siswa FR mampu menyebutkan. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa FR dapat disimpulkan bahwa analisis situasi matematis menjadi kategori tinggi karena mampu menyebutkan yang diketahui dan ditanyakan oleh soal nomor 1 secara benar.

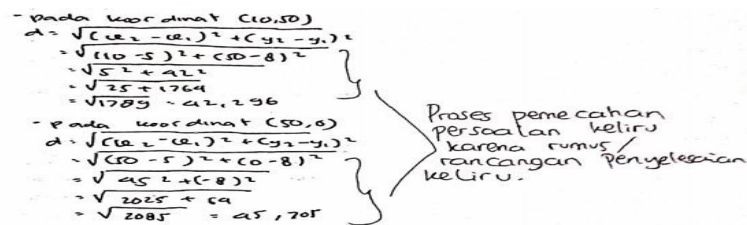
Siswa dengan tipe kepribadian introvert pada soal nomor 2 dengan penalaran matematis (P) secara umum berkategori sedang tetapi masih adanya siswa introvert yang indikator penalaran matematis berkategori rendah. Terdapat empat indikator penalaran matematis (I) berkategori rendah pada soal nomor 2 yaitu pada indikator 2, 3 dan 4. Berikut adalah contoh dan hasil analisis pada siswa ARF (indikator 2 rendah), siswa BMH (indikator 3 rendah) dan siswa NA (indikator 4 rendah).



* Koordinat $(10, 2)$ * Pada koordinat $(10, 0)$
 $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ $d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$
Rumus / proses pemecahan persoalan yang digunakan keliru.

Gambar 7. Contoh jawaban siswa keliru menggunakan rumus

Indikator penalaran matematis 2 menjelaskan perancangan proses penyelesaian yaitu berupa penggunaan rumus pada soal ketika siswa mau menyelesaikan soal. Baris 2 yang dituliskan siswa ARF di Gambar 7 adalah contoh penggunaan rumus sebagai perancangan penyelesaian yang kurang tepat. Oleh karena itu, siswa ARF pada indikator 2 berkategori rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan menanyakan siswa ARF dengan pertanyaan “Apakah rumus yang digunakan pada soal nomor 2 sudah tepat kalau belum apa rumus yang sesuai?”. Siswa ARF tidak mampu. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa ARF jawaban ketidakyakinan atas materi yang dipahami sehingga membuat indikator 2 siswa ARF tetap berkategori rendah karena belum mampu memahami indikator 2 pada soal nomor 2 secara tepat.



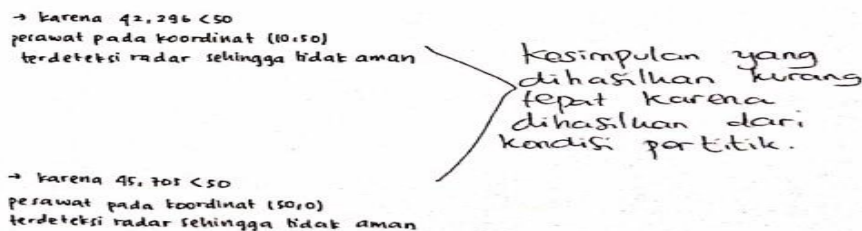
- pada koordinat (10,50)
 $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
 $= \sqrt{(10 - 5)^2 + (50 - 8)^2}$
 $= \sqrt{5^2 + 42^2}$
 $= \sqrt{25 + 1764}$
 $= \sqrt{1789} = 42,296$

- pada koordinat (50,0)
 $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
 $= \sqrt{(50 - 5)^2 + (0 - 8)^2}$
 $= \sqrt{45^2 + (-8)^2}$
 $= \sqrt{2025 + 64}$
 $= \sqrt{2089} = 45,705$

Proses pemecahan persoalan keliru karena rumus perancangan penyelesaian keliru.

Gambar 8. Contoh jawaban siswa keliru dalam proses penyelesaian

Indikator penalaran matematis 3 menjelaskan proses penyelesaian persoalan yaitu proses yang sistematis dari penggunaan rumus sehingga ditemukan jawaban sebelum disimpulkan. Oleh karena itu, siswa BMH pada IP 3 berkategori rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan menanyakan siswa BMH dengan pertanyaan “Apakah proses penyelesaian yang ditulis pada soal nomor 2 sudah tepat kalau belum mengapa?”. Siswa BMH belum mampu menjawab. Jadi, siswa BMH setelah di klarifikasi melalui wawancara disimpulkan bahwa indikator 3 siswa BMH tetap kategori rendah untuk soal nomor 2.



→ karena $42,296 < 50$
 pesawat pada koordinat (10,50 terdeteksi radar sehingga tidak aman

→ karena $45,705 < 50$
 pesawat pada koordinat (50,0) terdeteksi radar sehingga tidak aman

kesimpulan yang dihasilkan kurang tepat karena dihasilkan dari kondisi partitik.

Gambar 9. Contoh jawaban siswa keliru dalam menyimpulkan

Indikator penalaran matematis 4 menjelaskan mengenai penarikan kesimpulan yang logis yang diperoleh dari proses penyelesaian persoalan yang tepat. Baris 2 dan baris 6 yang dituliskan siswa NA di Gambar 9 adalah contoh dari penarikan kesimpulan yang keliru karena berasal dari penyelesaian persoalan yang tidak sistematis. Penarikan kesimpulan seharusnya didapat dari perancangan dan proses penyelesaian secara sistematis yaitu dari penggunaan rumus persamaan garis dan diskriminan di soal nomor 2. Oleh karena itu, siswa NA pada indikator 4 berkategori rendah. Selanjutnya dilakukan wawancara dengan siswa NA terkait perancangan proses persoalan untuk soal nomor 2 dengan pertanyaan “Apakah kesimpulan kamu sudah tepat? Semisal sudah mengapa dan semisal belum mengapa?”. Siswa NA masih belum menjawab secara tepat. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa NA maka dapat disimpulkan bahwa pada bagian menarik kesimpulan yang logis (I4) siswa NA masih belum bisa menjawab kesimpulan yang logis dari proses yang benar. Jadi, siswa NA tetap pada indikator 4 dengan kategori rendah.

Berdasarkan hasil tes menggunakan soal HOTS yang dipadukan dengan konsep penalaran matematis dan adanya sesi wawancara yang sudah dilakukan siswa (ekstrovert dan introvert) dengan penalaran matematis (P) kategori sedang (untuk soal HOTS nomor 1 dan 2) mengenai analisis situasi matematis menjadi hambatan untuk menjadikan mereka siswa dengan penalaran matematis kategori tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Zaenab [13] bahwa siswa dengan P kategori sedang sebanyak 83,33% sangat jarang menuliskan situasi matematik yaitu menuliskan informasi-informasi di soal dalam bentuk menuliskan diketahui dan ditanya pada soal yang diberikan. Hal tersebut mengakibatkan tidak munculnya beberapa hal penting dalam berhitung seperti kemampuan berpikir ranah aplikasi, evaluasi hingga mengkreasi. Penelitian lain yang

dilakukan oleh Hidayati & Widodo [14] memberi kesimpulan bahwa siswa dengan penalaran matematis kategori sedang sebanyak 64,5% masih terdapat menuliskan situasi matematik untuk mendukung perhitungannya di lembar jawaban mereka akan tetapi masih belum cukup menjadikan penalaran matematisnya naik pada kategori tinggi. Pada penelitian ini, kondisi yang terjadi berbeda, siswa yang tidak menuliskan analisis situasi matematis pada lembar jawaban mereka ternyata masih mampu mengeluarkan HOTS-nya meskipun mereka langsung terfokus dalam pengerjaan soal. Hal ini dibuktikan dengan hasil wawancara yang mana mereka mampu menyebutkan informasi dari soal dan apa yang ditanyakan secara baik walaupun di lembar tes mereka tidak dituliskan.

Siswa (baik itu siswa dengan kepribadian ekstrovert maupun introvert) dengan kemampuan penalaran matematis (P) tinggi tidak ada untuk soal nomor 2 hal ini dikarenakan rata-rata siswa belum tepat dalam menginterpretasikan soal dan masih menganggap bahwa soal nomor 1 dan 2 memiliki rumus dan proses penyelesaian yang sama. Rata-rata siswa dalam penelitian ini masih belum memahami konsep materi kedudukan garis terhadap lingkaran dilihat dari diskriminannya karena masih menganggap submateri tersebut sama dengan kedudukan dua lingkaran terhadap rumus jarak. Hal ini menyebabkan siswa yang menjawab soal nomor 2 ini tidak memunculkan HOTS dalam proses penyelesaian soal. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan yang sama dengan penelitian Maulida dkk [15] sebanyak 75% siswa masih keliru dalam menginterpretasi soal hingga pada membuat kesimpulan yang logis. Selain itu, masih terdapatnya anggapan konsep yang sama pada materi yang berbeda sehingga terjadinya penggunaan rumus dan pembuatan proses penyelesaian yang sama meskipun submateri yang digunakan pada masing-masing soal berbeda.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan Secara umum, penalaran matematis siswa (baik siswa berkepribadian ekstrovert dan introvert) berkategori sedang. Skor rata-rata siswa (kepribadian ekstrovert dan introvert) untuk soal nomor 1 yaitu 10,69 dan soal nomor 2 yaitu 5,75 dengan kategori penalaran matematis sedang. Kemampuan penalaran matematis siswa dalam tiap indikator penalaran matematis juga memiliki persebaran kategori yang berbeda di setiap soal. Pada penelitian ini, didapat siswa dengan tipe kepribadian ekstrovert yang dijadikan subjek penelitian mampu mengubah kondisi penalaran matematisnya. Terdapat empat dari lima siswa ekstrovert yang setelah diwawancara mampu membuat keputusan akhir berubah yaitu dari kategori penalaran matematis rendah menjadi tinggi sedangkan satu dari empat siswa tipe kepribadian introvert yang diwawancara masih berada pada kategori penalaran matematis rendah. Oleh karena itu, penalaran matematis yang dimuat pada soal HOTS pada dasarnya mampu meningkatkan kemampuan penalaran matematis itu sendiri. Dalam pembelajaran, penalaran matematis sangat penting sehingga HOTS harus sering dimunculkan dalam pengerjaan soal-soal sebagai latihan. Terbiasanya siswa dengan latihan soal berbasis HOTS ini akan mampu meningkatkan penalaran matematis siswa perlahan.

Penelitian juga memberikan hasil nilai siswa ekstrovert dan siswa introvert kelas XI MIPA 2 mendapatkan skor akhir penalaran matematis dalam tiap soal dengan persebaran kategori yang cenderung berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang diberikan atas pengerjaan soal matematika sangat diperlukan untuk dievaluasi oleh guru yang bersangkutan. Oleh karena itu, yang perlu dibenahi bukan mengubah kepribadian siswa tetapi ialah (1) penerapan/konsistensi guru dalam pembelajaran sesuai tujuan

pembelajaran, (2) strategi guru dalam menyiasati/membiasakan siswa dengan soal-soal berbasis HOTS, (3) kepedulian guru untuk memberikan segala kemampuan terbaiknya dalam menghadapi siswa yang masing-masing memiliki kepribadian yang berbeda. Poin (1) dan (2) guru harus mencermati bagaimana menerapkannya dengan kondisi kepribadian siswa yang berbeda-beda.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Layyina, U. 2018. *Analisis Kemampuan Berpikir Matematis Berdasarkan Tipe Kepribadian pada Model 4K dengan Asesmen Proyek Bagi Siswa Kelas VII*. Prisma, 1 (2), 704–713.
- [2] Konita, M., Asikin, M., Sri, T., and Asih, N., 2019. *Kemampuan Penalaran Matematis dalam Model Pembelajaran Connecting , Organizing , Reflecting , Extending*. Prisma, 2 (2), 611–615.
- [3] Fardika, R. G. 2018. *Pengaruh Kemampuan Penalaran Matematis Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Pada Siswa Kelas Viii SMPN 3 Tegalombo Tahun Ajaran 2017/2018*. Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- [4] Tajudin, N. M. and Chinnappan, M. 2016. *The Link Between Higher Order Thinking Skills, Representation And Concepts In Enhancing TIMSS Tasks*. Int. J. Instr., 9 (2), 199–214.
- [5] Arini, Z. and Rosyidi, A. H. 2019. *Profil Kemampuan Penalaran Siswa Smp Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau Dari Tipe Kepribadian Dan Jenis Kelamin*. MATHEdunesa, 8 (1), 127–136.
- [6] Rahayu, Y. M. and Fauziah, N. M. 2017. *Kemampuan Penalaran Siswa Smp Dalam Menyelesaikan Masalah Ditinjau Dari Kepribadian Introvert Dan Extrovert Pada Materi Kalor*. E-Journal Unesa, 5 (2), 138–146.
- [7] Lasmi. 2013. *Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Accelerated Instruction (TAI) yang Berorientasi Teori Apos Pada Materi Fungsi Kuadrat Di Kelas X-Mia Man 2 Banda Aceh*. J. Chem. Inf. Model., 53 (9), 1689–1699.
- [8] Fitranto, T. 2018. *Analisis Penalaran Matematis Peserta Didik Ditinjau Dari Kepribadian Tipologi Hippocrates-Galenus Di SMP Plus Darusalam*. University of Muhammadiyah Malang.
- [9] N. S. D. Ariani, Junarti, and A. D. Utami. 2020. *Analisis Pengambilan Keputusan Heuristik Siswa Dalam Pemecahan Masalah Aljabar Ditinjau Dari Kecemasan Matematika Pada Siswa Kelas VII Mts An- Nur Galuk*. 5 (1), 33–43.
- [10] Lestari, S. W. 2016. *Analisis Proses Berpikir Kritis Siswa Dalam Pemecahan Masalah Matematika Pada Pokok Bahasan Himpunan Ditinjau Dari Tipe Kepribadian Ekstrovert Dan Introvert Siswa Kelas VII SMPN 2*. J. FST UIN Walisongo, 23 (45), 296.
- [11] Dinni, H. N. 2018. *HOTS (High Order Thinking Skills) dan Kaitannya dengan Kemampuan Literasi Matematika*. Prisma, 1 (1), 170–176.
- [12] S. Julianingsih, U. Rosidin, and I. Wahyudi. 2017. *Pengembangan Instrumen HOTS Untuk Mengukur Dimensi Pengetahuan IPA Siswa di SMP*. J. Pembelajaran Fis. Univ. Lampung, 5 (3), 119–135.
- [13] S. Zaenab. 2015. *Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Melalui Pendekatan Problem Posing di Kelas X IPA 1 SMA Negeri 9 Malang*. JINoP (Jurnal Inov. Pembelajaran), 1 (1), 90.
- [14] A. Hidayati and S. Widodo. 2015. *Proses Penalaran Matematis Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika pada Materi Pokok Dimensi Tiga*



- Berdasarkan Kemampuan Siswa di SMA Negeri 5 Kediri. J. Math Educ. Nusant.*, 1 (2), 1–13.
- [15] F. O. Maulida, Mardiyana, and I. Pramudya. 2017. *Analisis Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Persamaan Lingkaran Ditinjau Dari Motivasi Belajar Siswa Kelas XII IPS 4 SMA Negeri 6 Surakarta Tahun Pelajaran 2016/2017. J. Pendidik. Mat. dan Mat.*, 1 (4), 26–45.

PENGGUNAAN *LIVEWORKSHEET* PADA PEMBELAJARAN DARING
MATEMATIKA SISWA KELAS VII DI SMPN 21 MALANG

Anita Dwi Kurniawati¹⁾, Toto Nusantara²⁾

¹⁾SMPN 21 Malang

²⁾Universitas Negeri Malang

email : anitakurniawati81@guru.smp.belajar.id

toto.nusantara.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Pandemi covid19 menyebabkan pembelajaran di sekolah terjadi perubahan yang sangat fundamental. Pola pembelajaran yang selama ini berlangsung secara tatap muka (luring) bertransformasi menjadi pola pembelajaran jarak jauh (daring). Artikel ini mendeskripsikan penggunaan media pembelajaran *liveworksheet* materi persamaan linear satu variabel untuk siswa kelas VII di SMPN 21 Malang. *Blended learning* didesain untuk mengakomodasi masa transisi pemberlakuan Pertemuan Tatap Muka Terbatas (PTMT) seiring meningkatnya level kesehatan di kota Malang ke arah yang lebih baik. Dengan adanya perubahan pembelajaran siswa dari masa daring kembali ke masa luring maka perlu adanya aktivitas yang menarik bagi siswa agar minat belajar dan pemahaman siswa terhadap pelajaran matematika meningkat. Hasil evaluasi pembelajaran menunjukkan bahwa siswa merasa nyaman dengan media yang disediakan oleh guru, siswa tidak merasa sedang dievaluasi, siswa lebih berani untuk mencoba dan memperbaiki kesalahan sehingga hal ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi matematika.

Kata Kunci : Pembelajaran daring, *Blended Learning*, *liveworksheet*

PENDAHULUAN

Pandemi Covid19 yang melanda seluruh dunia termasuk Indonesia yang terjadi sekitar bulan Mei 2020, banyak berpengaruh terhadap berbagai aspek kehidupan diantaranya aspek ekonomi, aspek sosial, aspek kesehatan termasuk juga aspek pendidikan.

Pengaruh pandemi terhadap aspek pendidikan di Indonesia antara lain diterapkannya kebijakan dalam hal pelaksanaan pembelajaran, dimana pelaksanaan

pembelajaran di seluruh Indonesia tidak diperbolehkan dilakukan secara tatap muka atau luring (luar jaringan) dan hanya boleh dilakukan secara jarak jauh atau daring (dalam jaringan). Hal ini berdasarkan surat edaran yang dikeluarkan oleh Menteri Nadiem Anwar Makarim yaitu Surat Edaran Departemen Pendidikan Nomor 3 Tahun 2020, serta Surat Edaran Nomor 36962/MPK.A/HK/2020 tentang Pembelajaran secara Daring dan Bekerja dari Rumah dalam Rangka Pencegahan Penyebaran *Corona Virus Disease* (COVID-19), sehingga kegiatan pembelajaran dilaksanakan secara daring dari rumah.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) daring kemdikbud (2021), kata daring berarti dalam jaringan, terhubung melalui jejaring komputer, internet, dan sebagainya. Sedangkan menurut Sri Harnani [1] sistem pembelajaran daring merupakan sistem pembelajaran tanpa tatap muka secara langsung antara guru dan siswa, tetapi dilakukan melalui *online* yang menggunakan jaringan internet. Sehingga pembelajaran daring adalah pembelajaran yang dilakukan menggunakan jaringan dengan menggunakan perangkat teknologi berupa *handphone*, *Personal Computer* (PC), maupun tablet yang terhubung dengan internet. Dalam menjalankan kebijakan yang tentunya membawa wajah baru bagi pendidikan Indonesia ini tentunya masih terdapat banyak kendala dalam pelaksanaannya, karena tidak semua sekolah yang pernah melakukan sistem pembelajaran daring dan luring ini, maka wajar baik pihak guru, peserta didik maupun orang tua/wali peserta didik mendapatkan kendala menghadapi sistem baru ini [2]. Sehingga kebijakan ini membuat semua unsur yang terlibat dalam proses pembelajaran dalam hal ini guru, orang tua dan siswa harus menyiapkan segala sesuatu yang menunjang pembelajaran secara daring.

Pembelajaran daring ini mewajibkan pihak-pihak terkait yaitu guru, orang tua dan siswa untuk sama-sama dituntut berusaha keras agar pembelajaran tetap dapat berjalan dengan lancar di masa pandemi Covid19. Menurut Sri Harnani [1] guru dituntut dapat mendesain media pembelajaran sebagai inovasi dengan memanfaatkan media daring (*online*) sehingga dalam hal ini guru harus berupaya agar pelaksanaan pembelajaran tetap bisa mencapai tujuannya meskipun dilaksanakan secara daring serta guru harus kreatif dalam menciptakan metode belajar maupun menyiapkan media pembelajaran daring sehingga secara otomatis guru dituntut harus benar-benar menguasai teknologi. Guru juga harus menyiapkan materi ajar digital yaitu seperangkat materi yang dapat diakses melalui alat digital atau internet [3]. Sedangkan orang tua, agar anaknya dapat mengikuti

pembelajaran secara daring maka harus menyiapkan jaringan internet maupun paket kuota serta perlu mendampingi anak-anaknya belajar di rumah [1]. Demikian halnya siswa, mereka juga harus siap menggunakan teknologi misalnya cara melakukan pembelajaran dengan menggunakan *google meet* serta menggunakan *google classroom*.

Kebijakan pemerintah berkaitan dengan pandemi mengalami beberapa perubahan. Setelah beberapa waktu yaitu sekitar bulan April 2021 pemerintah sempat memperbolehkan adanya pembelajaran secara tatap muka meskipun dilaksanakan secara terbatas serta dengan protokol kesehatan yang ketat dengan dikeluarkannya SE Walikota Malang No. 15 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan pembelajaran tatap muka terbatas di masa pandemi *corona virus disease* 2019 di kota Malang. Namun di akhir bulan Juni di Kota Malang termasuk level 4 yang menunjukkan bahwa tingkat covid-19 di Kota Malang sedang tinggi sehingga Walikota Malang tidak memperbolehkan untuk melaksanakan pembelajaran tatap muka, hal ini berdasarkan SE Walikota Malang No 38 Tahun 2021 tentang perubahan kedua atas surat edaran Walikota Malang nomor 35 tahun 2021 tentang pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat darurat *corona virus disease* 2019.

Pada awal bulan September level covid-19 di Kota Malang sudah menjadi level 3, sehingga Walikota Malang mulai memperbolehkan kembali pelaksanaan pembelajaran tatap muka secara terbatas dengan ketentuan 4 hari pembelajaran yaitu Senin sampai Kamis dalam waktu maksimal 4 jam di sekolah tanpa istirahat karena dimungkinkan menimbulkan kerumunan. Akhirnya, di SMPN 21 Malang memutuskan untuk melaksanakan pembelajaran tatap muka terbatas mulai tanggal 6 September 2021 [4].

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif yang ditulis berdasarkan pengalaman dan pengamatan selama melaksanakan pembelajaran daring menggunakan media pembelajaran *liveworksheet*. Data yang diperoleh berupa hasil tugas yang dikumpulkan oleh siswa pada *google classroom*. Subjek yang dijadikan penelitian adalah siswa kelas 77 dan 78 SMPN 21 Malang dengan kemampuan heterogen yang merupakan siswa bimbingan penulis. Moleong [5] menyatakan penelitian kualitatif adalah penelitian untuk memahami fenomena apa saja yang dialami oleh subjek penelitian secara holistik, dan dengan cara mendeskripsikan dalam bentuk kata-kata serta

bahasa pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan memanfaatkan berbagai metode alamiah.

Langkah-langkah yang dilakukan oleh guru dalam melaksanakan penelitian ini adalah dengan membuat perencanaan media pembelajaran yang menarik untuk siswa agar siswa tidak monoton dalam melakukan pembelajaran secara daring. Media pembelajaran yang digunakan oleh guru yaitu menggunakan media pembelajaran *liveworksheet*.

PEMBAHASAN

Kebijakan pemerintah memperbolehkan pembelajaran tatap muka terbatas membuat semangat sekolah khususnya di SMPN 21 Malang untuk mempersiapkan segala hal dengan baik untuk kepentingan siswa yaitu di bagian persiapan pembelajaran maupun protokol kesehatan. Dalam hal protokol kesehatan, ada satuan tugas (satgas) yang melakukan piket saat awal siswa masuk gerbang sekolah dan saat pulang sekolah. Satgas bertugas memastikan siswa masuk gerbang sekolah menggunakan masker, mengarahkan ke *wastafel* untuk melakukan cuci tangan, meminta siswa memasukkan barang bawaan ke kotak pembersihan barang dan kemudian siswa berjalan menuju ruang kelas dengan tetap menjaga jarak mengikuti jalur yang telah dibuat. Pengaturan tempat duduk siswa juga sudah diatur sedemikian hingga siswa diharuskan untuk tetap menjaga jarak, dengan kapasitas siswa maksimal 50% dari total siswa dalam satu kelas. Sedangkan untuk pelaksanaan pembelajaran, di SMPN 21 menggunakan *blended learning* dengan alokasi waktu pembelajaran tatap muka terbatas dibuat 25 menit per satu jam pelajaran. Siswa juga tetap diberikan pembiasaan untuk melatih karakternya yaitu setiap pagi sekitar 15 menit siswa mendengarkan *asmaul husna*, hormat bendera dan mendengarkan lagu Indonesia raya baik secara daring maupun luring. Kegiatan pembiasaan secara luring secara terpusat dipimpin oleh perwakilan dari tim kesiswaan sedangkan pembiasaan secara daring dibimbing oleh wali kelas masing-masing.

Blended learning yang dilakukan di SMPN 21 Malang diatur dengan ketentuan masuk sekolah atau siswa yang melakukan pembelajaran tatap muka terbatas di sekolah dengan pembagian pengaturan yaitu untuk minggu pertama yang melakukan pembelajaran tatap muka terbatas adalah siswa kelas IX, minggu berikutnya siswa kelas VIII dan minggu selanjutnya adalah siswa kelas VII begitu seterusnya secara berulang. Pada saat siswa kelas IX melakukan pembelajaran tatap muka terbatas di sekolah, siswa

kelas VIII dan VII melakukan pembelajaran secara daring melalui *google classroom* yang sudah dimiliki masing-masing mata pelajaran tiap jenjangnya. Tidak sering guru melakukan *google meet* untuk menyampaikan materi pada saat siswa sedang pembelajaran daring tetapi saat guru melakukan *google meet*, dalam satu kelas (34 siswa) yang mengikuti *online* sekitar 20 siswa, yang mengaktifkan video sekitar 5 siswa dan sekitar 10 siswa pada saat diajak foto bersama. Sekitar kurang dari 10 siswa aktif menjawab atau merespon pertanyaan dari guru.

Pada saat pelaksanaan pembelajaran tatap muka terbatas ini, kelas dibagi menjadi dua yaitu kelas pertama untuk nomor presensi 1 sampai 17 dan kelas kedua untuk nomor presensi 18 sampai 34. Guru mengajar dengan cara berpindah lokasi antara kelas pertama dengan kelas kedua. Dalam hal ini guru harus memiliki teknik pembagian waktu dalam melaksanakan pembelajaran sehingga bisa tetap melakukan pembelajaran dengan maksimal meskipun masih penuh dengan keterbatasan dan pastinya membutuhkan tenaga ekstra.

Pembelajaran secara tatap muka membutuhkan persiapan dalam membuat rencana pelaksanaan pembelajaran *blended*. Guru di SMPN 21 Malang menyiapkan materi di kelas *online* menggunakan *google classroom*. Di *google classroom* guru menulis urutan kegiatan yang sekaligus pengecekan presensi siswa, kemudian guru juga memberikan materi dalam berbagai jenis format untuk memfasilitasi gaya belajar siswa yaitu dengan menyiapkan materi berupa *file pdf*, *microsoft word* maupun *power point* ataupun materi berupa video baik video *upload* secara pribadi maupun melalui *link youtube*. Untuk melakukan pengecekan pemahaman siswa, guru memberikan latihan soal menggunakan lembar aktifitas siswa, *google form*, menggunakan *quizizz* serta menggunakan *liveworksheet*.

Guru menyiapkan materi-materi sesuai kompetensi dasar yang harus diberikan ke siswa. Guru berusaha menyajikan materi dengan berbagai media pembelajaran agar menarik siswa dan mudah dipahami oleh siswa serta memfasilitasi semua gaya belajar siswa yaitu *audio*, *visual* dan *kinestetik*. Sehingga guru menyiapkan materi berupa *file pdf*, *microsoft word* maupun *power point*, video yang dibuat sendiri oleh guru atau mengambil *link* dari *youtube* serta materi yang membuat siswa mempraktikkan kegiatan sehingga dengan praktik tersebut siswa menjadi lebih paham terhadap materi yang disampaikan oleh guru. Sedangkan untuk latihan soal atau cek pemahaman untuk

dijadikan bahan evaluasi, guru menggunakan *google form*, *quizizz*, *liveworksheet*, atau pun lembar aktivitas siswa.

Pembuatan materi pada *file pdf*, *microsoft word* maupun *power point* membutuhkan kemampuan lebih guru dalam memberikan penjelasan materi sedemikian sehingga siswa menjadi paham terhadap materi yang disampaikan oleh guru, guru menyampaikan materi dengan diberikan gambar-gambar yang menarik untuk siswa. *Power point* ini juga dapat disampaikan atau dijadikan presentasi menjelaskan ke siswa pada saat *google meet*. Sedangkan dalam membuat materi dalam bentuk video, guru bisa menggunakan *power point* yang sudah dimiliki oleh guru kemudian diberi suara seolah-olah sedang menjelaskan ke siswa kemudian di rekam menggunakan aplikasi *bandicam* atau bisa menggunakan aplikasi yang serupa lainnya. Jika menggunakan *bandicam* dirasa kurang menarik, guru bisa menggunakan aplikasi lain misalnya *kinemaster*. Memang dalam membuat video pembelajaran pribadi ini, guru dituntut harus punya semangat dan kemampuan lebih terutama dalam hal waktu serta kemampuan *editing*.

Pemberian bahan evaluasi pada siswa dapat dilakukan oleh guru dengan menggunakan *google form*. Guru juga bisa menggunakan jenis yang lain agar siswa merasa tertantang sehingga guru bisa menggunakan media pembelajaran berupa *quizizz*. Sedangkan jika guru ingin melakukan pembelajaran secara berulang hingga siswa mendapatkan hasil sempurna dengan tampilan yang menarik, guru dapat menggunakan media pembelajaran berupa *liveworksheet*.

Media pembelajaran *liveworksheet* yang digunakan oleh guru ini membutuhkan beberapa persiapan dalam pembuatannya. Langkah-langkah dalam membuat media pembelajaran *liveworksheet* yaitu :

- 1) Menyiapkan terlebih dahulu lembar aktivitas yang menarik untuk siswa

KONSEP & PENYELESAIAN PLSV

Name: _____
Kelas/No Absen: _____

PLSV

Hubungkan yang termasuk kalimat terbuka maupun kalimat tertutup

Kalimat Terbuka

Kalimat Tertutup

Kota X adalah Ibu kota negara Indonesia
Pencipta lagu Indonesia raya adalah Kusnini
5 dikali 2 kemudian dikurangi 3 sama dengan 7
Suatu bilangan dikali 2 kemudian dikurangi 3 menghasilkan 7
Presiden pertama RI adalah Ir. Soekarno
 $3x + 9 = 0$

Pilihlah yang merupakan PLSV dan Bukan PLSV

$3x + 9 = 0$	➔	PLSV	Bukan PLSV
$x^2 + 2 = 6$	➔	PLSV	Bukan PLSV
$x^2 + 2 = 6$	➔	PLSV	Bukan PLSV

Gambar 1. Contoh Lembar Aktivitas Siswa Pada Materi PLSV

Tanggal : _____
Nama : _____
Kelas/ No. Absen : _____

HIMPUNAN

Petunjuk:

- Tuliskan identitas di atas dengan benar.
- Hendaknya kalian pelajari materi Himpunan sebelum mulai mengerjakan *liveworksheet* dan jika ada yang belum dipahami dapat bertanya kepada guru melalui whatsapp.
- Kerjakanlah *liveworksheet* (LW) dengan baik.
- Jika memungkinkan, kalian diperbolehkan berdiskusi dengan teman melalui whatsapp ataupun aplikasi lainnya.
- Jika *liveworksheet* ini sudah kalian kerjakan silahkan klik FINISH kemudian klik Check my answer
- Screenboot hasil nilai kalian beserta identitas kemudian serahkan melalui Google Classroom.
- Kalian dapat mengerjakannya *berulang kali* hingga kalian merasa mendapat nilai yang terbaik untuk diertikan pada guru.

◆ **Membedakan himpunan atau bukan himpunan**
Termasuk Himpunan atau Bukan Himpunan pernyataan di bawah ini.

Kumpulan	Himpunan	Bukan Himpunan
Kumpulan binatang buas		
Kumpulan video lucu		
Kumpulan buku matematika kelas VII		
Kumpulan sepeda		

◆ **Menyatakan Suatu Himpunan**
Pasangkanlah dengan jawaban yang tepat!

<p>1) Nyatakan himpunan berikut dengan suatu kalimat a. $E = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ Jawab:</p> <p>2) Nyatakan himpunan berikut dengan notasi pembentuk himpunan a. P = {bilangan genap kurang dari 8} Jawab: b. $Q = \{1, 3, 5, 7, 9, 11\}$ Jawab:</p> <p>3) Nyatakan himpunan berikut dengan mendaftar anggota-anggotanya a. N = {faktor dari 25} Jawab: b. $I = \{x \mid -3 < x \leq 5, x \in \text{bilangan bulat}\}$</p>	<p>Pilihan Jawaban :</p> <p>a. Himpunan bilangan asli kurang dari 6</p> <p>b. Himpunan bilangan asli kurang dari 5</p> <p>c. $\{Y, A, N, H, I, K, S\}$</p> <p>d. $\{-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$</p> <p>e. $\{x \mid x < 12, x \in \text{bilangan ganjil}\}$</p> <p>f. $\{1, 5, 25\}$</p> <p>g. $\{1, 25\}$</p>
--	---

Gambar 2. Contoh Lembar Aktivitas Siswa Pada Materi Himpunan

Pada lembar aktivitas yang akan disiapkan ini terdapat dua pilihan yaitu diberikan materi atau hanya bahan evaluasi. Jika pada *liveworksheet* ingin diberikan materi, maka guru dapat memberikan tambahan materi baik berupa tulisan maupun video. Sedangkan jika hanya ingin sebagai bahan evaluasi saja, maka pada *liveworksheet*

ini guru dapat menyiapkan tipe soal untuk bahan evaluasi yang tidak hanya jenis tipe soal pilihan ganda saja tetapi terdapat jenis soal menjodohkan, isian singkat, *drag and drop*, tebak suara.

Menggunakan *liveworksheet* memungkinkan siswa tidak merasa bosan dalam menyelesaikan soal evaluasi karena aktivitas tidak monoton hanya klik jawaban pilihan ganda. Lembar aktivitas yang dibuat ini hendaknya diberikan tambahan gambar yang menarik agar lebih menarik bagi siswa.

- 2) Menyimpan dalam bentuk *file pdf*
- 3) Mengunggah *file* pada halaman web <https://www.liveworksheets.com/>
- 4) Memberikan isian jawaban

Guru bisa menyiapkan lokasi untuk siswa menuliskan identitasnya, memberikan petunjuk cara mengerjakan, kemudian guru juga bisa memberikan awalan materi berupa video dan selanjutnya baru mulai mengerjakan soal.

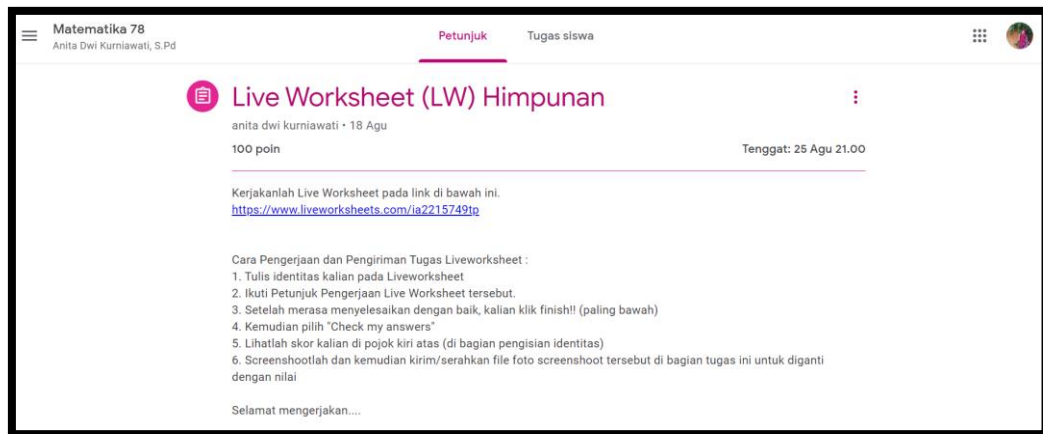
Guru menetapkan jenis tipe soal yang diinginkan baik berupa isian singkat, menjodohkan, *drag and drop*, maupun tebak suara.

Guru memberikan pilihan jawaban ataupun menunjukkan jawaban yang benar pada lembar aktivitas yang sudah disiapkan.

- 5) Menyimpan secara *online*

Guru diberikan pilihan ingin menjadikannya sebagai *myworksheet* atau *myworkbook*.

Langkah berikutnya setelah persiapan media pembelajaran berupa *liveworksheet* yaitu guru membagikan *link* untuk dibagikan pada *google classroom* siswa. Guru memberikan petunjuk cara pengiriman hasil tugas di *google classroom*. Guru menyampaikan bahwa siswa dapat mengerjakan secara berulang-ulang *liveworksheet* ini hingga siswa mendapatkan nilai 10 dan baru diperbolehkan mengirim hasilnya ke *googleclassroom*. Dengan menggunakan *liveworksheet* ini diharapkan siswa semangat untuk mendapatkan nilai sempurna dengan satu kali pengerjaan tetapi bagi yang di awal pengerjaan masih mendapatkan nilai yang kurang maksimal maka siswa dapat mengulanginya kembali sampai mendapatkan hasil yang maksimal. Hasil dari *liveworksheet* ini dapat dijadikan oleh guru sebagai nilai keterampilan maupun nilai pengetahuan siswa.



Gambar 2. Contoh petunjuk pengerjaan liveworksheet pada google classroom

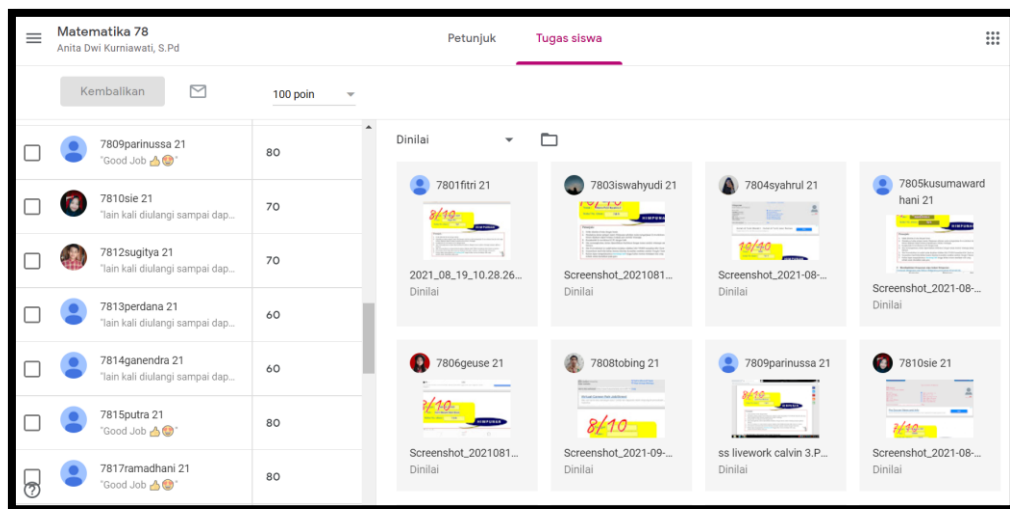
Bel berbunyi tanda guru harus masuk ke kelas untuk mulai melaksanakan pembelajaran tatap muka. Guru terlebih dahulu masuk ke kelas pertama, perwakilan siswa meminta siswa dalam satu kelas untuk berdiri dan memberi salam. Guru menjawab salam dan mempersilahkan siswa untuk duduk kembali. Guru bertanya sekaligus melakukan pengecekan apakah siswa sudah membaca urutan kegiatan yang akan dipelajari atau yang akan dilakukan siswa pada hari ini untuk mata pelajaran matematika. Setelah membahas tentang urutan kegiatan, kemudian guru meminta siswa untuk mempelajari materi yang sudah disiapkan oleh guru di *google classroom* dalam waktu kurang lebih 10 menit. Saat siswa pada kelas pertama sudah mulai belajar melalui *google classroom* guru berpindah lokasi ke kelas kedua. Perwakilan siswa dari kelas kedua meminta siswa dalam satu kelas untuk berdiri dan memberi salam. Guru menjawab salam dan mempersilahkan siswa pada kelas kedua ini untuk duduk kembali. Guru mulai bertanya sekaligus melakukan pengecekan apakah siswa sudah membaca urutan kegiatan yang akan dipelajari atau yang akan dilakukan siswa pada hari ini pada mata pelajaran matematika seperti halnya yang dilakukan pada kelas pertama dan setelah membahas tentang urutan kegiatan, guru juga meminta siswa pada kelas kedua untuk mempelajari materi yang sudah disiapkan oleh guru di *google classroom* dalam waktu kurang lebih 10 menit tetapi bedanya setelah 10 menit guru meminta siswa pada kelas kedua ini untuk mulai mengerjakan latihan soal pada *liveworksheet* yang sudah disiapkan oleh guru untuk mengecek pemahaman siswa. Kemudian guru kembali ke kelas pertama untuk mulai memberikan penjelasan materi atau penguatan materi pembelajaran serta melakukan tanya jawab dengan siswa selama sekitar 15 menit kemudian guru meminta siswa untuk

mulai mengerjakan *liveworksheet* dan mengirimkan nilai yang paling maksimal di *google classroom* sekaligus guru berpamitan dengan memberi salam untuk mengakhiri pembelajaran di kelas pertama. Setelah menutup pembelajaran di kelas pertama, guru berpindah ke kelas kedua untuk menjelaskan materi atau memberi penguatan materi pembelajaran serta melakukan tanya jawab dengan siswa kurang lebih sekitar 15 menit kemudian meminta siswa untuk mulai mengerjakan *liveworksheet* dan mengirimkan hasil yang paling maksimal di *google classroom*. Bel berbunyi tanda pembelajaran matematika berakhir kemudian guru mengucapkan salam di kelas kedua. Berikut tabel kegiatan guru dan siswa pada saat melakukan perpindahan lokasi dari kelas pertama ke kelas kedua dan sebaliknya :

Kelas pertama	Kelas kedua	Alokasi waktu
<ul style="list-style-type: none">• Siswa salam• Guru bertanya tentang urutan kegiatan sekaligus cek presensi yang ada di <i>google classroom</i>• Guru meminta siswa mempelajari materi yang sudah disiapkan oleh guru di <i>google classroom</i>		10 menit
<ul style="list-style-type: none">• Siswa mulai belajar materi yang ada di <i>google classroom</i>	<ul style="list-style-type: none">• Siswa salam• Guru bertanya tentang urutan kegiatan sekaligus cek presensi yang ada di <i>google classroom</i>• Guru meminta siswa mempelajari materi yang sudah disiapkan oleh guru di <i>google classroom</i>• Guru meminta siswa mengerjakan <i>liveworksheet</i> yang juga sudah disiapkan oleh guru di <i>google classroom</i>	10 menit
<ul style="list-style-type: none">• Guru menjelaskan materi atau memberi penguatan materi• Guru melakukan aktivitas tanya jawab dengan siswa• Guru salam tanda mengakhiri pembelajaran dan meminta siswa untuk mengerjakan <i>liveworksheet</i>	<ul style="list-style-type: none">• Siswa belajar materi yang ada di <i>google classroom</i>• Siswa mengerjakan <i>liveworksheet</i>	15 menit

<ul style="list-style-type: none"> • Siswa mengerjakan <i>liveworksheet</i> • Siswa mengirimkan tugas <i>liveworksheet</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menjelaskan materi atau memberi penguatan materi • Guru melakukan aktivitas tanya jawab dengan siswa • Siswa mengirimkan tugas <i>liveworksheet</i> • Guru salam tanda mengakhiri pembelajaran 	<p>15 menit</p>
--	--	-----------------

Perencanaan dan pelaksanaan sudah dilakukan, guru mulai membuka *google classroom* untuk melihat hasil tugas yang sudah dikirimkan oleh siswa. Guru mulai merekap nilai. Jika guru ingin menilai hasil akhir yang terbaik sebagai nilai keterampilan, maka guru dapat meminta siswa hanya mengirimkan atau *screenshot* hasil yang terakhir yang paling maksimal untuk dikirim ke *google classroom*, tetapi jika guru ingin mengetahui kemampuan siswa dan untuk melakukan evaluasi serta untuk mengetahui letak siswa melakukan kesalahan jawaban maka guru dapat meminta siswa untuk mengirimkan *screenshot* semua hasil pengerjaannya di *liveworksheet*.



Gambar 3. Contoh hasil pengerjaan siswa

Penggunaan media pembelajaran *liveworksheet* yang digunakan oleh guru tentunya memiliki kelemahan dan kelebihan. Menurut Prastika dan Masniladevi [6], salah satu kelebihan menggunakan *liveworksheet* untuk guru yaitu memberikan kemudahan dalam menggunakannya sedangkan untuk siswa yaitu siswa akan langsung menerima hasilnya. Sedangkan menurut Amalia dan Lestyanto [7], kelebihan menggunakan *liveworksheet*

bagi guru yaitu dapat menghemat waktu dan kertas sedangkan untuk siswa dapat interaktif dan memotivasi.

Berikut beberapa kelebihan dan kelemahan menggunakan media pembelajaran *liveworksheet*. Kelebihan menggunakan *liveworksheet* yaitu (1) Lembar kerja secara *online* sehingga meminimalisir pergantian kertas yang berpindah-pindah antara guru dan siswa, (2) Hemat kertas, (3) Jenis soal bervariasi tidak hanya pilihan ganda yaitu bisa isian singkat, menjodohkan, *drag and drop*, (4) Bisa diberikan tambahan materi berupa audio maupun video, (5) Setelah selesai mengerjakan siswa dapat langsung melihat hasilnya sekaligus dapat mengetahui letak jawaban yang masih salah, (6) Jika hasil yang didapat kurang maksimal, siswa dapat mengerjakannya kembali sampai berulang-ulang hingga hasil yang diinginkan, (7) Tampilan pada *liveworksheet* dapat dibuat semenarik mungkin sehingga siswa tidak bosan saat mengerjakan, (8) Banyak pilihan *liveworksheet* yang bisa langsung digunakan dalam beberapa bahasa, (9) Banyak pilihan *liveworksheet* yang dapat di *download* untuk di modifikasi menyesuaikan dengan kebutuhan guru, (10) Ada fasilitas tes suara (bisa digunakan untuk guru bahasa inggris), (11) Ada video tutorial yang mudah dipahami bagi guru yang ingin membuat *liveworksheet*, (12) Semua jawaban siswa dapat masuk ke email guru jika menggunakan jenis *myworkbook*. Sedangkan kelemahan menggunakan *liveworksheet* yaitu (1) Hasil siswa tidak bisa diimpor langsung ke *google classroom*, (2) Jika menginginkan hasil siswa secara lengkap, harus mendaftarkan masing-masing siswa terlebih dahulu, (3) Tidak bisa mengetahui jawaban siswa satu persatu kecuali di *screenshot* dan dikirim oleh siswa jika menggunakan jenis *myworksheets*, (4) Tutorial penggunaannya menggunakan bahasa inggris.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan media pembelajaran *liveworksheet* memiliki banyak keunggulan dan manfaat untuk guru dan siswa sehingga sangat disarankan bagi guru agar menggunakan media pembelajaran *liveworksheet* ini.

Beberapa manfaat yang dapat diambil oleh guru dan siswa jika menggunakan media pembelajaran *liveworksheet* diantaranya untuk guru yaitu guru memiliki jenis media pembelajaran yang variatif untuk digunakan dalam melaksanakan pembelajaran secara daring, guru memiliki banyak pilihan ataupun contoh lembar aktivitas yang menarik

untuk siswa, guru dapat membuat siswa untuk tidak mudah menyerah dalam mendapatkan nilai yang maksimal, guru memiliki nilai pengetahuan dan ketrampilan dari hasil tugas yang dikirim oleh siswa. Sedangkan manfaat untuk siswa yaitu menggunakan media pembelajaran *liveworksheet* membuat siswa tidak merasa sedang melakukan evaluasi karena jenis evaluasi yang tidak hanya berupa pilihan ganda yang hanya sekali tes, memungkinkan siswa dapat mencoba tes secara berulang kali hingga mendapatkan hasil yang semaksimal mungkin, serta siswa dapat belajar dari kesalahan dalam mengerjakan tugas karena akan ditunjukkan jawaban yang kurang tepat sehingga siswa dapat memperbaikinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sri Harnani. 7 Juli 2020 pada <https://bdkjakarta.kemendiknas.go.id/berita/efektivitas-pembelajaran-daring-di-masa-pandemi-covid-19>
- [2] Siti masitah, Jurnal Pendidikan Guru.
<https://jurnal.literasikitaindonesia.com/index.php/jurpendigu/article/view/184/202>
- [3] Alenezi, A. 2020. *The Role Of E-Learning Materials In Enhancing Teaching And Learning Behaviors*. International Journal of Information and Education Technology, 10(1), 48-56. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.1.1338>
- [4] Suaramalang.id <https://malang.suara.com/read/2021/09/01/073500/kota-malang-mulai-ptm-terbatas-6-september-2021?page=all>
- [5] Moleong, L. J. 2007. Metodologi Penelitian Kualitatif. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [6] Prastika, Y., & Masniladevi. 2021. *Pengembangan E-LKPD Interaktif Segi Banyak Beraturan Dan Tidak Beraturan Berbasis Liveworksheets Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas IV Sekolah Dasar*. Journal of Basic Education Studies, 4(1), 2601–2614.
- [7] Amalia, A. D., & Lestyanto, L. M. 2021. LKS Berbasis Saintifik Berbantuan LiveWorksheets untuk Memahami Konsep Matematis pada Aritmetika Sosial. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 5(3), 2911–2923. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/daring>



ANALISIS DISPOSISI BERPIKIR KRITIS MAHASISWA YANG BERKATEGORI RENDAH DALAM PEMECAHAN MASALAH TRANSFORMASI FUNGSI KOMPLEKS

^{1*}Darmawan Mas'ud Rahman, ²Sukoriyanto, ³Mochammad Hafidz

^{1,2,3}) Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Email : ¹ darmawan.masud.2003118@students.um.ac.id

² sukoriyanto.fmipa@um.ac.id

³ Moch.hafiish.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan disposisi berpikir kritis mahasiswa yang berkategori rendah dalam pemecahan masalah transformasi fungsi kompleks. Penelitian ini dilaksanakan pada mata kuliah fungsi kompleks program studi S1 pendidikan matematika Universitas Negeri Malang. Subjek dalam penelitian ini adalah 2 mahasiswa yang memiliki disposisi berpikir kritis berkategori rendah. Penelitian dilaksanakan dengan instrument berupa tes dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa yang berkategori rendah dalam memecahkan masalah transformasi fungsi kompleks berpotensi memiliki disposisi berpikir kritis. hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang memiliki kemampuan rendah mampu menyampaikan beberapa pendapat dan bertanya mengenai kesalahan pada soal yang diberikan. Hasil pekerjaan dari mahasiswa ini berpotensi memenuhi 3 indikator dari 7 indikator disposisi berpikir kritis, yaitu Truth-seeking, systematicity dan inquisitiveness. Secara umum mahasiswa belum memiliki kecenderungan untuk berpikir kritis pada dirinya, hal ini dapat ditandai dengan: kurangnya kesiapan dalam menghadapi masalah juga sikap yang kurang kritis terhadap persoalan yang diberikan, untuk itu mahasiswa selalu menyepelekan suatu masalah dan pertanyaan ketika dihadapkan dan beranggapan bahwa soal yang diberikan itu selalu benar.

Kata Kunci: Disposisi Berpikir Kritis, Pemecahan Masalah, fungsi kompleks

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika bertujuan agar seseorang memiliki kecenderungan berpikir kritis untuk menyelesaikan masalah. Seseorang yang berpikir kritis memiliki sifat kecenderungan dalam menganalisis sesuatu masalah terlebih dahulu tentang segala informasi yang ada (baik argument, bukti, atau hanya klaim) dengan cermat, dan menggunakan penalaran yang baik. Pemikir yang bersifat kritis tidak akan menerima secara dogmatis tentang semua informasi atau bahkan perintah yang diajukan kepadanya tanpa harus melakukan refleksi terlebih dahulu [1].

Dalam literasi kehidupan akademis, disposisi berpikir kritis dipandang memiliki potensi lebih dalam tumbuh kembangnya kecerdasan seseorang [2]. Ketika seseorang berusaha memecahkan suatu masalah, maka yang akan dibutuhkan adalah kegigihan dalam menghadapi dan menyelesaikan masalah dengan semangat dan perhatian serius, tekun dalam mengerjakannya, percaya diri dan rasa ingin tahu. Semua kebutuhan dalam proses memecahkan masalah merupakan indikator disposisi matematis yang dikemukakan Polking [2].

Pentingnya menggunakan disposisi berpikir kritis yang merupakan keutamaan tersendiri dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan masalah sebagaimana yang dikemukakan oleh [2]. As'ari dkk [3] berpikir kritis adalah pemikiran reflektif yang difokuskan dalam mengambil keputusan tentang apa yang harus dipercaya dan atau apa yang harus dilakukan. Berpikir kritis dibagi menjadi dua komponen, yaitu keterampilan berpikir kritis dan disposisi berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis merupakan aspek-aspek intelektual dalam berpikir kritis, sedangkan disposisi berpikir kritis merupakan kecenderungan untuk selalu menggunakan pikiran untuk berpikir kritis sebagaimana yang dikemukakan [4]. Hal ini didukung oleh Yunarti [5] yang mengatakan bahwa seorang pemikir kritis itu idealnya harus memiliki kemampuan dan disposisi berpikir kritis. Dalam hal ini, berpikir kritis yang dihadapi oleh seseorang merupakan kategori disposisi. Mahmudi [6] bahwa disposisi adalah kecenderungan untuk berperilaku secara sadar (*consciously*), teratur (*frequently*), dan sukarela (*voluntary*) yang mengarah pada pencapaian tujuan tertentu. Perilaku-perilaku tersebut antara lain: percaya diri, gigih, ingin tahu, dan berpikir fleksibel. Kemudian menurut Herlina [7] mendefinisikan disposisi sebagai sekumpulan sikap-sikap pilihan secara sadar dengan cara teratur.

Menurut Zhang (2017) mengungkapkan bahwa disposisi adalah bagian penting dalam berpikir kritis, seseorang yang mampu berpikir secara kritis tetapi tidak mau menggunakan kemampuan berpikir, maka tidak dianggap sebagai berpikir kritis. Berdasarkan teori tersebut, bahwa disposisi adalah kecendrungan, kebiasaan atau sikap untuk berpikir dengan cara atau kondisi tertentu sebelum melakukan suatu tindakan yang menghasilkan suatu kesimpulan. Disposisi berpikir kritis merupakan kecenderungan seseorang dalam melihat suatu kondisi tertentu untuk melakukan refleksi pikiran secara kritis. Kemudian Facione dan Giancarlo, mengatakan bahwa “critical thinking dispositions as a person’s internal motivation to think critically whwn faced with problems to solve, ideas to evaluate, or decisions to make”, yang berarti bahwa seseorang ketika menghadapi suatu masalah, mengevaluasi suatu ide, atau membuat keputusan akan berpikir kritis untuk memecahkan suatu masalah tersebut, mengevaluasi suatu ide, atau membuat keputusan. Berpikir kritis dalam hal ini sebagai suatu motivasi internal yang biasa disebut dengan disposisi berpikir kritis.

Berdasarkan paparan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa disposisi berpikir kritis adalah tindakan kecenderungan untuk selalu bersikap menggunakan pemikiran secara kritis dalam menganalisis suatu masalah sebelum melaksanakan tindakan. Disposisi berpikir kritis adalah menggambarkan semangat kekritisian atau kecenderungan untuk berpikir kritis dengan karakteristik keingintahuan mendalam, ketajaman berpikir, ketekunan dalam mengembangkan akal pikiran, kebutuhan atas informasi yang dapat dipercaya. Orang yang mempunyai disposisi

berpikir kritis cenderung memikirkan terlebih dahulu segala sesuatu yang ada kaitannya dengan tindakan yang akan dilakukan dan tidak mudah menerima sesuatu yang diberikan secara dogmatis. Disposisi berpikir kritis adalah gerbang untuk kegiatan berpikir kritis dan sebagai tahap awal untuk mencapai kegiatan berpikir kritis [8]. Menurut As'ari [3] seseorang dikatakan memiliki disposisi berpikir kritis ketika dihadapkan pada permasalahan dan pertanyaan jika memiliki ciri-ciri khusus, yaitu (a) mengklarifikasi tentang kejelasan dari sebuah masalah, (b) mencari sumber yang relevan, (c) rasional dalam menerapkan kriteria, (d) mengerjakan masalah yang kompleks dan terurut, (e) fokus dalam memperhatikan masalah utama, (f) tekun meskipun menemui kesulitan, (g) teliti dengan mempertimbangkan subjek dan keadaan.

Menurut As'ari [3] terdapat 7 (tujuh) instrument CCTDI (*California Critical Thinking Disposition Inventory*) yang digunakan dalam menentukan disposisi berpikir kritis seseorang, yakni: (1) *Truth-seeking*, kebiasaan selalu meng-inginkan pemahaman terbaik tentang situasi, disertai alasan dan bukti yang terkait; (2) *Open-mindedness*, kecenderungan untuk membiarkan orang lain menyuarakan pandangannya, orang yang berpikiran terbuka memiliki sikap toleransi dan penerimaan terhadap pendapat orang lain; (3) *Analyticity*, kecenderungan untuk berhati-hati terhadap apa yang terjadi berikutnya. Hal ini berkaitan dengan antisipasi konsekuensi baik atau buruknya situasi, pilihan, proposal dan rencana; (4) *Systematicity*, kecenderungan atau kebiasaan kerja keras untuk menyelesaikan masalah dengan disiplin dan sistematis; (5) *Self-confidence*, kecenderungan memercayai penggunaan akal dan berpikir reflektif untuk memecahkan masalah; (6) *Inquisitiveness*, keingintahuan intelektual, yaitu kecenderungan untuk ingin tahu segala sesuatu, bahkan pada hal secara jelas tidak berguna saat ini; (7) *Maturity of judgement*, kematangan kognitif yang berkaitan dengan kecenderungan untuk melihat masalah yang rumit, membuat penilaian secara tepat waktu, dan tidak melakukan penundaan pada apa yang bisa dilakukannya.

Pentingnya peran disposisi dalam menunjang keterampilan berpikir kritis seseorang tidak terlalu banyak yang memperhatikan. Kurangnya perhatian terhadap disposisi berpikir kritis mahasiswa adalah hanya memperhatikan hasil pekerjaan dan nilai ujian mahasiswa, tanpa memperdulikan sikap mahasiswa dalam pencarian kebenaran, rasa ingin tahu, dan berpikir terbuka selama proses pembelajaran berlangsung. Pada dasarnya, kemampuan disposisi berpikir kritis adalah kemampuan esensial yang perlu dimiliki dan dikembangkan oleh siswa yang belajar matematika. Namun pada kenyataannya kemampuan disposisi berpikir kritis siswa masih cukup rendah, karena selama proses pembelajaran di kelas masih sedikit mahasiswa yang mempunyai kemampuan disposisi berpikir kritis.

Transformasi kompleks merupakan materi kuliah tingkat S1 jurusan matematika yang memiliki konsep pemahaman dengan bernalar secara transformasi kebalikan. Berdasarkan hasil mengajar dalam kuliah praktek lapangan (KPL) di prodi pendidikan matematika Universitas Negeri Malang terdapat pembagian kategori mahasiswa yakni: kategori rendah, kategori sedang dan kategori tinggi. Pembagian kategori tersebut dengan menggunakan kemampuan pemecahan masalah untuk dapat mengetahui kemampuan mahasiswa dalam memahami suatu materi.



Sehingga peneliti dalam hal ini meneliti kecenderungan mahasiswa yang memiliki kategori rendah melalui indikator disposisi berpikir kritis.

Sehingga dalam pembagian kategori dengan menggunakan indikator disposisi berpikir kritis menurut As'ari (2019) yang terdapat 7 indikator disposisi berpikir kritis, sehingga dapat disimpulkan bahwa mahasiswa yang berpotensi memiliki kemampuan disposisi berpikir kritis yang berkategori tinggi apabila mampu memenuhi 6-7 dari 7 indikator disposisi berpikir kritis, mahasiswa berkemampuan disposisi berpikir kritis yang berkategori sedang apabila mampu memenuhi 4-5 dari 7 indikator disposisi berpikir kritis dan mahasiswa berkemampuan disposisi berpikir kritis yang berkategori rendah apabila mampu memenuhi 2-3 indikator disposisi berpikir kritis dari 7 indikator disposisi berpikir kritis.

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana kemampuan disposisi berpikir kritis mahasiswa yang berkategori rendah dalam memecahkan masalah transformasi fungsi kompleks?”. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis disposisi berpikir kritis mahasiswa yang berkategori rendah dalam memecahkan masalah transformasi fungsi kompleks.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif jenis deskriptif, dimana hasil penelitian akan dianalisis secara kualitatif dan dinyatakan dalam persentase. penelitian ini dilaksanakan di kelas E dengan mahasiswa berjumlah 20 mahasiswa yang nantinya subjek penelitiannya terdiri dari 2 mahasiswa yang mewakili 1 absen genap dan 1 absen ganjil. Instrumen penelitian menggunakan tes yang terdiri dari 2 soal dan wawancara. Teknik analisis data dilakukan pengumpulan data, penyajian data dan penarikan kesimpulan dari hasil pengerjaan tes dan wawancara. Selanjutnya, hasil dideskripsikan secara kualitatif deskriptif.

HASIL

Untuk mengetahui disposisi berpikir kritis mahasiswa yang berkategori rendah dalam pemecahan masalah transformasi fungsi kompleks diberikan permasalahan berupa soal berpikir kritis yang bersifat sedang, yakni sebagai berikut:

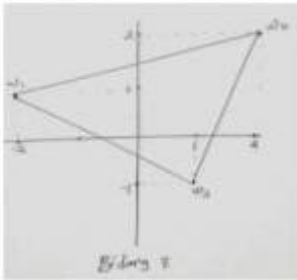
Soal:

Soal 1 :

1. Perhatikan dengan cermat proses pemetaan bidang z ke dalam bidang w yang dipetakan oleh $w = \frac{1}{z}$ di bawah ini! dan
2. Apakah terjadi **dilatasi dan refleksi** terhadap pemetaan dibawah ini! jika ada, tentukan!

Terdapat 3 (tiga) titik pada diagram z yakni: $z_0 = 2 + 2i$, $z_1 = -2 + i$, dan $z_2 = 1 - i$. Yang dipetakan oleh $w = \frac{1}{z}$

Jika digambarkan dalam bidang z seperti gambar dibawah ini!



Untuk mencari titik pada bidang w oleh pemetaan $w = \frac{1}{z}$ Kita menghitung secara manual dengan rumus:

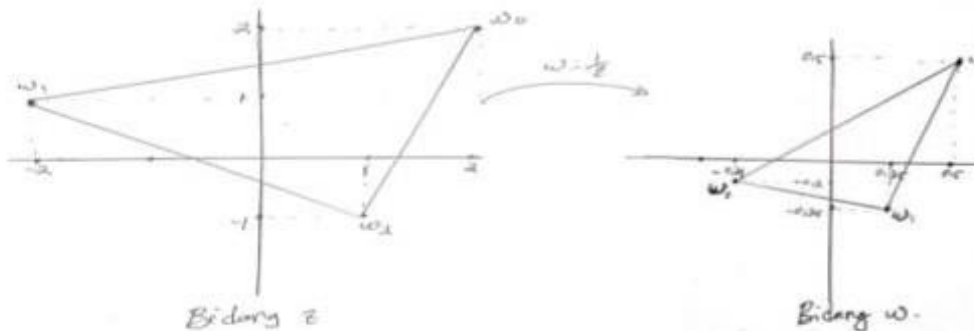
$$w = f(z) = \frac{1}{x + iy} = \left(\frac{1}{x + iy} \right) \times \left(\frac{x - iy}{x - iy} \right) = \frac{x - iy}{x^2 + y^2} = \frac{x}{x^2 + y^2} + i \frac{-y}{x^2 + y^2}$$

$$w_0 = \frac{1}{-2 + i} = \left(\frac{1}{-2 + i} \right) \times \left(\frac{-2 - i}{-2 - i} \right) = \frac{-2 - i}{2^2 + (-1)^2} = \frac{-2 - i}{4 + 1} = \frac{-2 - i}{5} = -\frac{2}{5} - \frac{1}{5}i$$

$$w_1 = \frac{1}{2 + 2i} = \left(\frac{1}{2 + 2i} \right) \times \left(\frac{2 - 2i}{2 - 2i} \right) = \frac{2 - 2i}{2^2 - (2i)^2} = \frac{2 - 2i}{4 + 4} = \frac{2 - 2i}{8} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4}i$$

$$w_2 = \frac{1}{1 - i} = \left(\frac{1}{1 - i} \right) \times \left(\frac{1 + i}{1 + i} \right) = \frac{1 + i}{1^2 - i^2} = \frac{1 + i}{1 + 1} = \frac{1 + i}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i$$

Maka, pemetaan bidang z ke bidang w oleh $w = \frac{1}{z}$ adalah seperti gambar di bawah ini:



1

Pada soal tersebut memiliki permasalahan yang harus diteliti dan dikaji ulang oleh subjek atau mahasiswa, pada urutan w_0 , w_1 , w_2 tidak terurut sehingga perlu di lihat kembali, ketidakterurutan dalam mengitung suatu titik pada bidang tersebut maka akan menghasilkan suatu jawaban yang keliru. kecendrungan berpikir kritis tidak hanya mengerjakan langsung sesuai dengan perintah, akan tetapi bagaimana perintah atau masalah harus dilihat kembali untuk mengecek apak itu betul atau tidak. Sebagaimana seseorang yang memiliki disposisi berpikir kritis tidak secara dogmatis ketika melihat masalah dan pertanyaan, akan tetapi selalu merefleksikan

dan menganalisis suatu masalah dan pertanyaan yang ada sebelum melakukan suatu tindakan yang menghasilkan suatu kesimpulan atau jawaban.

Berikut hasil jawaban subjek:

Jawaban subjek 1

Tiga titik pada diagram z yakni: $z_0 = 2+2i$, $z_1 = -2+i$, dan $z_2 = 1-i$ dipetakan oleh $w = \frac{1}{z}$

$$w = f(z) = \frac{1}{x+iy} = \frac{1}{x+iy} \cdot \frac{x-iy}{x-iy} = \frac{x-iy}{x^2+y^2}$$

$$w_0 = \frac{1}{2+2i} = \frac{2-2i}{8} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4}i$$

$$w_1 = \frac{1}{-2+i} = \frac{-2-i}{5} = -\frac{2}{5} - \frac{1}{5}i$$

$$w_2 = \frac{1}{1-i} = \frac{1+i}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i$$

bidang z .

* Dilatasi:
 $w = \frac{x}{x^2+y^2} - i \frac{y}{x^2+y^2}$
 $w = \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}} \left(\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}} - i \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}} \right) = \frac{1}{r} (\cos \theta - i \sin \theta)$
 diubah ke bentuk polar dengan $r = \sqrt{x^2+y^2}$
 $w = \frac{1}{r} (\cos \theta - i \sin \theta)$

Karena nilai $r < 1$, maka segitiga tersebut mengecil.

* Rotasi:
 $\theta = \arctan(\tan \theta) = \arctan(1) = 45^\circ$

* Refleksi:
 $z = r \cdot e^{i\theta}$, maka $w = \frac{1}{z} = \frac{1}{r \cdot e^{i\theta}} = \frac{1}{r} \cdot e^{-i\theta}$
 Karena θ bernilai negatif, maka terjadi refleksi

bidang w

Jawaban subjek 2

Terdapat 3 titik pada bidang z
 $z_0 = 2 + 2i$, $z_1 = -2 + i$, $z_2 = 1 - i$
 Dipelembah $w = f(z) = \frac{1}{z}$, dgn $z = x + iy$
 $f(z) = \frac{1}{z} = \frac{1}{x + iy} = \frac{x - iy}{x - iy} = \frac{x - iy}{x^2 + y^2}$

Hasil pemetaan:
 $w_0 = \frac{1}{z_0} = \frac{2 - 2i}{8} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4}i$
 $w_1 = \frac{1}{z_1} = \frac{2 - i}{-2 - i} = \frac{-2 - i}{5} = -\frac{2}{5} - \frac{1}{5}i$
 $w_2 = \frac{1}{z_2} = \frac{1 + i}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i$

Pergerakan apakah terdapat rotasi, refleksi, atau mungkin dilatasi.

Rotasi:
 $\tan \theta = \frac{y}{x} = 1$
 $\theta = 45^\circ$
 Jadi terjadi rotasi 45° berlawanan arah jarum jam

Refleksi (gunakan bentuk eksponen)
 $z = r \cdot e^{i\theta}$, maka $w = \frac{1}{z} = \frac{1}{r \cdot e^{i\theta}} = \frac{1}{r} \cdot e^{-i\theta}$
 Karena θ bernilai negatif, maka terjadi refleksi

Dilatasi
 $w = \frac{x - iy}{x^2 + y^2} = \frac{x}{x^2 + y^2} + i \frac{-y}{x^2 + y^2}$
 Misal:
 $u = \frac{x}{x^2 + y^2}$, $v = \frac{-y}{x^2 + y^2}$
 $w = u + iv$ bisa ubah ke bentuk polar ($w = r \cdot cis \theta$)
 maka $w = \left(\sqrt{u^2 + v^2} \right) cis \theta$
 $= \left(\sqrt{\left(\frac{x}{x^2 + y^2} \right)^2 + \left(\frac{-y}{x^2 + y^2} \right)^2} \right) cis \theta$
 $= \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2}} (cos \theta + i sin \theta)$ → karena $r < 1$, cagilngannya mengecil

Dari hasil jawaban dua subjek penelitian di atas memiliki kecenderungan disposisi berpikir kritis, dalam artian tidak hanya menerima secara dogmatis tentang masalah atau pertanyaan yang berikan, akan tetapi subjek melakukan refleksi pemikiran terhadap suatu masalah dan pertanyaan serta mempertanyakan persoalan yang ada sebelum dikerjakan.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa subjek yang memiliki disposisi berpikir kritis berkategori rendah dalam memecahkan masalah transformasi fungsi kompleks berpotensi memiliki disposisi berpikir kritis yang berkategori rendah. Hal ini dapat ditunjukkan dengan mahasiswa mampu memenuhi 3 indikator disposisi berpikir kritis dari 7 indikator berpikir kritis yakni: Truth-seeking, systematicity dan inquisitiveness. (1) *truth-seeking* yang ditunjukkan melalui penyampaian beberapa pendapat mengenai variabel – variabel yang terdapat dalam permasalahan yang diberikan; (2) *inquisitiveness* yang ditunjukkan melalui pertanyaan – pertanyaan yang ditanyakan mahasiswa mengenai kejanggalan dari permasalahan yang diberikan, dan (3) *Systematicity*, kecenderungan atau kebiasaan kerja keras untuk menyelesaikan

masalah dengan disiplin dan sistematis. Dikatakan disposisi berpikir kritis yang berkategori rendah, karena bukti yang ditunjukkan oleh subjek masih belum cukup untuk menunjukkan disposisi berpikir kritis dalam dirinya. Dikarenakan selain terdapat indikator - indikator dalam mengukur disposisi berpikir kritis terdapat pula ciri – ciri khusus seseorang dikatakan memiliki disposisi berpikir kritis ketika dihadapkan pada permasalahan dan pertanyaan, yaitu: (a) mengklarifikasi tentang kejelasan dari sebuah masalah, (b) mencari sumber yang relevan, (c) rasional dalam menerapkan kriteria, (d) mengerjakan masalah yang kompleks dan terurut, (e) fokus dalam memperhatikan masalah utama, (f) tekun meskipun menemui kesulitan, (g) teliti dengan mempertimbangkan subjek dan keadaan. Subjek dalam penelitian ini masih belum bisa mencapai ciri – ciri mencari sumber yang relevan dan rasional dalam menerapkan kriteria. Jadi, disposisi berpikir kritis dalam diri subjek ini masih berkategori rendah.

Berdasarkan temuan penelitian pada pendahuluan di atas, juga dapat dilihat bahwa orang yang berdisposisi berpikir kritis ketika dihadapkan pada suatu masalah akan mengecek terlebih dahulu permasalahan yang dihadapi sebelum menyelesaikannya, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa indikator disposisi berpikir kritis melakukan pengecekan kebenaran sebelum menyelesaikan soal. Sebagaimana menurut As'ari (2019) bahwa indikator disposisi berpikir kritis mencakup tujuh hal, yakni: (1) *Truth-seeking* merupakan kebiasaan selalu menginginkan pemahaman terbaik tentang situasi tertentu, (2) *Open-mindedness* yaitu suatu kecenderungan untuk mengizinkan pandangan berbeda, (3) *Analyticity* yaitu kecenderungan untuk peka terhadap apa yang terjadi berikutnya jika sesuatu sudah diterima sebagai kebenaran, (4) *Systematicity* yaitu kebiasaan seseorang untuk berusaha menyelidiki masalah secara tertib, dan sistematis meskipun tidak mengetahui secara pasti pendekatan seperti apa yang harus digunakan, (5) *self-confidence* yaitu mempercayai pemikiran reflektifnya dalam mengambil keputusan, (6) *Inquisitiveness* yaitu selalu merasa penasaran terhadap hal-hal yang bersifat intelektual, (7) *Cognitive maturity* yaitu kematangan dari keputusan yang diambil. sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Purwanto (2018) menjelaskan bahwa proses pencarian kebenaran ketika memecahkan masalah matematika didasarkan pada proses memeriksa kebenaran di balik informasi yang terkait dengan pertanyaan dan koordinasi untuk membuat keputusan tentang pemecahan masalah yang dimediasi oleh semua benda yang bersangkutan. Oleh karena itu, disposisi berpikir kritis harus diterapkan dan dikembangkan dalam proses pembelajaran dalam semua mata konteks pelajaran, untuk menghasilkan mahasiswa yang memiliki kualitas kecenderungan berpikir kritis yang baik

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, subjek yang memiliki disposisi berpikir kritis yang berkategori rendah mampu memenuhi 3 (tiga) indikator disposisi berpikir kritis dari 7 indikator disposisi berpikir kritis yaitu indikator *Truth-seeking*, *systematicity* dan *inquisitiveness*. Indikator disposisi berpikir kritis tersebut dibuktikan dari sikap mahasiswa yang berkategori rendah yang bertanya dan menyampaikan pendapatnya mengenai permasalahan yang diberikan. Bukan hanya indikator disposisi berpikir kritis yang mampu

ditunjukkan, sikap kepekaan dan kecenderungan dalam menghadapi situasi dan kondisi tertentu juga sudah di tunjukkan oleh mahasiswa yang berkategori rendah. Selain itu, mahasiswa juga sudah mampu memenuhi ciri – ciri khusus seseorang dikatakan memiliki disposisi berpikir kritis ketika dihadapkan pada permasalahan dan pertanyaan yaitu mengklarifikasi tentang kejelasan dari sebuah masalah, mengerjakan masalah yang kompleks dan terurut, fokus dalam memperhatikan masalah utama, tekun meskipun menemui kesulitan, teliti dengan mempertimbangkan segala sesuatu yang ada. Dengan demikian dapat diartikan bahwa mahasiswa yang berkategori rendah dalam menyelesaikan masalah transformasi fungsi kompleks berpotensi memiliki disposisi berpikir kritis yang berkategori rendah.

Saran peneliti bagi penitili selanjutnya adalah mengoptimalkan disposisi berpikir kritis matematis dalam mengembangkan model pembelajaran yang mampu melatih keterampilan disposisi berpikir kritis peserta didik.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] As'ari, A. R., Mahmudi, A., & Nuerlaelah, E. 2017. *Our Prospective Mathematic Teachers Are Not Critical Thinkers Yet*. Journal on Mathematics Education, 8(2), 145-156. doi: 10.22342/jme.8.2.3961.145-156.
- [2] Alghadari, F. 2013. *Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan dan Disposisi Berpikir Kritis Matematik Siswa SMA*. Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia. ISSN 1412-565 X.
- [3] As'ari, 2019. *Ragam Soal Matematis untuk Mengembangkan Disposisi Berpikir Kritis*. Edisi 1. Malang: Universitas Negeri Malang.
- [4] Lai, E. R. 2011. *Critical Thinking: "A Literature Review Research Report*. www.sciepub.com/reference/230104.
- [5] Yunarti. 2011. *Kemampuan Disposisi Berpikir Kritis Siswa yang Berkategori Rendah* . Journal of Mathematics Education, 9(2), 311-326. www.researchgate.net/publication/328280789.
- [6] Mahmudi, A. 2011. *Problem Solving untuk Menilai Hasil Belajar Matematika*. Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta, 20, (ISBN: 978-979-16353-6-3).
- [7] Herlina, E. 2013. *Meningkatkan Disposisi Berpikir Kreatif Matematis Melalui Pendekatan APOS*. Infinity Journal, 2(2), 169-182. doi: 10.22460/infinity.v2i2.p169-182
- [8] Hunaepi, 2018. *Validitas Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Terintegrasi Kearifan Lokal Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Dan Disposisi Berpikir Kritis Mahasiswa*. JUDIKA (JURNAL PENDIDIKAN UNSIKA), 6(2), 47-58.

**PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN SISWA DARING BERCIRIKAN
PENDEKATAN SAINTIFIK MENGGUNAKAN *LIVE WORKSHEET* PADA
MATERI PELUANG SMP KELAS VIII**

Mustika Damayanti^{1,*}, Latifah Mustofa Lestyanto²

^{1,2}Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

*Penulis Korespondensi

Email : mustikadamayanti632@gmail.com

Abstrak

Pandemi COVID-19 yang terjadi di seluruh dunia, termasuk Indonesia, secara langsung mempengaruhi proses pembelajaran di sekolah. Dengan berubahnya proses pembelajaran menjadi daring maka diperlukan juga bahan ajar baru yang dapat membantu proses belajar siswa, salah satunya dengan menggunakan lembar kegiatan siswa daring. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan lembar kegiatan siswa daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheet* pada materi peluang yang valid, praktis, dan efektif. Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan dengan model pengembangan 4-D yang terdiri dari empat langkah yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Lembar Kegiatan Siswa (LKS) ini diuji cobakan kepada 13 siswa kelas VIII SMP. Data penelitian diperoleh dari instrumen pengumpulan data yang terdiri dari lembar validasi, angket respon siswa, angket respon guru, dan soal tes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. LKS dinyatakan sangat valid oleh dosen ahli dengan persentase 93,75% dan valid oleh guru dengan persentase 80,81%. LKS juga dinyatakan praktis dengan tingkat kepraktisan yang diperoleh dari angket respon siswa menunjukkan persentase 81,75% dengan kriteria sangat praktis dan angket respon guru menunjukkan persentase 90% dengan kriteria sangat praktis. LKS memenuhi kriteria efektif dengan 84,62% siswa mendapatkan nilai tes di atas Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yaitu 64.

Kata kunci: lembar kerja siswa daring, pendekatan saintifik, *live worksheet*, peluang

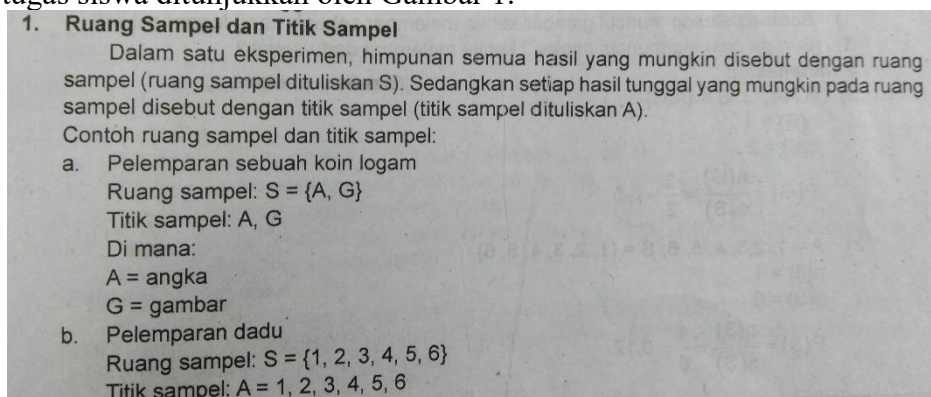
PENDAHULUAN

Lebih dari satu tahun terakhir pandemi COVID-19 berlangsung di seluruh dunia. Pandemi yang terjadi secara langsung memberikan dampak pada semua sektor kehidupan, termasuk sektor pendidikan. Di Indonesia sendiri, kegiatan pembelajaran yang sebelumnya dilakukan secara luring (luar jaringan) harus berganti menjadi pembelajaran daring (dalam jaringan) untuk menghindari rantai penyebaran COVID-19. Dengan perubahan berbagai situasi dan kondisi, pembelajaran daring dipilih karena memberikan kemudahan dalam memberikan transfer informasi[1].

Bahan ajar yang digunakan selama proses pembelajaran, termasuk pembelajaran daring, sangatlah perlu untuk diperhatikan. Penggunaan bahan ajar yang tepat akan membantu siswa untuk mempelajari suatu materi pembelajaran. Salah satu bahan ajar yang umum digunakan oleh guru di sekolah adalah lembar kegiatan siswa (LKS). Lembar kegiatan siswa merupakan bahan ajar yang disajikan secara luring terdiri dari materi ajar dan langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang harus siswa capai[2]. Jadi, lembar kegiatan siswa daring bisa didefinisikan sebagai bahan ajar yang disajikan secara daring terdiri dari materi ajar dengan langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang wajib siswa capai atau selesaikan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika SMPIT Nuurul Fikri Kabupaten Trenggalek pada bulan Maret 2021, guru lebih sering menggunakan video yang bersumber dari youtube untuk pembelajaran. Video yang digunakan kebanyakan masih bersifat informatif dan tidak membimbing siswa untuk memahami konsep. Guru tersebut juga mengatakan bahwasanya beliau terkadang merasa kesulitan untuk menentukan video pembelajaran yang sesuai.

Selain menggunakan video yang bersumber dari youtube, guru juga menggunakan Buku Tugas Siswa. Buku Tugas Siswa berisi uraian materi dan juga latihan soal. Kurikulum yang digunakan dalam buku tugas siswa mengikuti kurikulum yang berlaku yaitu kurikulum 2013. Walaupun demikian, masih ada beberapa kekurangan dalam Buku Tugas Siswa tersebut. Diantaranya adalah buku yang masih dicetak dengan hitam putih sehingga kurang menarik bagi siswa. Penyampaian materi juga masih bersifat informatif, sehingga siswa kurang dilibatkan dalam memahami konsep itu sendiri. Salah satu bagian dari buku tugas siswa ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Buku Tugas Siswa

Beberapa kekurangan yang terdapat pada bahan ajar yang digunakan berimbas pada kurangnya pemahaman konsep siswa. Siswa juga cenderung pada menghafal tanpa memahami apa yang dihafal. Kurangnya pemahaman siswa terhadap materi akan berakibat pada menurunnya hasil belajar siswa. Permasalahan ini dapat diatasi salah satunya dengan cara mengembangkan LKS untuk siswa.

LKS yang dikembangkan perlu disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan mengikuti kurikulum yang sedang berlaku yaitu kurikulum 2013. Langkah-langkah pembelajaran berbasis kurikulum 2013 dilaksanakan salah satunya dengan menggunakan pendekatan saintifik. Menurut Marwiyah, dkk[3] pendekatan saintifik ini menekankan pada siswa agar secara aktif mengikuti kegiatan pembelajaran yaitu mengamati (*observing*), menanya (*questioning*), mengumpulkan informasi melalui kegiatan mencoba (*experimenting*), menalar (*associating*), dan mengomunikasikan (*communicating/networking*). Dengan menggunakan pendekatan saintifik, ilmu tidak hanya akan diberikan secara langsung dari guru ke siswa tetapi siswa juga harus secara aktif menggali

pengetahuan dan mewujudkan ide-ide baru secara mandiri. Guru di sini berperan sebagai fasilitator bukan hanya pentransfer ilmu.

Dikarenakan pembelajaran yang dilaksanakan secara daring maka LKS yang dikembangkan pun secara daring, salah satunya melalui *live worksheet*. *Live worksheet* merupakan media yang menjadikan lembar kerja atau lembar kegiatan tradisional menjadi interaktif dan disajikan secara daring[4]. Beberapa kelebihan yang dimiliki *live worksheet* diantaranya yaitu mudah digunakan oleh guru maupun siswa, dapat menyisipkan banyak gambar dan berwarna.

Telah ada beberapa penelitian terkait dengan penggunaan pendekatan saintifik dalam pembelajaran seperti penelitian Setyorini, dkk[5] yang mengembangkan Lembar Kerja Siswa menggunakan pendekatan saintifik pada materi pola bilangan. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Arifin dan Sepriyani[2] menunjukkan bahwa LKS yang dikembangkan dengan pendekatan saintifik dapat membangkitkan minat siswa dalam belajar. Lebih lanjut lagi, penelitian Fitriani, dkk[4] menunjukkan bahwa penggunaan *Live Worksheet Realistic Mathematics Education* dapat menaikkan kemampuan abstraksi matematis siswa SMP. Dari penelitian-penelitian tersebut, penelitian terkait dengan pengembangan LKS daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheet* pada materi peluang kelas VIII belum dilakukan. Oleh karena itu, Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheet* pada materi peluang SMP kelas VIII perlu dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lembar kegiatan siswa daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheet* pada materi peluang SMP kelas VIII yang valid, praktis, dan efektif.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan peneliti adalah penelitian pengembangan. Sedangkan model pengembangannya menggunakan model pengembangan 4-D[6] yang terdiri dari empat langkah yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Pada langkah pertama yaitu *define* (pendefinisian) dilakukan observasi masalah, analisis pelajar atau siswa, analisis kurikulum yang berlaku, dan analisis materi, serta menentukan tujuan pembelajaran. Selanjutnya pada langkah *design* (perancangan) dilakukan pemilihan media dan bentuk penyajian pembelajaran. Langkah ketiga yaitu *develop* (pengembangan), dilakukan validasi oleh validator dilanjutkan dengan uji coba lapangan. Validator terdiri dari validator ahli yaitu dosen matematika Universitas Negeri Malang dan juga validator praktisi yaitu guru matematika kelas VIII SMPIT Nuurul Fikri. Terakhir, pada langkah *disseminate* (penyebaran) dilakukan penyebaran produk yang sudah mendapatkan penilaian para ahli dan sudah diuji cobakan.

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah semua siswa kelas VIII SMPIT Nuurul Fikri Kabupaten Trenggalek yang berjumlah 13 siswa. Peneliti menggunakan beberapa instrumen pengumpulan data yang terdiri dari lembar validasi, angket respon, dan soal tes. Kevalidan instrumen penelitian sebelum dilakukan uji coba dinilai dengan menggunakan lembar validasi. Lembar validasi tersebut terdiri dari lembar validasi lembar kegiatan siswa, lembar validasi rancangan pelaksanaan pembelajaran, lembar validasi angket respon guru dan siswa, serta lembar validasi soal tes. Angket respon guru dan siswa digunakan untuk menguji kepraktisan LKS yang dikembangkan setelah LKS digunakan oleh siswa saat uji coba lapangan. Sedangkan soal tes digunakan untuk menguji keefektifan LKS yang dikembangkan.

Data yang diperoleh dari penelitian ini ada dua jenis yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari wawancara dan catatan berupa komentar atau saran dari validator, guru, dan siswa terhadap instrumen penelitian baik secara lisan maupun tulisan. Data kuantitatif berupa hasil penilaian terhadap instrumen penelitian yang diperoleh dari lembar validasi, angket respon guru dan siswa, serta hasil soal tes. Skala yang digunakan dalam lembar validasi dan angket respon merupakan skala likert[7] yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Skala Likert

Skala	Nilai
4	Sangat setuju
3	Setuju
2	Kurang setuju
1	Tidak setuju

Pada penelitian ini menggunakan tiga teknik analisis data yaitu teknik analisis data uji kevalidan, teknik analisis data uji kepraktisan, dan teknik analisis data uji keefektifan. Instrumen penelitian yang telah divalidasi selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kevalidan instrumen penelitian yang telah dikembangkan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Tingkat validitas} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor tertinggi}} \times 100\%$$

Instrumen penelitian dapat dinyatakan valid jika memenuhi minimal valid berdasarkan kriteria kevalidan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Kriteria kevalidan

Interval	Kriteria
81% – 100%	Sangat valid
61% – 80%	Valid
41% – 60%	Cukup valid
21% – 40%	Kurang valid
0% – 20%	Tidak valid

(Riduwan dalam Atika dan Amir[8])

Selanjutnya, LKS yang telah diuji cobakan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kepraktisan LKS dengan menggunakan rumus :

$$\text{Tingkat kepraktisan} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor tertinggi}} \times 100\%$$

LKS dinyatakan praktis jika memenuhi minimal praktis berdasarkan kriteria kepraktisan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Kriteria kepraktisan

Interval	Kriteria
81% – 100%	Sangat praktis
61% – 80%	Praktis
41% – 60%	Cukup praktis
21% – 40%	Kurang praktis
0% – 20%	Tidak praktis

(Riduwan dalam Atika dan Amir[8])

Terakhir, keefektifan LKS yang dikembangkan diperoleh dengan menganalisis hasil soal tes siswa pada akhir pembelajaran[6]. LKS dinyatakan efektif apabila hasil soal tes menunjukkan minimal 80% siswa memperoleh nilai lebih dari atau sama dengan KKM yang berlaku di sekolah yaitu 64. Nilai tingkat keefektifan dicari persentasenya

menggunakan rumus :

$$S = \frac{R}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

S = tingkat keefektifan

R = banyaknya siswa yang memperoleh nilai tes lebih dari atau sama dengan KKM

N = banyaknya siswa uji coba

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini dijelaskan proses pengembangan yang telah dilakukan oleh peneliti berdasarkan model pengembangan 4-D

1. Langkah *Define* (Pendefinisian)

Front-End Analysis (Analisis Pendahuluan)

Selama pandemi, pembelajaran matematika dilaksanakan secara daring melalui media grup WhatsApp. Pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan bahan ajar berupa video yang bersumber dari youtube dan juga menggunakan Buku Tugas Siswa yang berisi uraian materi dan soal-soal.

Learner Analysis (Analisis Pelajar)

Siswa kelas VIII SMPIT Nuurul Fikri berjumlah 13 dengan kompetensi yang berbeda-beda. Selama proses pembelajaran daring, siswa belajar melalui video dari youtube dan Buku Tugas Siswa.

Concept Analysis (Analisis Konsep)

Pada tahap ini peneliti menentukan materi utama yang akan disampaikan lalu memecahnya menjadi bagian-bagian kecil dan disusun secara berurutan. Materi yang disampaikan pada LKS yaitu materi peluang yang dibagi menjadi tiga LKS, antara lain: (1) LKS 1 membahas materi percobaan, hasil percobaan, kejadian, ruang sampel, dan titik sampel; (2) LKS 2 membahas materi peluang empirik; (3) LKS 3 membahas materi peluang teoritik, dan hubungan antara peluang empirik dan peluang teoritik. Pemilihan materi tersebut karena guru kesulitan menyampaikan materi agar mudah dipahami oleh siswa.

Task Analysis (Analisis Tugas)

Langkah-langkah pada kegiatan pembelajaran disusun oleh peneliti dengan menyesuaikan pembelajaran yang akan dilaksanakan secara daring.

Specifying Instructional Objectives (Spesifikasi Tujuan Pembelajaran)

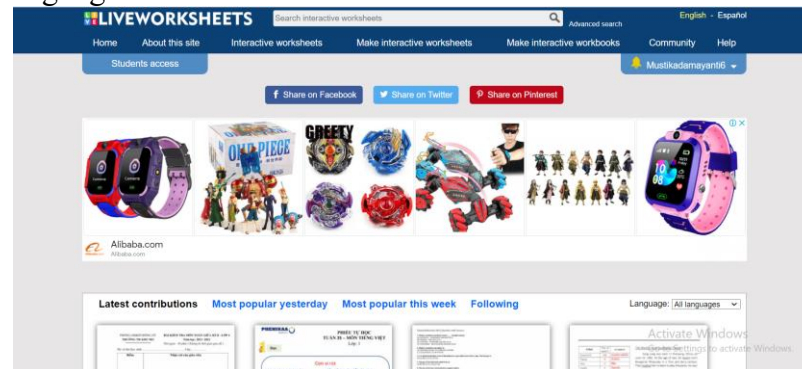
Pada tahap ini peneliti dapat menyusun tujuan pembelajaran berdasarkan analisis yang dilakukan sebelumnya. Tujuan pembelajaran tersebut selanjutnya akan dijadikan dasar untuk mengembangkan bahan ajar. Tujuan pembelajaran dari LKS 1 antara lain: (1) Mendeskripsikan suatu percobaan; (2) Menentukan percobaan dan hasil percobaan; (3) Mendeskripsikan kejadian dari suatu percobaan; (4) Menentukan ruang sampel dari suatu percobaan; dan (5) Menentukan titik sampel dari suatu percobaan. Tujuan pembelajaran LKS 2 dari antara lain: (1) Mendeskripsikan peluang empirik; (2) Menentukan nilai peluang empirik suatu kejadian dari suatu percobaan; dan (3) Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peluang empirik suatu kejadian dari suatu percobaan. Sedangkan tujuan pembelajaran dari LKS 3 antara lain: (1) Mendeskripsikan peluang teoritik; (2) Menentukan nilai peluang teoritik suatu kejadian dari suatu percobaan; (3) Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peluang teoritik suatu kejadian dari suatu percobaan; dan (4) Menganalisis hubungan antara peluang empirik dan peluang teoritik.

2. Langkah *Design* (Perancangan) *Criterion-Referenced Test* (Penyusunan Tes)

Peneliti menyusun soal tes yang menjadi garis besar materi bahan ajar berdasarkan tujuan pembelajaran.

Media Selection (Pemilihan Media)

Peneliti memilih media *live worksheet* untuk pembelajaran. *Live worksheet* dipilih karena merupakan salah satu *website* yang disediakan gratis, dapat diakses secara daring, mudah digunakan oleh guru maupun siswa, dan memiliki tampilan menarik dengan bisa menyisipkan berbagai gambar.



Gambar 2 Tampilan awal website liveworksheet

Format Selection (Pemilihan Format)

LKS disusun dengan menggunakan format yang terdiri dari: (a) judul berisikan judul materi dan identitas siswa; (b) informasi pendukung (petunjuk penggunaan LKS); dan (c) kegiatan pembelajaran yang disesuaikan dengan pendekatan saintifik yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengomunikasikan (berbagi).

Initial Design (Perancangan Awal)

Peneliti merancang instrumen penelitian awal yang terdiri dari lembar kegiatan siswa (LKS), rancangan pelaksanaan pembelajaran (RPP), soal tes, angket respon guru, dan siswa.

3. Langkah *Develop* (Pengembangan)

Expert Appraisal (Penilaian Para Ahli)

Pada tahap ini instrumen penelitian divalidasi oleh dua validator yaitu validator ahli dan validator praktisi. Validator ahli merupakan dosen matematika Universitas Negeri Malang dan validator praktisi merupakan guru matematika SMPIT Nuurul Fikri. Saat proses validasi, terdapat saran dari validator ahli dan validator praktisi untuk lembar kegiatan siswa (LKS). Oleh karena itu, LKS perlu direvisi sebelum digunakan dalam uji coba lapangan. Tabel 4 menunjukkan LKS sebelum dan setelah direvisi.

Tabel 4 LKS sebelum dan setelah revisi

Komentar dari validator ahli	
Ditambahkan berapa banyak cha-cha yang diambil oleh Alif	
Sebelum revisi	Setelah revisi
Alif membeli satu bungkus permen cha-cha. Setelah Alif hitung, di dalamnya terdapat 4 cha-cha berwarna merah, 2 cha-cha berwarna kuning, 2 cha-cha berwarna hijau, dan 4 cha-cha berwarna coklat. Jika Alif mengambil secara acak cha-cha, maka berapa peluang terambilnya cha-cha berwarna coklat?	Alif membeli satu bungkus permen cha-cha. Setelah Alif hitung, di dalamnya terdapat 4 cha-cha berwarna merah, 2 cha-cha berwarna kuning, 2 cha-cha berwarna hijau, dan 4 cha-cha berwarna coklat. Jika Alif mengambil satu buah cha-cha secara acak, maka berapa peluang terambilnya cha-cha berwarna coklat?
Komentar dari praktisi	

Disederhanakan menjadi satu koin agar siswa bisa lebih mudah menyimpulkan	
Sebelum revisi	Setelah revisi
<p>Alat dan bahan</p> <p>1. 2 koin yang bernilai sama</p> <p>Langkah-langkah :</p> <p>1. Lakukan percobaan :</p> <p>a. Melempar dua koin sebanyak 10 kali</p> <p>b. Melempar dua koin sebanyak 40 kali</p> <hr/> <p>c. Melempar dua koin sebanyak 80 kali</p> <p>2. Amati hasil yang didapatkan dalam setiap kali percobaan</p> <p>3. Tuliskan hasil pengamatan kalian pada tabel di bawah ini</p>	<p>Alat dan bahan</p> <p>1. Satu buah koin</p> <p>Langkah-langkah :</p> <p>1. Lakukan percobaan :</p> <p>a. Melempar koin sebanyak 10 kali</p> <p>b. Melempar koin sebanyak 40 kali</p> <hr/> <p>c. Melempar koin sebanyak 80 kali</p> <p>2. Amati hasil yang didapatkan dalam setiap kali percobaan</p> <p>3. Tuliskan hasil pengamatan kalian pada tabel di bawah ini</p>

Data Hasil Uji Kevalidan

Dari lembar validasi yang sudah divalidasi oleh validator ahli dan validator praktisi dapat diperoleh hasil uji kevalidan instrumen penelitian. Hasil kevalidan instrumen penelitian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil uji kevalidan

Uji kevalidan	Validator ahli	Praktisi
LKS	93,75% (sangat valid)	80,81% (valid)
RPP	93,75% (sangat valid)	79,16% (valid)
Angket respon guru	87,5% (sangat valid)	83,25% (sangat valid)
Angket respon siswa	93,75% (sangat valid)	81,25% (sangat valid)
Soal tes	96,875% (sangat valid)	81,25% (sangat valid)

Dari Tabel 5, terlihat bahwa semua instrumen penelitian mendapatkan kriteria minimal valid. Sehingga instrumen penelitian, termasuk LKS daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheet* pada materi peluang kelas VIII, dapat dinyatakan valid.

Developmental Testing (Uji Coba Lapangan)

Pada tahap ini instrumen penelitian yang sudah divalidasi diuji cobakan di lapangan untuk diketahui kepraktisan dan keefektifannya. Kepraktisan LKS yang dikembangkan dapat dilihat dari angket respon yang diberikan kepada guru dan siswa. Sedangkan keefektifan LKS yang dikembangkan dapat dilihat dari nilai tes siswa.

Data Hasil Kepraktisan

Peneliti membagikan angket respon siswa kepada 13 siswa uji coba yang telah menggunakan LKS selama pembelajaran. Sedangkan angket respon guru diberikan kepada satu guru matematika yang telah menggunakan LKS saat pembelajaran. LKS diuji cobakan selama 3 pertemuan dari tanggal 29 Mei 2021 sampai dengan 8 Juni 2021. Tabel 6 menunjukkan hasil uji kepraktisan LKS.

Tabel 6 Hasil uji kepraktisan

Angket	Tingkat kepraktisan
Angket respon guru	90% (sangat praktis)
Angket respon siswa	81,75% (sangat praktis)

Hasil angket respon guru maupun siswa memperoleh tingkat kepraktisan dengan kriteria sangat praktis dan tidak memerlukan revisi. Oleh karena itu, LKS daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheet* pada materi peluang kelas

VIII dinyatakan praktis. Berikut komentar siswa yang diperoleh dari angket respon siswa ditunjukkan oleh Tabel 7.

Tabel 7 Komentar siswa terhadap LKS

No	Nama	Komentar
1	FAP	Saya senang dalam pembelajaran ini karena lebih mudah
2	HH	Soal yang paling sulit bagi saya bukan untuk memecahkan soal tetapi pertanyaan yang meminta penjelasan. Contohnya “apa itu peluang?” karena dalam LKS ini penjelasannya hanya berisi tentang contoh dalam bentuk cerita
3	KNA	Pelajarannya memudahkan saya, terimakasih
4	MRA	Saya mungkin belum sepenuhnya paham tentang materi peluang. Tetapi saya akan tetap berusaha memahaminya
5	NZAB	Pembelajaran daring ini membuat saya lebih mudah memahami bab peluang, apalagi bagi saya yang jarang belajar karena lebih terfokus ke Al Qur'an di pondok.
6	SY	Materi peluang pada LKS membuat saya lebih mengerti dan paham.

Data Hasil Keefektifan

Berdasarkan hasil tes siswa diperoleh sebanyak 84,62% atau 11 dari 13 siswa memperoleh nilai lebih atau sama dengan 64 (KKM). Oleh karena itu, LKS daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheet* pada materi peluang kelas VIII dinyatakan efektif.

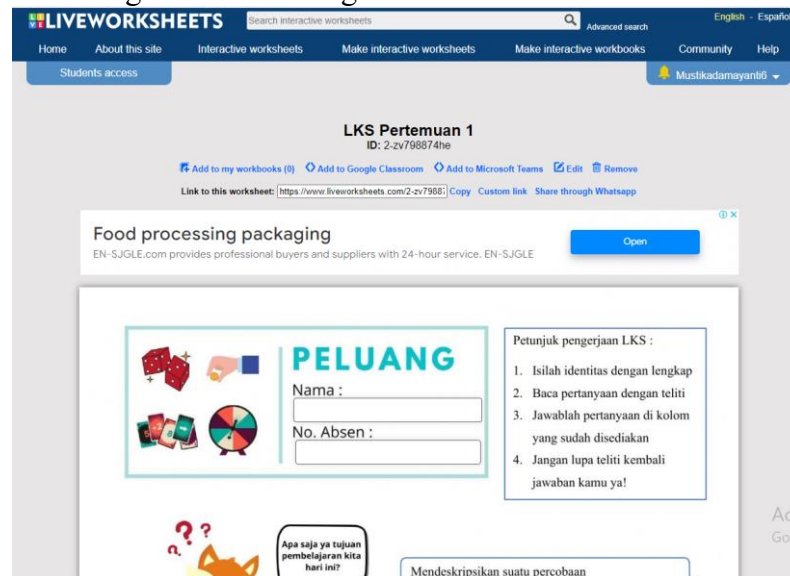
4. Langkah Penyebaran (Disseminate)

Setelah langkah *develop*, produk disebarkan ke pengguna lain. Karena produk dikembangkan secara daring maka penyebaran produk juga dilakukan secara daring melalui media sosial seperti WhatsApp dan Instagram. Produk disebarkan agar dapat digunakan dan bermanfaat bagi pengguna lain yang membutuhkan bahan ajar baru selama pembelajaran daring.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Setyorini, dkk. Setyorini, dkk[5] telah mengembangkan lembar kerja siswa menggunakan pendekatan saintifik pada materi pola bilangan dan menghasilkan LKS yang valid, praktis, dan efektif. Pendekatan saintifik sendiri dikenal sebagai salah satu langkah pembelajaran yang digunakan dalam kurikulum 2013. Pendekatan saintifik yang digunakan di LKS terdiri dari beberapa aktivitas yaitu (1) ayo mengamati dimana siswa diminta mencermati permasalahan yang disajikan; (2) ayo bertanya, siswa diminta untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan aktivitas sebelumnya; (3) ayo mengumpulkan informasi dimana siswa bisa memperoleh informasi berdasarkan soal yang siswa selesaikan; (4) ayo mengasosiasi, siswa mengolah informasi yang diperoleh sehingga bisa menarik suatu kesimpulan; dan (5) ayo berbagi, siswa diberikan kesempatan untuk mengungkapkan ide.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Prabowo[9] menyatakan bahwa penggunaan *web live worksheet* dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan peneliti yaitu sebesar 84,62% siswa mendapatkan nilai tes di atas KKM. *Live worksheet* merupakan salah satu *website* yang disediakan secara gratis yang bisa menyajikan lembar kerja secara daring. Beberapa kelebihan *website* ini seperti yang sudah dijelaskan pada laman *about this site* antara lain dapat memotivasi siswa, menghemat waktu guru, dan mengurangi penggunaan kertas. Selain itu, *website* ini juga mudah digunakan oleh guru maupun siswa. Berikut adalah langkah-langkah membuat lembar kegiatan siswa melalui *website live worksheet*: (1) mengunggah dokumen berupa pdf, jpg, atau png yang nantinya akan diubah menjadi gambar; (2) menggambar kotak

pada tempat yang memerlukan respon siswa dan memasukkan jawaban yang benar; (3) jika ingin membuat jenis soal yang berbeda seperti *drag and drop*, *join with arrows*, dll maka perlu untuk memasukkan perintah sesuai dengan *tutorial* yang diberikan pada *website* tersebut; (4) jika sudah selesai, lembar kegiatan bisa disimpan dan bisa dibagikan kepada siswa salah satunya dengan *link* yang tersedia. Siswa yang sudah mendapatkan *link* sudah bisa mengakses LKS dan mengerjakannya secara langsung. Setelah selesai mengerjakan, siswa bisa memencet tombol “*finish*” dan mengirimkannya langsung kepada guru dengan memilih “*email my answers to my teacher*”. Selanjutnya siswa bisa mengisi data diri dan mengirimkannya dengan memencet tombol “*send*”.



Gambar 3 Tampilan LKS yang dikembangkan

Saat melakukan penelitian, ada beberapa kendala yaitu: (1) siswa belum terbiasa menggunakan *website* tersebut sehingga ada siswa harus mengerjakan ulang dikarenakan jawaban siswa terhapus; dan (2) ada siswa yang tidak mempunyai kuota data internet sehingga terlambat mengirimkan jawaban karena harus mencari tempat yang menyediakan jaringan internet gratis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian dihasilkan LKS daring bercirikan pendekatan saintifik menggunakan *live worksheets* pada materi peluang kelas VIII yang valid, praktis, dan efektif. LKS dinyatakan valid oleh validator ahli dan validator praktisi. Hasil validasi dari validator ahli menunjukkan persentase 93,75% (sangat valid) dan validator praktisi menunjukkan persentase 80,81% (valid). Hasil angket respon guru menunjukkan persentase 90% (sangat praktis) dan hasil angket respon siswa menunjukkan persentase 81,75% (sangat praktis) sehingga LKS dinyatakan praktis. Terakhir, nilai tes siswa diperoleh sebanyak 84,62% siswa memperoleh nilai lebih atau sama dengan 64 (KKM) sehingga LKS dinyatakan efektif.

Saran peneliti agar tidak mengulangi kendala yang sama yaitu dengan melakukan latihan percobaan menggunakan *website live worksheet* sebelum menggunakan LKS tersebut di kelas. Sehingga siswa sudah tidak asing lagi dengan *website* tersebut. Untuk pengembangan lebih lanjut bagi peneliti lain yaitu agar bisa mengembangkan LKS dengan materi, media, dan pendekatan yang berbeda.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. Ratu, A. U. Khasanah, H. Pramudibyanto, and B. Widuroyeki. 2020. Pendidikan Dalam Masa Pandemi Covid-19. [Online]. Available: <https://sinestesia.pustaka.my.id/journal/article/view/44>
- [2] Z. A. I. Arifin and D. N. A. Sepriyani. 2019. *Pengembangan Lks Matematika Dengan Pendekatan Saintifik Pokok Bahasan Polinomial Untuk SMA Kelas XI*. Prima: Jurnal Pendidikan Matematika, 3 (1), 9–15.
- [3] S. Marwiyah, Alauddin, and Muh. K. Ummah. 2018. *Perencanaan Pembelajaran Kontemporer Berbasis Penerapan Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Deepublish.
- [4] N. Fitriani, I. S. Hidayah, and P. Nurfauziah. 2021. *Live Worksheet Realistic Mathematics Education Berbantuan Geogebra: Meningkatkan Abstraksi Matematis Siswa SMP pada Materi Segiempat*. JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika), 5 (1), 37. doi: 10.33603/jnpm.v5i1.4526.
- [5] A. I. Setyorini, A. A. Saefudin, and H. Haryanto. 2020. *Pengembangan Lembar Kerja Siswa Menggunakan Pendekatan Saintifik Pada Materi Pola Bilangan*. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 9 (4), 1260. doi: 10.24127/ajpm.v9i4.3054.
- [6] S. Thiagarajan, D. S. Semmel, and M. I. Semmel. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*.
- [7] Riduwan. 2006. *Belajar Mudah Untuk Guru, Karyawan, Dan Peneliti Pemula*. Bandung: ALFABETA.
- [8] N. Atika and Z. Amir. 2016. *Pengembangan LKS Berbasis Pendekatan Rme Untuk Menumbuhkembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa*. Suska Journal of Mathematics Education, 2 (2), 103–110.
- [9] A. Prabowo. 2021. *Penggunaan Liveworksheet dengan Aplikasi Berbasis Web untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik*. Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI), 1 (10), 383–388. doi: 10.52436/1.jpti.87.

**KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI MAHASISWA DALAM
MENYELESAIKAN MASALAH TRANSFORMASI FUNGSI KOMPLEKS
DITINJAU DARI TIPE KEPERIBADIAN *MYERS BRIGGS TYPE INDICATOR*
(MBTI)**

Annesa Eka Norman^{1,*}, Sukoriyanto², Mochammad Hafizh³

^{1,2}Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

*Annesa Eka Norman

Abstrak

Kepribadian merupakan pakaian sesungguhnya manusia. Setiap orang memiliki keunikan tersendiri. Dalam dunia pendidikan tentunya setiap siswa memiliki keunikan tersendiri dalam berpikir menyelesaikan suatu masalah. Tanpa melupakan hal tersebut, maka dalam penelitian ini akan dikaitkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan tipe kepribadian MBTI menurut David Keirsey. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah ditinjau dari tipe kepribadian *Myers Briggs Type Indicator* (MBTI) menurut David Keirsey. Dengan adanya penelitian ini diharapkan nantinya dapat mengembangkan kemampuan berpikir/kerangka kerja yang berpusat pada tipe kepribadian siswa. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif-deskriptif yang dilaksanakan pada mahasiswa program studi S1 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang yang menempuh mata kuliah fungsi kompleks. Subjek penelitian adalah empat mahasiswa yang memiliki tipe kepribadian MBTI yang berbeda-beda dan setiap mahasiswa memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dipilih berdasarkan hasil pekerjaan mengenai soal transformasi bilinear fungsi kompleks. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dari 4 tipe kepribadian (guardian, artisan, rasional, dan idealis) *Myers Briggs Type Indicator* (MBTI) tentang bagaimana kemampuan berpikir mahasiswa dalam aspek menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta.

Peneliti menarik kesimpulan bahwa pada subjek tipe artisan kemampuan berpikir dalam aspek menganalisisnya baik sekali, sedangkan pada aspek evaluasi dan mencipta dalam kategori cukup baik. Pada subjek tipe guardian kemampuan berpikir dalam aspek menganalisis, evaluasi dan menciptanya termasuk kedalam kategori cukup baik. Selanjutnya subjek tipe idealis kemampuan berpikir dalam aspek menganalisisnya termasuk kategori baik sekali, kemampuan mengevaluasinya termasuk dalam kategori cukup baik dan kemampuan menciptanya kurang baik. Pada tipe kepribadian rasional tidak dideskripsikan karena subjek yang diidentifikasi tidak memenuhi kriteria memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Kata kunci: Berpikir Tingkat Tinggi, Tipe Kepribadian.

PENDAHULUAN

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut manusia untuk aktif dan kreatif dalam mengembangkan potensi dirinya. Kemampuan berpikir merupakan salah-satu hal yang sangat berpengaruh dalam menghadapi persaingan masa depan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah meningkatkan kemampuan pada diri sendiri melalui bidang pendidikan. Sejalan dengan pendapat Suparman dan Husen yang menyatakan bahwa pendidikan merupakan salah satu pilar utama dalam mengantisipasi masa depan, pendidikan selalu diorientasikan pada penyiapan siswa untuk berperan di masa yang akan datang [1].

Kemampuan berpikir akan terus berkembang jika sering dilatih sedini mungkin. Begitu pula dalam pembelajaran matematika, salah satu peran penting dalam keberhasilan matematika adalah kemampuan berpikir, bukan hanya kemampuan berpikir dalam memecahkan persoalan matematika sederhana tetapi juga persoalan yang rumit. Sehingga kemampuan berpikir dalam matematika yang harus dimiliki adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama pada pendidikan tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Wang & Wang yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi sangat penting dalam pendidikan tinggi dan ini mencakup dalam bahasan tentang paradigma berpikir tingkat tinggi pada pendidikan tinggi dan pada pendidikan bisnis. Sehingga berdasarkan hal tersebut diharapkan mahasiswa memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi [2].

Pada dunia pendidikan kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan bagian dari taksonomi Bloom. Purbaningrum mengemukakan bahwa taksonomi Bloom tersusun dari enam aspek yaitu meliputi *remember*, *understanding*, *apply*, *analyze*, *evaluate* dan *create* [3]. Wang & Farmer mengemukakan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) meliputi aspek *analyze*, *evaluate*, dan *create* [4]. Jadi dapat disimpulkan bahwa seseorang mempunyai kemampuan berpikir tingkat tinggi jika ia mampu mencapai aspek menganalisis, mengevaluasi dan mengkreasi dalam menyelesaikan masalah matematika.

Bloom membagi keterampilan berpikir menjadi dua bagian. Dua keterampilan tersebut adalah, yang pertama adalah keterampilan berpikir tingkat rendah, yakni terdiri dari: C1 mengingat (*remember*), C2 memahami (*understanding*), dan C3 menerapkan (*apply*). Sedangkan kedua adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi, yakni terdiri dari: C4 menganalisis (*analyze*), C5 mengevaluasi (*evaluate*), dan C6 mencipta (*create*) [5]. Berikut adalah proses kognitif berpikir tingkat tinggi menurut Bloom [6] yang disajikan pada Tabel 1.1 berikut:

Tabel 1.1 Proses Kognitif Berpikir Tingkat Tinggi Bloom

High Order Thinking Skills (HOTS)		Definisi
C4	Menganalisis (<i>analyze</i>)	Menganalisis merupakan usaha untuk mengurai suatu materi menjadi bagian penyusunnya dan menentukan bagian hubungan antara bagian tersebut dengan materi tersebut secara keseluruhan. Pada kategori ini terdapat tiga sub kategori yaitu membedakan, mengorganisasi dan menghubungkan.
C5	Mengevaluasi (<i>evaluate</i>)	Mengevaluasi merupakan tindakan membuat suatu penilaian yang didasarkan pada kriteria dan standar tertentu. Pada kemampuan ini terdapat dua kategori yaitu kemampuan memeriksa dan mengkritik.

High Order Thinking Skills (HOTS)		Definisi
C6	Mencipta (<i>create</i>)	Menciptakan merupakan proses mengumpulkan sejumlah elemen tertentu menjadi satu kesatuan yang koheren dan fungsional. Pada kemampuan ini terdapat tiga sub kategori yaitu kemampuan memunculkan, merencanakan dan menghasilkan.

PISA menunjukkan bahwa dalam kategori matematika, Indonesia menempati peringkat ke-7 paling rendah (72 dari 79 negara) dengan skor rata-rata 379 yang berarti Indonesia masih berada di bawah skor rata-rata dunia [7]. Hal ini terjadi karena kurikulum yang digunakan di Indonesia tidak menerapkan permasalahan soal yang berbasis HOTS kecuali pada ujian nasional sedangkan negara-negara pendiri OECD (organisasi yang mengadakan PISA) telah menerapkan sistem taksonomi Bloom dalam sistem pendidikan mereka. Pada masa kini, Indonesia sedang beradaptasi dengan perlahan untuk mencapai kemampuan berpikir yang lebih tinggi. Hal ini tidak dapat dilakukan secara instan dengan sedikit persiapan, perlu adanya persiapan matang yang memerlukan waktu dalam memperbaiki sistem dan kurikulum pendidikan di Indonesia.

Berdasarkan fakta-fakta di atas menjelaskan kaitannya dengan kemampuan kognitif tanpa dikaitkan dengan kepribadian peserta didik. Setiap manusia memiliki kepribadian yang berbeda-beda, sehingga kemampuan berpikir yang dimiliki akan berbeda-beda pula. Dalam pembentukan kemampuan berpikir tingkat tinggi, pendidik juga harus memahami kemampuan berpikir yang dimiliki setiap peserta didik. Pada saat menyelesaikan permasalahan dalam matematika terdapat perbedaan kemampuan berpikir yang dipengaruhi oleh berbagai faktor tertentu. Permatasari, dkk [8] menyatakan bahwa terdapat dua faktor yang mempengaruhi kemampuan menyelesaikan masalah dalam matematika [4]. Faktor pertama adalah faktor langsung yang terkait dengan diri sendiri dan kebiasaan pendidik dalam mengajar, faktor kedua adalah faktor tak langsung berupa motivasi dan potensi peserta didik.

Dari salah-satu faktor tersebut, faktor tak langsung dapat mempengaruhi kemampuan berpikir dalam menyelesaikan permasalahan matematika berupa motivasi dan potensi siswa sendiri. Potensi adalah faktor yang dimiliki siswa yang berkaitan dengan kepribadiannya. Perbedaan tipe kepribadian akan berpengaruh pada proses berpikir seseorang [9]. *Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)* dikembangkan oleh Katharine C. Briggs dan putrinya Isabel Myers. Mereka mengembangkan tipe kepribadian ini berdasarkan dari tipe kepribadian Carl Gustav Jung. MBTI ini bersandar kepada empat kecenderungan skala yang saling bertolak belakang yakni *ekstraversi or introversion, sensing or intuition, thinking or feeling, dan judgment or perception* [10].

David Keirsey adalah seorang ahli psikologi dari *California State University* pada tahun 1984. Keirsey menggolongkan tipe kepribadian bukan hanya berdasarkan pada pola tingkah laku yang tampak, namun lebih pada cara seseorang berpikir atau bersikap terhadap suatu masalah atau peristiwa [11]. Keirsey [12] menggolongkan kepribadian menjadi 4 tipe, yaitu *Artisan, Guardian, Idealist, dan Rational* yang sesuai dengan saran Myers pada bukunya yaitu SP: *Artisan*, SJ: *Guardian*, NF: *Idealist*, dan NT: *Rational* [2]. Penggolongan ini didasarkan pada bagaimana seseorang memperoleh energinya (*Extrovert* atau *Introvert*), bagaimana seseorang mengambil informasi (*Sensing* atau

Intuitive), bagaimana seseorang membuat keputusan (*Thinking* atau *Feeling*) dan bagaimana gaya dasar hidupnya (*Judging* atau *Perceiving*). Masing-masing tipe kepribadian tersebut akan mempunyai karakter yang berbeda dalam berpikir tingkat tinggi dikarenakan proses berpikir setiap orang pasti berbeda antara satu dengan yang lain. Perbedaan proses berpikir inilah penyebab kemampuan berpikir seseorang akan berbeda-beda dalam memecah masalah matematika [9].

Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas maka peneliti perlu melakukan penelitian untuk mendeskripsikan bagaimana kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa jika ditinjau dari tipe kepribadian yang dimilikinya.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif-deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika pada materi transformasi fungsi kompleks ditinjau dari tipe kepribadian *Myers Briggs Type Indicator* (MBTI) yang digolongkan oleh David Keirsey. Angket yang digunakan adalah angket penggolongan tipe kepribadian yang dibuat langsung oleh David Keirsey didalam bukunya. naskah asli angket ditulis dalam bahasa inggris sehingga angket diterjemahkan kedalam bahasa indonesia. Penelitian ini dilaksanakan pada offering A mata kuliah fungsi kompleks program studi (S1) pendidikan matematika. Subjek penelitian ini adalah 4 mahasiswa yang masing-masing memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi dengan penggolongan tipe kepribadian menurut David Keirsey yang berbeda-beda. Subjek penelitian dipilih secara khusus yaitu subjek harus berdasarkan ciri-ciri atau parameter tertentu sesuai tujuan yakni untuk mengetahui kemampuan berpikir tingkat tinggi ditinjau dari tipe kepribadian MBTI.

Teknik pengumpulan data menggunakan 3 metode yaitu angket tes kepribadian, hasil tes berpikir matematika tingkat tinggi, dan wawancara. Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah peneliti, soal tes matematika berpikir tingkat tinggi, angket dan tes kepribadian. Pada soal tes materi yang digunakan adalah materi fungsi bilinear dan transformasinya. Teknik analisis data yang digunakan adalah model Miles dan Huberman yang terdiri dari reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Dari hasil pengerjaan tes berpikir tingkat tinggi dan angket penggolongan tipe kepribadian yang diperoleh kemudian dipilih subjek yang memenuhi kriteria yaitu hasil pengerjaannya dinilai cukup baik untuk kemampuan berpikir tingkat tinggi dan merupakan keempat tipe kepribadian yang diperlukan yaitu tipe artisan, guardian, idealis, dan rasional. Setelah subjek terpilih, lalu hasil tes dianalisis tentang bagaimana kemampuan berpikir mahasiswa dalam aspek menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Penyajian data pada penelitian ini adalah memaparkan dari informasi yang didapat sehingga dapat mempermudah peneliti dalam penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mengungkapkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada mahasiswa yang memiliki tipe kepribadian MBTI menurut David Keirsey dalam menyelesaikan masalah matematika pada mata kuliah fungsi kompleks materi fungsi bilinear dan transformasinya. Pada saat penelitian, peneliti tidak menemukan subjek yang memiliki kriteria berpikir tingkat tinggi pada tipe kepribadian rasional, karena tidak sesuai dengan teknik pemilihan subjek maka diputuskan untuk tidak mendeskripsikan hasil pengerjaan dari tipe kepribadian rasional. Akan di paparkan hasil dan deskripsi dari tiga subjek tipe kepribadian MBTI menurut David Keirsey (artisan, guardian, dan idealis)

dalam menyelesaikan masalah. Pada Tabel 2.1 disajikan kesimpulan hasil deskripsi kemampuan berpikir tingkat tinggi pada 3 tipe kepribadian MBTI menurut David Keirse.

Tabel 2.1 Kesimpulan Hasil Penelitian

	HOTS	Artisan	Guardian	Idealis
C4	Menganalisis (<i>analyze</i>)	Baik Sekali	Cukup Baik	Baik Sekali
C5	Mengevaluasi (<i>evaluate</i>)	Cukup Baik	Cukup Baik	Cukup Baik
C6	Mencipta (<i>create</i>)	Cukup Baik	Cukup Baik	Kurang Baik

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa berdasarkan indikator HOTS dari hasil pekerjaan subjek artisan dideskripsikan pada sajian Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Deskripsi hasil pengerjaan subjek tipe kepribadian artisan

HOTS	Deskripsi hasil pengerjaan subjek
C4 Menganalisis (<i>analyze</i>)	Pada kategori ini terdapat tiga sub kategori yang penting yaitu membedakan, mengorganisasi, dan menghubungkan. Pada kategori ini subjek dapat menguraikan penyelesaian soal kedalam bentuk komposisi-komposisi fungsi dengan benar. Setelah mendapatkan komposisi fungsi dari fungsi bilinearnya. Berdasarkan pengerjaannya, subjek dapat membedakan transformasi apa saja yang digunakan dalam menyelesaikan transformasinya. Dan dapat menentukan hubungan antara tiap-tiap komposisi fungsi yang didapat dari fungsi bilinearnya. Sehingga pada subjek artisan pada kategori menganalisis cukup dapat dalam sub-kategori membedakan, mengorganisasi, dan menghubungkan. Sehingga dapat disimpulkan subjek artisan pada kemampuan menganalisisnya adalah baik sekali.
C5 Mengevaluasi (<i>evaluate</i>)	Pada kategori ini terdapat dua sub-kategori yaitu kemampuan memeriksa dan mengkritik. Pada kategori ini subjek secara dapat mengkritik hasil pekerjaannya tetapi tidak yakin untuk memeriksa apakah pekerjaan yang subjek dapat benar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek artisan pada kategori kemampuan mengevaluasinya cukup baik.

HOTS	Deskripsi hasil pengerjaan subjek
C6 Mencipta (<i>create</i>)	Pada kategori ini terdapat tiga sub-kategori yaitu kemampuan memunculkan, merencanakan dan menghasilkan. Pada kategori ini subjek dapat memunculkan manipulasi aljabar yang berguna untuk mencari komposisi-komposisi fungsinya dan pekerjaan yang dilakukan benar. Sehingga dapat disimpulkan subjek memiliki kemampuan memunculkan. Setelah menyelesaikan pekerjaan memanipulasi aljabar dari fungsi bilinear yang diketahui, subjek harus menentukan komposisi fungsi apa saja yang menyusun fungsi bilinear pada soal. Pada kategori ini subjek dapat menentukan komposisi-komposisi fungsinya dengan benar lalu subjek melakukan pekerjaan yaitu mencari hasil transformasi dari komposisi-komposisi fungsi yang didapat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek artisan memiliki sub-kategori merencanakan dan menghasilkan yang cukup baik.

Artisan memiliki karakteristik yang selalu aktif dalam segala keadaan dan selalu ingin menjadi pusat perhatian dari semua orang, baik guru maupun teman-temannya. Menyukai perubahan dan tidak tahan terhadap kestabilan. Bentuk kelas yang disukai adalah kelas yang banyak demosntrasi, diskusi, presentasi, karena dengan demikian tipe ini dapat menunjukkan kemampuannya. Segala sesuatunya ingin dikerjakan dan diketahui secara cepat serta cepat bosan. Cenderung bebas dan kurang teliti dalam mengerjakan sesuatu[9]. Maka dengan karakteristik tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi tipe kepribadian artisan dalam kategori C4: baik sekali, C5: cukup baik, dan C6: Cukup baik.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa berdasarkan indikator HOTS dari hasil pekerjaan subjek artisan dideskripsikan pada sajian Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Deskripsi hasil pengerjaan subjek tipe kepribadian guardian

HOTS	Deskripsi hasil pengerjaan subjek
C4 Menganalisis (<i>analyze</i>)	Pada kategori ini subjek dapat menguraikan pengerjaan soal kedalam bentuk komposisi-komposisi fungsinya, tetapi pada hasil pengerjaannya terdapat kesalahan yang subjek lakukan yaitu kesalahan dalam pengubahan tanda operasi pada proses manipulasi aljabar dan kekeliruan dalam melakukan pengoperasian, sehingga mengakibatkan hasil komposisi fungsi yang didapat menjadi tidak benar. Setelah mendapatkan komposisi fungsi dari fungsi bilinearnya. Berdasarkan pengerjaannya, subjek dapat membedakan transformasi apa saja yang digunakan dalam menyelesaikan transformasinya. Dan dapat menentukan hubungan antara tiap-tiap komposisi fungsi yang didapat dari fungsi bilinearnya. Sehingga pada subjek guardian pada kategori menganalisis cukup dapat dalam sub-kategori membedakan, mengorganisasi, dan menghubungkan. Sehingga dapat disimpulkan subjek guardian pada kemampuan menganalisis cukup baik.

HOTS	Deskripsi hasil pengerjaan subjek
C5 Mengevaluasi (<i>evaluate</i>)	Pada kategori ini terdapat dua sub-kategori yaitu kemampuan memeriksa dan mengkritik. Pada kategori ini subjek dapat mengkritik hasil pekerjaannya tetapi tidak yakin untuk memeriksa apakah hasil pekerjaan yang subjek lakukan benar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek guardian pada kemampuan mengevaluasinya cukup baik.
C6 Mencipta (<i>create</i>)	Pada kategori ini terdapat tiga sub-kategori yaitu kemampuan memunculkan, merencanakan dan menghasilkan. Pada kategori ini subjek dapat memunculkan manipulasi aljabar yang berguna untuk mencari komposisi-komposisi fungsinya dan pekerjaan yang dilakukan benar. Sehingga dapat disimpulkan subjek memiliki kemampuan memunculkan. Setelah menyelesaikan pekerjaan memanipulasi aljabar dari fungsi bilinear yang diketahui, subjek harus menentukan komposisi fungsi apa saja yang menyusun fungsi bilinear pada soal. Pada kategori ini subjek dapat menentukan komposisi-komposisi fungsinya tetapi karena terjadi kesalahan pada proses manipulasi aljabarnya, maka komposisi fungsi yang didapat juga salah. Subjek melakukan pekerjaan yaitu mencari hasil transformasi dari komposisi-komposisi fungsi yang didapat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek guardian memiliki sub-kategori merencanakan dan menghasilkan yang cukup baik.

Guardian memiliki karakteristik yang lama dalam mencari informasi, model tradisional dalam pembelajaran adalah kesukaannya. Menyukai guru yang menjelaskan materi langsung secara mendetail dan memberi perintah secara tepat dan nyata. Tepat waktu dalam mengerjakan sesuatu. Memiliki ingatan yang kuat, suka pengulangan dalam menerima materi, dan terstruktur dalam penjelasan. Materi yang disajikan harus dihubungkan dengan materi masa lalu, dan kegunaan di masa depan. Jenis tes yang disukai adalah tes objektif[9]. Maka dengan karakteristik tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi tipe kepribadian guardian dalam kategori C4: cukup baik, C5: cukup baik, dan C6: cukup baik.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa berdasarkan indikator HOTS dari hasil pekerjaan subjek artisan dideskripsikan pada sajian Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Deskripsi hasil pengerjaan subjek tipe kepribadian idealis

HOTS	Deskripsi hasil pengerjaan subjek
C4 Menganalisis (<i>analyze</i>)	Pada kategori ini subjek dapat menguraikan penyelesaian soal kedalam bentuk komposisi-komposisi fungsi dengan benar. Setelah mendapatkan komposisi fungsi dari fungsi bilinearnya. Berdasarkan pekerjaannya, subjek dapat membedakan transformasi apa saja yang digunakan dalam menyelesaikan transformasinya. Dan dapat menentukan hubungan antara tiap-tiap komposisi fungsi yang didapat dari fungsi bilinearnya. Sehingga pada subjek idealis pada kategori menganalisis cukup dapat dalam sub-kategori membedakan, mengorganisasi, dan menghubungkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek idealis pada kemampuan menganalisis adalah baik sekali.
C5 Mengevaluasi (<i>evaluate</i>)	Pada kategori ini terdapat dua sub-kategori yaitu kemampuan memeriksa dan mengkritik. Pada kategori ini subjek dapat mengkritik hasil pekerjaannya tetapi tidak yakin untuk memeriksa apakah hasil pekerjaan yang subjek lakukan benar. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek idealis pada kemampuan mengevaluasinya cukup baik.
C6 Mencipta (<i>create</i>)	Pada kategori ini terdapat tiga sub-kategori yaitu kemampuan memunculkan, merencanakan dan menghasilkan. Pada kategori ini subjek dapat memunculkan manipulasi aljabar yang berguna untuk mencari komposisi-komposisi fungsinya dan pekerjaan yang dilakukan benar. Sehingga dapat disimpulkan subjek memiliki kemampuan memunculkan. Setelah menyelesaikan pekerjaan memanipulasi aljabar dari fungsi bilinear yang diketahui, subjek harus menentukan komposisi fungsi apa saja yang menyusun fungsi bilinear pada soal. Pada kategori ini subjek dapat menentukan komposisi-komposisi fungsinya. Pada kategori ini subjek dapat menentukan komposisi-komposisi fungsinya dengan benar lalu subjek melakukan pekerjaan yaitu mencari hasil transformasi dari komposisi-komposisi fungsi yang didapat. Pada hasil pengerjaan transformasi dari komposisi fungsi yang didapat subjek melakukan kesalahan yaitu kekeliruan dalam menulis komposisi yang pertama, dan kedua sehingga terjadi kesalahan dalam menghasilkan transformasi fungsinya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek idealis memiliki sub-kategori merencanakan dan menghasilkan yang kurang baik.

Idealis memiliki karakteristik yang menyukai materi tentang ide dan nilai-nilai, lebih suka mengerjakan tugas sendiri daripada kelompok. Menyukai membaca, dan juga menyukai menulis. Kurang cocok dengan tes objektif, karena tidak dapat mengungkapkan kemampuan dalam menulis. Kreativitas menjadi bagian yang sangat penting bagi seorang *idealist*. Tidak menyukai kelas dengan jumlah yang besar karena sangat mengganggu tipe ini dalam belajar[9]. Maka dengan karakteristik tersebut dapat disimpulkan bahwa

kemampuan berpikir tingkat tinggi tipe kepribadian idealis dalam kategori C4: baik sekali, C5: cukup baik, dan C6: kurang baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah diuraikan peneliti, maka diperoleh kesimpulan bahwa pada indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi level C4 yaitu menganalisis, tipe kepribadian artisan dan idealis memiliki kemampuan baik sekali sedangkan tipe kepribadian guardian memiliki kemampuan cukup baik. Selanjutnya adalah pada indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi level C5 yaitu mengevaluasi, tipe kepribadian artisan, guardian dan idealis memiliki kemampuan cukup baik. Lalu, untuk kemampuan berpikir tinggi pada indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi level C6 yaitu mencipta, tipe kepribadian artisan dan guardian memiliki kemampuan cukup baik sedangkan tipe kepribadian idealis memiliki kemampuan kurang baik. Sedangkan pada tipe kepribadian rasional, peneliti tidak menemukan subjek yang memenuhi kriteria berpikir tingkat tinggi yang diinginkan maka untuk tipe kepribadian rasional tidak disajikan.

Saran peneliti adalah bagi pendidik hendaknya mengetahui seberapa jauh kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik dan hendaknya mengembangkan pembelajaran yang sesuai dengan tipe kepribadian yang dimiliki peserta didik untuk dapat menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemudian bagi peneliti lain, sebaiknya dapat mengkaji lebih lanjut tentang berpikir tingkat tinggi dalam menyelesaikan masalah matematika dengan subjek yang lebih banyak, bervariasi dan materi yang berbeda. Selain itu perlu dilakukan penelitian yang serupa agar dapat memperkuat hasil penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Suparman, dan D. N. Husen, "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa melalui Penerapan Model Problem Based Learning," *Jurnal Bioedukasi*, vol. 3 no. 2, Maret, 2015.
- [2] S. Wang, dan H. Wang. 2014. *Teaching and Learning Higher Order Thinking*. International Journal of Arts & Sciences, CD-ROM, 07 (02), 179-187. ISSN: 1944-6934.
- [3] K. A. Purbaningrum. 2017. *Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP dalam Pemecahan Masalah Matematika Ditinjau dari Gaya Belajar*. JPPM (Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika), 10 (2), 40-49. doi: 10.30870/jppm.v10i2.
- [4] V. Wang, dan L. Farmer 2008. *Adult teaching Methods in Chine and Bloom's Taxonomy*. *ijSOTL: International Journal Scholarship of Teaching and Learning*, 2 (2). doi: 10.20429/ijstol.2008.020213.
- [5] L. W. Anderson dan D. R. Krathwohl. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley Longman, Inc.
- [6] Nurhayati, dan L. Angraeni. 2017. *Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Mahasiswa (Higher Order Thinking) dalam Menyelesaikan Soal Konsep Optika melalui Model Problem Based Learning*. JPPPF-Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika, 3 (2). p-ISSN: 2461-0933, e-ISSN: 2461-1433.
- [7] *Program International Student Assesment (PISA)*. 2018. "OECD. PISA 2018, Insights and Interpretations," (Online), tersedia:



- <https://www.oecd.org/pisa/PISA%2020Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf> 018%
- [8] N. Permatasari, Budiyo, dan I. Slamet. 2016. *Proses Berpikir Siswa Kelas VII SMP Negeri 25 Surakarta dalam Memecahkan Masalah Matematika Ditinjau dari Tipe Kepribadian Ekstrovert-Introvert pada Materi Persamaan Garis Lurus*. Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika, 4 (3),314-327, ISSN: 2339-1685.
- [9] B. Elmarfia, dan R. S. Yohanes. 2020. *Analisis Proses Berpikir Siswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika Menggunakan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Ditinjau Dari Tipe Kepribadian Ekstrovert dan Introvert*. Jurnal Ilmiah Edukasi Matematika (JIEM), 6 (2). ISSN: 997-2442-878.
- [10] I. B. Myers, and P. B. Myers. 1995. *Gifts Differing: Understanding Personality Type*. Mountain View. California: Davies-Black Publishing.
- [11] M. J. D. Sunarto, I. K. Budayasa, dan D, Juniati. 2017. *Profil Proses Berikir Mahasiswa Tipe Kepribadian Sensing dalam Pemecahan Masalah Logika Matematika*. Cakrawala Pendidikan, th. XXXVI, 2. doi: 10.21831/cp.v36i2.13119.
- [12] D. Keirsey. 1984. *Please Understand Me*. California: Prometheus Nemis Book Company.

IMPLEMENTASI LEMBAR KERJA KONFLIK KOGNITIF UNTUK MENGURANGI MISKONSEPSI SISWA PADA MATERI ALJABAR

Erisca Lusy Rusdianti

Universitas Negeri Malang

erisca.lusy.2103118@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan serta menganalisis implementasi lembar kerja konflik kognitif untuk mengurangi miskonsepsi siswa pada materi aljabar. Penelitian ini menggunakan metode *research and development*. Terdapat 5 orang siswa yang terlibat dan diuji pada materi aljabar yaitu operasi fungsi komposisi. Data penelitian dianalisis secara kualitatif, yang dikumpulkan melalui wawancara dan observasi saat siswa mengerjakan lembar kerja. Para siswa diberikan *pre-test* untuk mengetahui konsep awal yang mereka miliki, kemudian diberikan sebuah wawancara yang berisi strategi konflik kognitif untuk menyelesaikan miskonsepsi mereka dan kemudian diberikan *post-test*. Ada dua soal yang diberikan terkait dengan materi operasi dalam fungsi komposisi. Secara umum, siswa melakukan perubahan konseptual melalui konflik kognitif seperti yang diharapkan dalam penelitian ini. Siswa dapat memperbaiki miskonsepsi yang terjadi. Lembar kerja berbasis konflik kognitif merupakan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan siswa dalam mengurangi miskonsepsi aljabar terutama pada materi operasi fungsi komposisi. Lembar kerja konflik kognitif sudah dinyatakan valid, praktis dan efektif. Sehingga dapat diimplementasikan dalam pembelajaran matematika.

Kata Kunci: konflik kognitif, miskonsepsi, aljabar.

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan pembelajaran, bahan ajar sangat penting bagi guru dan siswa. Guru akan kesulitan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran tanpa bahan ajar yang baik. Sama halnya dengan siswa, tanpa bahan ajar siswa akan mengalami kesulitan dalam belajar. Oleh karena itu, bahan ajar sangat penting untuk dikembangkan sebagai upaya peningkatan kualitas pembelajaran. Jika kita menginginkan siswa untuk menemukan kembali matematika melalui matematika, guru harus beradaptasi dengan bagaimana siswa mereka bernalar dan membantu mereka membangun pemikiran mereka [1]. Masalah yang terjadi pada pembelajaran matematika khususnya pada materi aljabar yaitu proses pembelajaran lebih terpusat pada guru sehingga pembelajaran tidak efektif, penggunaan perangkat pembelajaran yang tidak memadai dan kurangnya pemahaman konsep siswa. Berdasarkan wawancara dengan beberapa guru, terdapat masalah yaitu siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep fungsi komposisi. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dan dapat mengurangi miskonsepsi pada siswa. Salah satu solusi untuk permasalahan tersebut adalah menerapkan lembar kerja berbasis strategi konflik kognitif dalam pembelajaran sehingga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis [2]. Untuk

membuat pembelajaran bermakna, konsep atau informasi baru harus dikaitkan dengan konsep yang sudah ada dalam struktur kognitif siswa [3], [4].

Aljabar adalah unsur yang penting dalam matematika [5]. Penerapan aljabar dalam kehidupan sehari-hari sangat luas meliputi bidang teknologi, keuangan, dan lain-lain [6]. Jika siswa tidak dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan aljabar, mereka mungkin juga mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika lainnya [7]. Oleh karena itu, penting bagi siswa untuk dapat mempelajari aljabar dengan baik karena pada kenyataannya siswa masih mengalami kesulitan ketika mempelajari operasi bentuk aljabar. Beberapa dari kesulitan ini dapat menghalangi pemahaman siswa tentang pembelajaran aljabar yang lebih dalam [8]. Kesulitan siswa dalam mempelajari aljabar terletak pada konsep dasar dan keterkaitannya dengan konsep materi matematika lainnya, sebagai materi prasyarat dalam pembelajaran aljabar. [9]. Masalah serius tentang pemahaman aljabar terletak pada interpretasi yang lemah terkait penggunaan simbol dan aturan dalam aljabar [10]. Jadi, dapat disimpulkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam mempelajari operasi bentuk aljabar. Salah satu materi aljabar yang memiliki nilai lebih rendah dibandingkan materi aljabar lainnya dalam ujian nasional adalah fungsi komposisi. Rendahnya nilai tersebut bisa jadi karena pengalaman miskonsepsi yang dialami oleh siswa.

Banyak peneliti melakukan penelitian tentang miskonsepsi dalam aljabar, namun miskonsepsi tersebut masih terjadi hingga saat ini. Miskonsepsi siswa dalam aljabar terjadi khususnya dalam pengoperasian fungsi komposisi yang perlu lebih diperhatikan. Sehingga miskonsepsi yang terjadi pada siswa dapat dikurangi dengan menggunakan bahan ajar yang tepat. Miskonsepsi muncul karena fakta lebih dulu diterima daripada seseorang yang mempelajari konsep, siswa memiliki pemahamannya sendiri berdasarkan penalaran, intuisi, budaya, atau lainnya. Konsep dipertahankan untuk menjelaskan kondisi di sekitar mereka, tetapi konsep tersebut tidak seperti konsep yang sebenarnya [11]. Masalah paling kritis dalam pendidikan adalah miskonsepsi yang disebabkan oleh miskonsepsi siswa itu sendiri [12].

Konflik kognitif adalah situasi dimana siswa menemukan adanya pertentangan antara struktur kognitif yang mereka miliki dengan keadaan sekitarnya [11]. Konflik kognitif dalam proses pembelajaran muncul ketika siswa diberikan situasi baru yang tidak biasa dengan apa yang telah mereka pelajari. Siswa akan mengkonstruksi situasi baru dari pengetahuan awal dan membangun ekspektasi tentang apa yang tampak dari situasi tersebut. Osborne menerangkan bahwa strategi konflik kognitif memiliki pola umum: mengekspos kerangka kerja alternatif (mengekspresikan konsepsi awal), menciptakan konflik konseptual, mendorong akomodasi kognitif. [13]. Konflik kognitif juga dapat muncul di lingkungan sosial ketika terjadi konflik pendapat / pemikiran antara individu dengan orang lain di lingkungan individu yang bersangkutan. Konflik kognitif digunakan sebagai strategi dalam pembelajaran dengan motif untuk meningkatkan pemahaman, mengubah konsep, dan meningkatkan kemampuan penalaran, bahkan juga digunakan sebagai cara untuk merekonstruksi pengetahuan siswa. [14]. Strategi konflik kognitif merupakan metode pembelajaran yang interaktif, inspiratif, menyenangkan, dan menantang. Ini memotivasi siswa untuk secara aktif mengambil bagian dalam proses berpikir dan memberikan ruang yang cukup untuk peningkatan inisiatif, kreativitas dan kemandirian yang relevan dengan bakat, minat, perkembangan psikologis dan kognitif mereka. [15].

Miskonsepsi yang dihadapi siswa dapat menjadi penghalang pembelajaran mereka. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu upaya

yang dapat dilakukan adalah mendemonstrasikan konflik kognitif [16]. Penggunaan strategi konflik kognitif dalam pembelajaran menantang siswa untuk mengekspos konsep yang telah mereka pahami. Dengan demikian, siswa yang mengalami miskonsepsi akan menyajikan konsep yang bertentangan dengan konsep sebenarnya.

Tujuan penelitian ini yaitu menentukan implementasi lembar kerja berbasis strategi konflik kognitif yang dapat mengurangi miskonsepsi pada materi aljabar. Lembar kerja ini juga memberikan strategi konflik kognitif yang akan membuat siswa membangun situasi baru dari pengetahuan awal mereka, terutama ketika mereka belajar tentang fungsi komposisi. Semua informasi di atas yang menjelaskan langkah-langkah strategi konflik kognitif menjadi acuan bagi peneliti untuk mengevaluasi bagaimana lembar kerja matematika berbasis strategi konflik kognitif dapat menurunkan miskonsepsi siswa terhadap matematika. Pertanyaan penelitiannya adalah “Bagaimana lembar kerja berbasis strategi konflik kognitif dapat mengurangi miskonsepsi siswa pada topik fungsi komposisi?”.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *research and development*. Lembar kerja ini menggunakan strategi konflik kognitif yang diadaptasi dari Irawati. Lembar kerja pada penelitian ini dikembangkan dengan pendekatan ADDIE. Lembar kerja ini telah dilakukan uji validitas oleh validator ahli. Data pada penelitian ini dianalisis secara kualitatif. Bogdan & Taylor dalam [17] menjelaskan bahwa metode kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif, khususnya pidato atau tulisan, dan perilaku yang dapat ditentukan dari orang (subjek) itu sendiri.

Subjek penelitian ini adalah siswa SMA yang berjumlah 5 siswa. Subjek penelitian dipilih berdasarkan siswa yang mengalami miskonsepsi paling banyak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui implementasi lembar kerja konflik kognitif dalam mengurangi miskonsepsi siswa dalam menyelesaikan soal aljabar. Untuk menentukan sampel penelitian, peneliti mengambil dua orang siswa yang mengalami miskonsepsi dalam menentukan fungsi komposisi sebagai sampel (subjek penelitian). Analisis data validitas lembar kerja merupakan data hasil penilaian ahli yang dianalisis berdasarkan skor rata-rata. Perangkat pembelajaran dikatakan valid jika mendapat kategori penilaian baik dan sangat baik.

Keterlibatan siswa sebagai subjek penelitian untuk mengetahui tingkat kepraktisan, dan keefektifan lembar kerja ini. Analisis kepraktisan yang digunakan adalah analisis data pengamatan penggunaan lembar kerja selama proses pembelajaran, dan analisis angket respon guru dan siswa terhadap lembar kerja yang disusun dalam bentuk skala likert. Angket praktikalitas Expert diberikan kepada pakar pendidikan matematika terkait dengan lembar kerja berbasis konflik kognitif. Data hasil penelitian digunakan untuk mengetahui keefektifan pembelajaran menggunakan lembar kerja konflik kognitif. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi untuk memperoleh data tentang validitas lembar kerja, *pre-test* dan *post-test* untuk mengetahui miskonsepsi siswa dan keefektifan lembar kerja, instrumen pedoman wawancara dan angket untuk kepraktisan lembar kerja.

Ada beberapa indikator yang dipakai dalam penelitian ini, seperti indikator konflik kognitif dan indikator lembar kerja yang layak. Indikator konflik kognitif pada lembar kerja yang dibuat adalah soal matematika yang diberikan adalah tentang konflik kognitif dalam aljabar, khususnya pengoperasian fungsi komposisi. Kegiatan tersebut harus menunjukkan proses konflik kognitif oleh Osborne, seperti:

1. Mengekspos kerangka kerja alternatif (mengekspresikan konsepsi awal),
2. Menciptakan konflik konseptual,
3. Mendorong akomodasi kognitif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi oleh beberapa validator terhadap lembar kerja konflik kognitif disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Lembar Kerja Konflik Kognitif

Aspek yang dinilai	Validator			Rata-rata	Kriteria
	V1	V2	V3		
Isi	4,4	4,3	4,2	4,3	Sangat Baik
Bahasa	4,2	4,3	4,1	4,2	Sangat Baik
Tampilan	4,1	4,0	3,9	4,0	Baik

Berdasarkan hasil validasi ketiga validator, diperoleh nilai rata-rata validasi perangkat yaitu sangat baik. Sehingga lembar kerja konflik kognitif dikatakan valid.

Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE. Pada tahap *analysis* dilakukan analisis kinerja dan analisis kebutuhan. Pada tahap analisis kinerja, materi yang akan diuraikan pada lembar kerja yaitu operasi fungsi komposisi. Pada tahap analisis kebutuhan, menunjukkan bahwa masih dibutuhkannya lembar kerja berbasis konflik kognitif untuk menciptakan pembelajaran yang efektif dan dapat mengurangi miskonsepsi siswa. Pada tahap *design* dilakukan penyusunan materi yang disesuaikan dengan kompetensi dasar pada materi fungsi komposisi. Pembuatan lembar kerja disesuaikan dengan indikator proses konflik kognitif oleh Osborne. Bahan yang digunakan dalam menyusun lembar kerja diantaranya yaitu buku paket siswa dan guru edisi revisi 2017, internet serta sumber lainnya. Setelah tahap *design*, dilakukan tahap *development*. Pada tahap ini dilakukan pengembangan lembar kerja yang telah dirancang. Lembar kerja yang dikembangkan berisi judul, materi pokok, kelas/semester, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan lembar kerja, serta soal yang berbasis konflik kognitif.

Tahap selanjutnya yaitu *implementation*, yaitu untuk melihat kepraktisan lembar kerja konflik kognitif. Pada tahap ini dilakukan uji coba terbatas dengan subjek penelitian adalah siswa SMA di Gresik. Tahap terakhir yaitu evaluasi, yaitu menganalisis data yang diperoleh untuk dilakukan evaluasi. Data tersebut merupakan hasil uji coba lembar kerja dan observasi peneliti. Berdasarkan hasil observasi peneliti dan pekerjaan siswa, menunjukkan bahwa lembar kerja konflik kognitif dapat mengurangi miskonsepsi siswa pada materi aljabar.

Peneliti mengambil dua siswa yang mengalami miskonsepsi pada operasi fungsi komposisi. Dari tes yang diberikan, siswa mengalami kesalahan saat mengerjakan *pre-test*. Ini berarti bahwa siswa memiliki kesulitan dalam menyelesaikan operasi fungsi komposisi. Dari lembar kerja siswa, dapat dilihat bahwa siswa 1 mengalami miskonsepsi pada fungsi komposisi dalam bentuk paling sederhana di *pre-test*.

Pre-test
Solving Cognitive Conflict.

1. Given two function, $f(x) = 3x + 2$ and $g(x) = 2 - x$. Choose the answer of $(f \circ g)(x)$.
Give your opinion!

a. $-3x$

Correct Reason: *Karena terdapat nilai x.*

Incorrect

b. $-3x + 8$

Correct Reason:

Incorrect

c. 8

Correct Reason:

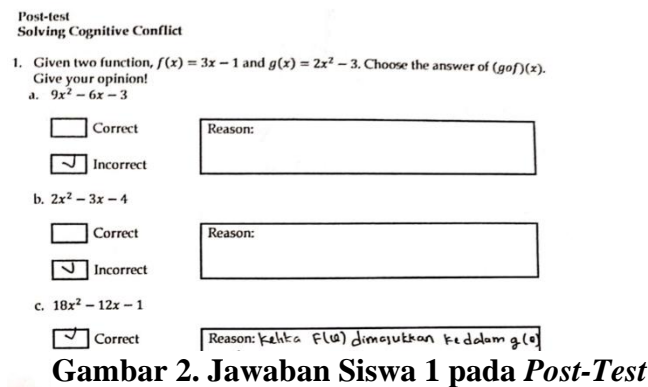
Gambar 1. Jawaban Siswa 1 pada *Pre-Test*

Gambar 1 menunjukkan contoh jawaban siswa terkait konflik kognitif dari pertanyaan yang diberikan. Siswa diminta untuk memilih jawaban dari pertanyaan fungsi komposisi, manakah yang benar atau tidak benar dan memberikan alasan untuk jawabannya. Siswa diberi pertanyaan fungsi komposisi dari $f(x) = 3x + 2$, $g(x) = 2 - x$ dan mencari nilai dari $(f \circ g)(x)$. Siswa memilih $-3x$ sebagai jawaban yang benar, siswa mengira bahwa $(2 - (3x + 2)) = -3x$. Siswa berpikir bahwa $-3x + 8$ dan 8 tidak benar. Berdasarkan respon siswa, dia mengira bahwa untuk menemukan nilai dari $(f \circ g)(x)$ dapat diperoleh dari $f(x)$ yang disubstitusi pada $g(x)$. Tampaknya siswa masih salah memahami konsep fungsi komposisi. Kutipan berikut menunjukkan hasil wawancara antara peneliti dan siswa 1 tentang masalah yang diberikan dalam *pre-test*.

- Peneliti : "Bisakah kamu jelaskan jawabanmu?"
- Siswa 1 : "Untuk $(f \circ g)(x)$, saya memasukkan $f(x) = 3x + 2$ kedalam $g(x) = 2 - x$ dan memperoleh $-3x$."
- Peneliti : "Apakah kamu yakin itu jawaban yang benar? Mengapa?"
- Siswa 1 : "Ya, Saya yakin itu adalah jawaban yang benar. Karena ada variabel x ."
- Peneliti : "Mengapa kamu memberikan alasan itu??"
- Siswa 1 : "Saya tidak tahu harus menulis apa, tetapi menurut saya, ketika masih memiliki variabel x itu merupakan jawabannya."
- Peneliti : "Tapi, bagaimana dengan jawaban b? jawaban tersebut masih memiliki variabel x juga kan?"
- Siswa 1 : "Tapi, dalam perhitungan saya, saya tidak mendapatkan nilainya $-3x + 8$."
- Peneliti : "Apakah kamu yakin jika kita ingin mencari nilai $(f \circ g)(x)$ kita substitusi $f(x)$ ke $g(x)$ tidak $g(x)$ disubstitusi ke $f(x)$?"
- Siswa 1 : (Diam dan berpikir)
- Peneliti : "Jadi, apa yang ada dipikiranmu?"
- Siswa 1 : "Saya tidak tau."
- Peneliti : "Jika saya punya $(f \circ g)(x)$ sama dengan $f(g(x))$. Jadi, apa yang dapat kamu simpulkan dari kondisi ini?"
- Siswa 1 : "Umm, jadi $g(x)$ disubstitusikan ke $f(x)$."
- Peneliti : "Jadi apakah jawabanmu benar?"
- Siswa 1 : "Tidak, seharusnya $(f \circ g)(x) = 3(2 - x) + 2 = 6 - 3x + 2$. Jadi jawaban yang benar haruslah b. $(-3x + 8)$."

Setelah siswa mengerjakan soal pada lembar kerja pada saat *pre-test*, Peneliti

menyuruh siswa menunjukkan dan mengubah idenya. Siswa mengalami konflik kognitif pada saat wawancara, yaitu saat diberikan soal serupa yang mengacu ke soal yang dikerjakan siswa. Konflik kognitif berguna untuk membantu siswa dalam mengurangi kebingungan mereka dalam belajar. Hasil tes dan wawancara dengan siswa 1 menunjukkan bahwa siswa mampu menjawab soal setelah mendapatkan strategi konflik kognitif. Setelah itu, siswa melanjutkan untuk menyelesaikan *post-test*. Jawaban dan alasan siswa pada *post-test* menunjukkan bahwa siswa dapat menentukan nilai $f(x)$ dari fungsi komposisi yang diberikan yaitu $(f \circ g)(x) = x^2 - 1$ dan $g(x) = x + 3$. Contoh jawaban siswa yang benar ditunjukkan pada Gambar 2.



Dari jawaban siswa 1 pada Gambar 2, siswa tidak membutuhkan banyak waktu untuk menyelesaikan miskonsepsi dalam operasi fungsi komposisi. Jawaban siswa tersebut dibenarkan melalui wawancara sebagaimana disajikan dalam kutipan berikut.

- Peneliti : “Bagaimana kamu menyelesaikan pertanyaan ini? (nomor 1).”
 Siswa 1 : “Dari pertanyaan ada $(x) = 3x - 1$ dan $g(x) = 2x^2 - 3$. Untuk memperoleh $(g \circ f)(x)$, saya substitusi $3x - 1$ ke $2x^2 - 3$ sehingga saya mendapatkan hasil $18x^2 - 12x - 1$.”
 Peneliti : “Apakah kamu yakin itu jawaban yang benar? Mengapa?”
 Siswa 1 : “Ya, saya pikir itu adalah jawaban yang benar. Karena untuk menentukan $(g \circ f)(x)$ itu sama dengan $g(f(x))$.”
 Peneliti : “Jadi, apakah kamu tahu tentang konsep dalam fungsi komposisi?”
 Siswa 1 : “Ya, $(f \circ g)(x) = f(g(x))$ dan $(g \circ f)(x) = g(f(x))$.”

Berdasarkan jawaban siswa 1 pada *post-test*, siswa tersebut mendapatkan jawaban yang benar dari semua pertanyaan yang diberikan. Hal ini berarti bahwa siswa dapat menyelesaikan konflik kognitif yang dialami. Siswa 1 dapat mengubah konsep awal tentang fungsi komposisi dan dia mendapatkan konsep baru dalam fungsi komposisi.

Di sisi lain, siswa 2 salah dalam menyelesaikan *pre-test*. Hal ini berarti Siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan fungsi komposisi. Dari lembar kerja kita dapat melihat bahwa siswa tidak mengalami miskonsepsi dalam menyelesaikan fungsi komposisi dalam bentuk paling sederhana, tetapi siswa memiliki miskonsepsi dalam menyelesaikan operasi dalam fungsi komposisi ketika fungsi komposisinya diketahui pada *pre-test*.

2. Given two function, $f(x) = 2x + 3$ and $(f \circ g)(x) = 2x^2 + 6x - 7$. Choose the answer of $g(x)$. Give your opinion!

a. $x^2 + 3x - 5$

Correct
 Incorrect

Reason:

b. $x + 6x - 4$

Correct
 Incorrect

Reason: Karena ketika $f \circ g$ dikurangi $f(x)$ ketemu nilai $g(x)$

c. $x - 5x - 10$

Correct
 Incorrect

Reason:

Gambar 3. Jawaban Siswa 2 pada Pre-Test

Gambar 3 menyajikan contoh jawaban dari siswa 2 yang berhubungan dengan konflik kognitif. Opsi yang diberikan untuk jawaban fungsi komposisi dari $(f \circ g)(x) = 2x^2 + 6x - 7$, $f(x) = 2x + 3$ dan menentukan nilai dari $g(x)$. Siswa memilih $x + 6x - 4$ sebagai jawaban yang benar, karena siswa berpikir bahwa $(2x^2 + 6x - 7) - (2x + 3) = x + 6x - 4$. Kemudian siswa menduga bahwa $x^2 + 3x - 5$ dan $x - 5x - 10$ tidak benar. Berdasarkan respon siswa, siswa menduga bahwa untuk menentukan nilai $g(x)$ dapat diperoleh dari $(f \circ g)(x) - f(x)$. Hal ini menunjukkan bahwa siswa 2 masih salah paham tentang konsep; siswa mengurangi fungsi komposisi, sementara tidak ada konsep pengurangan dalam fungsi komposisi dan siswa mengurangi suku yang tidak sama. Kutipan di bawah ini menunjukkan hasil wawancara antara peneliti dan siswa 2 pada pertanyaan yang diberikan.

- Peneliti : “Bisakah kamu jelaskan jawabanmu?”
Siswa 2 : “ $(f \circ g)(x) = 2x^2 + 6x - 7$ dikurangi $f(x) = 2x + 3$ sehingga diperoleh $x + 6x - 4$. Karena $2x^2 - 2x$ sama dengan x dan $-7 + 3$ sama dengan -4 . Jadi, saya memperoleh jawaban $x + 6x - 4$.”
- Peneliti : “Apakah kamu yakin itu jawaban yang benar? Mengapa?”
Siswa 2 : “Ya, saya pikir itu adalah jawaban yang benar. Karena saya mengurangi $(f \circ g)(x)$ dengan $f(x)$.”
- Peneliti : “Apakah benar jika $2x^2$ dapat dikurangi dengan $2x$?”
Siswa 2 : “Ya. Karena variabelnya sama-sama x dan koefisiennya juga sama.”
- Peneliti : “Tapi, bagaimana dengan pangkat dari variabelnya? Apakah itu pangkat yang sama?”
Siswa 2 : “Tidak.”
- Peneliti : “Bisakah kamu melakukan operasi dua variabel dengan pangkat berbeda itu?”
Siswa 2 : (Diam dan berpikir)
- Peneliti : “Bagaimana menurutmu?”
Siswa 2 : “Tidak bisa dioperasikan. Jadi haruslah $2x^2 - 4x - 4$.”
- Peneliti : “Tunggu dulu, apakah kamu tahu konsep fungsi komposisi?”
Siswa 2 : “Ya, jika terdapat $f(x)$ dan $g(x)$ lalu kita akan menentukan $(f \circ g)(x)$, maka fungsi $g(x)$ disubstitusi ke fungsi $f(x)$.”
- Peneliti : “Jadi, bisakah kamu mendapatkan rumus fungsi komposisi?”
Siswa 2 : “Ya, $(f \circ g)(x) = f(g(x))$.”
- Peneliti : “Jika saya punya $(f \circ g)(x) = 2x + 4$ dan $f(x) = x + 1$, maka dengan menggunakan konsep tersebut, $g(x)$ adalah?”

- Siswa 2 : “ $2x + 4 = f(g(x))$, $2x + 4 = (x + 1)$ Jadi, $g(x) = 2x + 3$.”
 Peneliti : “Lalu apakah benar jika $(f \circ g)(x) = f(g(x))$ maka $g(x) = (f \circ g)(x) - f(x)$?”
 Siswa 2 : “Umm, menurut saya tidak.”
 Peneliti : “Jadi, bagaimana dengan jawaban kamu? Apakah itu yang benar?”
 Siswa 2 : “Tidak, itu tidak benar. Yang benar adalah $g(x) = x^2 + 3x - 5$.”
 Peneliti : “Apakah kamu memperoleh informasi yang baru?”
 Siswa 2 : “Ya.”
 Peneliti : “Bisakah kamu jelaskan apa itu?”
 Siswa 2 : “Untuk menemukan suatu fungsi dalam fungsi komposisi, kita perlu mensubstitusi fungsi yang diketahui ke dalam fungsi komposisi. Bukan dengan mengurangi fungsi komposisi dengan fungsi yang diketahui.”

Siswa 2 mengalami konflik kognitif pada konsep operasi fungsi yang dia pahami sebelumnya. Setelah siswa 2 menyelesaikan soal-soal pada lembar kerja pada *pre-test*, peneliti menyuruh siswa untuk menunjukkan dan mengubah idenya. Berdasarkan hal tersebut, siswa diharapkan dapat memikirkan konflik-konflik dalam pikirannya sehingga siswa dapat terpacu untuk mengkaji kembali konsep-konsep awal yang telah dimilikinya dengan konsep-konsep baru yang telah diberikan oleh peneliti. Kemudian peneliti memberikan umpan balik untuk menambah konsep baru dan memperkuat konsep siswa. Siswa diminta untuk melihat kembali jawaban mereka hanya untuk mengetahui perbedaan antara konsep awal dan konsep baru yang telah dibuat selama wawancara.

Kemudian, siswa 2 melanjutkan untuk menyelesaikan *post-test*. Jawaban siswa pada *post-test* menunjukkan bahwa siswa dapat menentukan nilai $f(x)$ dari fungsi komposisi yang diberikan yaitu $(f \circ g)(x) = x^2 - 1$ dan $g(x) = x + 3$. Siswa dapat menemukan jawaban yang benar dalam soal. Siswa dapat memberikan alasan mengapa dia memilih jawaban dengan benar. Artinya dia telah mengubah konsep awalnya dalam menyelesaikan soal operasi fungsi komposisi. Jawaban siswa 2 pada *post-test* ditunjukkan pada Gambar 4.

2. Given two function, $(f \circ g)(x) = x^2 - 1$ and $g(x) = x + 3$. Choose the answer of $f(x)$.
 Give your opinion!

a. $x^2 - x + 4$

Correct Reason:

Incorrect

b. $x^2 - 6x + 8$

Correct Reason: $f(x)$ berasal dari $(f \circ g)(x)$ dan $g(x)$ yang disubstitusikan

Incorrect

c. $x - 2$

Correct Reason:

Incorrect

Gambar 4. Jawaban Siswa 2 pada *Post-Test*

Dari jawaban siswa 2 pada Gambar 4, siswa tidak membutuhkan banyak waktu untuk menyelesaikan miskonsepsi dalam operasi fungsi komposisi. Jawaban siswa dikonfirmasi melalui wawancara seperti yang disajikan dalam kutipan berikut.

- Peneliti : “Bagaimana kamu menyelesaikan pertanyaan ini? (nomor 2).”
 Siswa 2 : “Berdasarkan pertanyaan, terdapat $(f \circ g)(x) = x^2 - 1$ dan $g(x) = x + 3$. Untuk memperoleh nilai $f(x)$, saya mensubstitusi $x^2 + 1 =$

$f(g(x))$ sehingga $x^2 + 1 = f(x + 3)$. Kemudian saya memisalkan jika $p = x + 3$, maka $x = p - 3$. Lalu itu akan menjadi $f(p) = p^2 - 6p + 8$. Setelah itu, ubah p ke x sehingga menjadi $f(x) = x^2 - 6x + 8$.”

- Peneliti : “Apakah kamu yakin itu jawaban yang benar? Mengapa?”
Siswa 2 : “Ya, saya pikir itu adalah jawaban yang benar. Telah saya cek dengan mensubstitusi $g(x)$ ke $f(x)$ dan hasilnya adalah $(f \circ g)(x)$.”
Peneliti : “Bagaimana dengan $x^2 - x + 4$ apakah itu benar? Coba jelaskan”
Siswa 2 : “Tidak benar, karena itu diperoleh dari $(f \circ g)(x) - g(x)$ ”
Peneliti : “Jadi, rumus apa yang digunakan dalam menyelesaikan pertanyaan?”
Siswa 2 : “ $(f \circ g)(x) = f(g(x))$.”

Berdasarkan jawaban dan tanggapan siswa dalam wawancara dan *post-test*, lembar kerja konflik kognitif dapat menurunkan miskonsepsi operasi pada konsep fungsi komposisi. Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa instrumen pembelajaran telah memenuhi indikator, sehingga dapat diterapkan dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan respon siswa melalui wawancara peneliti dengan siswa menunjukkan respon positif. Hal tersebut dapat dibuktikan dari soal yang telah diselesaikan oleh siswa.

Berdasarkan kegiatan yang dilakukan oleh siswa, kegiatan tersebut menunjukkan proses konflik kognitif pada saat wawancara berlangsung yaitu ketika diberikan soal lain yang serupa dengan soal yang telah dikerjakan dan mengalami konflik kognitif dengan konsep yang dimiliki siswa sebelumnya. Strategi konflik kognitif adalah strategi perubahan konseptual yang memungkinkan siswa mengubah miskonsepsi menjadi konsep yang sesuai dengan konsep ilmiah. Perubahan ini dapat meningkatkan prestasi belajar siswa [16]. Pengembangan konsep-konsep pembelajaran dapat dipahami oleh siswa dengan menggunakan perubahan konseptual yang lebih bervariasi karena pemahaman konseptual mengandung perluasan konsep yang telah dimiliki siswa dan akan memecahkan konsep-konsep yang tidak sesuai.

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan lembar kerja konflik kognitif dapat mengurangi miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Terlihat dari pekerjaan siswa pada *pre-test* dan *post-test*. Dapat dikatakan bahwa miskonsepsi aljabar masih terjadi dalam pembelajaran dan konflik kognitif merupakan salah satu cara untuk mengurangi miskonsepsi yang terjadi. Irawati menjelaskan bahwa beberapa siswa belum mengubah konsep awalnya seperti yang diharapkan ketika diberikan perlakuan [16]. Namun, temuan peneliti tentang konsep awal siswa mengalami perubahan ketika perlakuan yang diberikan, siswa dapat mengubah konsep awal mereka dan memperbaiki miskonsepsi yang terjadi. Temuan ini sependapat dengan Maharani bahwa strategi konflik kognitif perlu ditingkatkan dalam pembelajaran matematika hal ini dapat dilihat dari hasil kerja siswa, mereka memiliki jawaban yang benar di *post-test* [18]. Hal tersebut berarti siswa mengalami peningkatan dalam memahami konsep melalui konflik kognitif. Berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh siswa, terjadi proses konflik kognitif dan siswa memperoleh nilai lebih tinggi pada *post-test* daripada *pre-test*. Sehingga dapat dikatakan bahwa lembar kerja konflik kognitif memenuhi kriteria efektif.

Setelah dilakukan uji coba lembar kerja, kemudian dilakukan uji praktikalitas ke pakar Expert, guru dan siswa. Berikut ini akan disajikan hasil angket praktikalitas tersebut pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Praktikalitas Lembar Kerja Konflik Kognitif

Penilaian praktikalitas	Jumlah presentase (%)
Expert	73
Guru	82
Siswa	85

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh rata-rata hasil praktikalitas lembar kerja konflik kognitif adalah 80% dengan kategori praktis. Sehingga lembar kerja konflik kognitif telah memenuhi aspek kepraktisan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menghasilkan lembar kerja berbasis konflik kognitif. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Berdasarkan uji validitas lembar kerja berbasis konflik kognitif yang telah dilakukan kepada tiga orang validator dengan beberapa revisi dan perbaikan maka didapat skor rata-rata hasil validasi lembar kerja berbasis konflik kognitif adalah 4,16 dengan kategori valid. Jadi dapat disimpulkan bahwa lembar kerja berbasis konflik kognitif sudah valid. Berdasarkan uji praktikalitas dengan menggunakan angket dan uji coba terbatas dalam pembelajaran maka didapat skor rata-rata hasil praktikalitas lembar kerja berbasis konflik kognitif adalah 80% dalam kategori praktis. jadi dapat disimpulkan bahwa lembar kerja berbasis konflik kognitif sudah praktis. Berdasarkan hasil uji coba terbatas pada pembelajaran, menunjukkan bahwa lembar kerja konflik kognitif dapat mengurangi miskonsepsi siswa pada materi aljabar sehingga dapat dikatakan bahwa lembar kerja tersebut efektif. Jadi dapat disimpulkan bahwa lembar kerja konflik kognitif sudah valid, praktis dan efektif. Sehingga dapat diimplementasikan dalam pembelajaran matematika. Lembar kerja konflik kognitif dapat diimplementasikan tidak hanya pada materi fungsi komposisi tetapi juga pada materi lainnya. Dengan demikian, peneliti menyarankan agar dalam proses pembelajaran,

Saran

Bagi guru, lembar kerja dengan strategi konflik kognitif merupakan lembar kerja yang cocok untuk mengajarkan materi operasi fungsi komposisi karena dapat mengurangi miskonsepsi pada siswa dan guru dapat mempraktekkan konflik kognitif untuk memfasilitasi siswa dalam penguasaan materi baik aljabar maupun materi yang lain di sekolah. Bagi siswa, setelah menggunakan lembar kerja konflik kognitif siswa lebih mudah memahami konsep dan merubah konsep yang salah. Bagi peneliti yang akan mengadakan penelitian lanjutan, penelitian ini hanya terbatas implementasi lembar kerja untuk mengurangi miskonsepsi, artinya dapat dilakukan penelitian yang lebih lanjut terhadap peningkatan karakter lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] O. Helenius, A. Engström, T. Meaney, E. Norén, J. Sayers, and M. Österholm, *Development of Mathematics Teaching: Design, Scale, Effects*, no. 10. 2014.
- [2] Ramlan, "Pemanfaatan strategi konflik kognitif untuk menumbuhkembangkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran bangun ruang pada siswa kelas XA SMAN 1 Makassar," *Mapan J. Mat. dan Pembelajaran*, vol. 2, pp. 75–85, 2014.
- [3] R. Y. Gazali, "Pengembangan bahan ajar matematika untuk siswa SMP berdasarkan teori belajar ausubel," *PYTHAGORAS J. Pendidik. Mat.*, vol. 11, no.

- 2, p. 182, 2016, doi: 10.21831/pg.v11i2.10644.
- [4] S. Firmasari and S. A. Pramuditya, “Desain Bahan Ajar Analisis Real dengan Taksonomi Solo Dilengkapi Soal-Soal Bentuk Superitem,” *J. Elem.*, vol. 4, no. 1, p. 20, 2018, doi: 10.29408/jel.v4i1.502.
- [5] J. R. Star *et al.*, “Motivational Strategies in the Teaching of Primary School,” *An. Psicol.*, vol. 2, no. 2, pp. 369–376, 2013, doi: 10.6018/analesps.30.3.201231.
- [6] M. M. Mulungye, M. O’Connor, and S. Ndethiu, “Sources of Student Errors and Misconceptions in Algebra and Effectiveness of Classroom Practice Remediation in Machakos County--Kenya,” *J. Educ. Pract.*, vol. 7, no. 10, pp. 31–33, 2016.
- [7] N. M. Nasir, Y. Hashim, S. F. H. A. Zabidi, R. J. Awang, and E. M. Zaihidee, “Preliminary study of student performance on algebraic concepts and differentiation,” *World Appl. Sci. J.*, vol. 21, no. Special Issue3, pp. 162–167, 2013, doi: 10.5829/idosi.wasj.2013.21.am.21140.
- [8] J. L. Booth, K. E. Lange, K. R. Koedinger, and K. J. Newton, “Using Example Problems to Improve Student Learning in Algebra: Differentiating Between Correct and Incorrect Examples,” 2013.
- [9] A. O’Brien and M. Ní Ríordáin, “Examining difficulties in Initial Algebra: Prerequisite and Algebra Content Areas for Irish Post-Primary Students .,” *10th Congr. Eur. Res. Math. Educ. Dublin*, vol. 2, 2017, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10468/4004>.
- [10] D. Malihatuddarajah and R. C. I. Prahmana, “Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Permasalahan Operasi Bentuk Aljabar,” *J. Pendidik. Mat.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.22342/jpm.13.1.6668.1-8.
- [11] G. Lee, J. Kwon, S. S. Park, J. W. Kim, H. G. Kwon, and H. K. Park, “Development of an instrument for measuring cognitive conflict in secondary-level science classes,” *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 40, no. 6, pp. 585–603, 2003, doi: 10.1002/tea.10099.
- [12] K. A’yun, Suyono, S. Poedjiastoeti, and S. Z. Bin-Tahir, “Reduction of cognitive conflict and learning style impact towards student-teacher’s misconception load,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 1868, no. August, 2017, doi: 10.1063/1.4995103.
- [13] J. Osborne, “Third Misconceptions Seminar Proceedings (1993),” in *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, 2010, no. 1993, pp. 1–23.
- [14] E. Pratiwi, T. Nusantara, S. Susiswo, M. Muksar, and S. Subanji, “Characteristics of students’ cognitive conflict in solving a problem based on information processing theory,” *Int. J. Learn. Teach. Educ. Res.*, vol. 18, no. 2, pp. 76–88, 2019, doi: 10.26803/ijlter.18.2.6.
- [15] W. Susilawati, R. Karyadinata, and H. Sugilar, “Cognitive conflict strategy to the improvement of students’ lateral mathematical thinking ability,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1175, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012174.
- [16] Irawati, C. M. Zubainur, and R. M. Ali, “Cognitive conflict strategy to minimize students’ misconception on the topic of addition of algebraic expression,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1088, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1088/1/012084.
- [17] T. Y. E. Siswono, *Paradigma Penelitian Pendidikan Pengembangan Teori dan Aplikasi Pendidikan Matematika*. Surabaya: PT. Remaja Rosdakarya., 2019.
- [18] I. P. Maharani and S. Subanji, “Scaffolding Based on Cognitive Conflict in Correcting the Students’ Algebra Errors,” *Int. Electron. J. Math. Educ.*, vol. 13, no. 2, pp. 67–74, 2018, doi: 10.12973/iejme/2697.

ANALISIS PERAN *SCAFFOLDING* DALAM MENYELESAIKAN MASALAH MATEMATIKA DITINJAU DARI KERANGKA TEORI APOS

Dimas Galih Dwi Pangasta^{1,a)}, Hendarto Cahyono²⁾, Anis Farida Jamil³⁾

¹⁾Universitas Negeri Malang

^{2,3)}Universitas Muhammadiyah Malang

^{a)}dimas.galih.2103118@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan peran *scaffolding* dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari kerangka teori APOS pada mata pelajaran matematika materi statistika. Penelitian ini menggunakan jenis pendekatan kualitatif, dengan mengambil subjek 3 siswa kelas XII MIA di Malang. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes yang kemudian dianalisis dengan menggunakan teori APOS menghasilkan deskripsi kesulitan yang dihadapi siswa dalam menyelesaikan masalah matematika dan observasi yang bertujuan untuk mengamati pemberian *scaffolding* yang dilakukan guru dalam mengatasi kesulitan siswa. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah lembar observasi siswa dan soal yang berbentuk uraian (*essay*). Berdasarkan hasil observasi dari kedua pertemuan yang telah dilaksanakan dapat diketahui bahwa beberapa siswa mengalami kesulitan ketika menyelesaikan masalah matematika dan siswa membutuhkan *scaffolding* dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Sehingga melalui penelitian yang dilakukan di kelas XII MIA di Malang dapat disimpulkan bahwa peran *scaffolding* dapat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari kerangka teori APOS.

Kata kunci: penyelesaian masalah matematika, *scaffolding*, teori APOS

PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan bilangan dan mencakup semua aspek ranah kognitif karena didalamnya terdapat tingkatan kemampuan berupa mengingat hingga menganalisis [1]. Matematika menjadi mata pelajaran yang wajib diajarkan kepada siswa disetiap jenjang pendidikan dan menjadi syarat salah satu kelulusan siswa untuk pendidikan disekolahnya. Matematika berbeda dengan mata pelajaran yang lain karena pada dasarnya memiliki bentuk yang abstrak sehingga terkadang siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi [2].

Penyelesaian masalah adalah suatu proses pembelajaran berupa soal untuk meningkatkan cara berfikir siswa, memahami suatu permasalahan dengan baik, dan memunculkan rasa keingin tahuan siswa [3]. Dalam matematika, penyelesaian masalah ialah tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah matematika sampai masalah tersebut dapat ditentukan solusinya [4]. Penyelesaian suatu masalah dalam soal matematika bukan hanya sekedar hasil jawaban atas soal matematika, namun lebih mengutamakan proses penyelesaian dari masalah matematika tersebut [5]. Ketika siswa menyelesaikan masalah matematika apabila mengalami kesulitan dan diabaikan maka

akan menghambat siswa dalam memahami konsep penyelesaian masalah matematika yang berdampak kepada pemikiran diri siswa bahwa matematika ialah mata pelajaran yang sulit untuk dipahami [6]. Oleh karena itu ketika siswa mengalami kesulitan diperlukan peran guru untuk memberikan bantuan berupa bimbingan yang tepat dan jelas bagi siswa sehingga dapat menyelesaikan masalah matematika secara mandiri.

Siswa akan diberi bimbingan secara bertahap ketika menyelesaikan permasalahan. Namun ketika siswa mengalami peningkatan kemampuan secara berangsur-angsur guru harus mengurangi bimbingan hingga siswa belajar secara mandiri. Hal tersebut dinamakan dengan *scaffolding* [5]. Menurut Anghileri *scaffolding* memiliki tiga level penggunaan yaitu level 1 ialah *environmental provisions* yaitu mengondisikan lingkungan belajar sehingga dapat mendukung pembelajaran. Level 2 terdiri dari *explaining, reviewing, restructuring*. *explaining* yaitu kebiasaan yang digunakan untuk menyampaikan ide-ide yang dipelajari, *reviewing* yaitu cara yang dilakukan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan dan mengetahui letak kesalahan, dan *restructuring* merupakan cara untuk mendorong agar tetap fokus pada aspek-aspek yang berhubungan dengan matematika. Level 3 merupakan *developing conceptual thinking* yaitu mengembangkan konsep yang sudah dikuasai siswa atau membangun keterkaitan antar konsep. *Scaffolding* dirasa perlu diberikan kepada siswa karena akan membantu dalam memahami cara penyelesaian masalah matematika dan membantu mengurangi rasa frustrasi siswa dalam belajar, sehingga siswa memiliki kemampuan penyelesaian masalah matematika dengan baik [8].

Ketika siswa berhasil menyelesaikan masalah matematika maka siswa kemungkinan telah memahami konsep penyelesaian masalah matematika dengan baik [2]. Salah satu cara agar dapat melihat kemampuan siswa memahami konsep dalam penyelesaian masalah matematika yaitu menganalisis dengan mengacu kepada teori APOS yang telah diperkenalkan oleh Dubinsky [9]. Teori APOS ialah teori yang terlahir dari anggapan jika pengetahuan matematika seseorang berasal dari kebiasaan menggunakan aksi, proses, objek dan menyusun ketiganya dalam skema untuk menyelesaikan masalah matematika [10]. Menurut Zahid untuk menganalisis kemampuan pemahaman konsep siswa dalam menyelesaikan masalah matematika dibutuhkan indikator dari tahapan teori APOS. Indikator tersebut yaitu pada tahap aksi, siswa mampu menentukan dengan tepat yang diketahui dan ditanyakan melalui informasi-informasi yang didapatkan dari suatu pertanyaan sehingga dapat siswa memiliki gambaran umum untuk menyelesaikan pertanyaan; pada tahap proses, siswa mampu menentukan rencana untuk menyelesaikan masalah; pada tahap objek, siswa mampu memanfaatkan rencana yang sudah disusun sebelumnya dengan melakukan perhitungan sehingga mendapatkan hasil akhir yang tepat; dan pada tahap skema, siswa mampu melalui tahapan aksi, proses, dan objek pada suatu masalah dengan tepat serta mampu membuat kesimpulan.

Berdasarkan beberapa point yang melatarbelakangi dan sudah dijelaskan di atas, sehingga peneliti ingin meneliti tentang “Analisis Peran *Scaffolding* dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau dari Kerangka Teori APOS”. Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana peran *scaffolding* dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari kerangka teori APOS. Dengan tujuan penelitian yaitu mendeskripsikan peran *scaffolding* dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari kerangka Teori APOS.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, jenis penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Subjek dalam penelitian ini adalah 3 siswa kelas XII MIA di Malang. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal, observasi dan dokumentasi dengan instrumen yang digunakan peneliti adalah lembar observasi dan soal yang berbentuk uraian. Adapun teknik analisis data dalam penelitian ini yaitu 1) mereduksi data dengan merangkum dari 27 siswa kelas XII MIA di Malang menjadi 3 siswa untuk dipilih sebagai subjek penelitian, 2) menyajikan data hasil jawaban soal siswa, hasil observasi, dan hasil analisis dengan menggunakan teori APOS berupa deskripsi kesulitan yang dihadapi siswa dan berlangsungnya *scaffolding* yang diberikan guru dalam membantu siswa untuk mengatasi kesulitan yang dihadapi, 3) menarik kesimpulan sehingga dapat menjawab rumusan masalah yaitu bagaimana peran *scaffolding* untuk menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari kerangka teori APOS. Selanjutnya langkah-langkah dalam melakukan penelitian ini terbagi menjadi 3 tahapan, yang pertama disebut sebagai tahap persiapan yaitu penyusunan lembar observasi dan lembar soal yang akan digunakan pada saat penelitian. Tahap kedua disebut tahap pelaksanaan yaitu melaksanakan observasi pada saat pembelajaran berlangsung secara klasikal. Dikarenakan adanya pandemi *covid-19* sehingga pembelajaran dilakukan secara *online*. Guru memberikan permasalahan berupa soal uraian. Apabila siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika, guru akan memberikan *scaffolding* sesuai dengan kesulitan yang dialami setiap siswa dan peneliti akan mencatat masalah tersebut beserta pemberian *scaffolding* dalam lembar observasi. Tahap ketiga yaitu menganalisis data yang telah dikumpulkan menggunakan teori APOS dan menyimpulkannya sehingga mendapatkan hasil apakah peran *scaffolding* dapat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah matematika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pertemuan Pertama

Pertemuan pertama guru menjelaskan materi tentang simpangan rata-rata. Pada pertemuan ini dapat diketahui hasil dari observasi yang dilakukan oleh peneliti dan observer bahwa masih banyak kesulitan kesulitan yang dialami beberapa siswa pada saat menyelesaikan masalah matematika dipertemuan pertama. Hasil dari pertemuan ini kemudian dianalisis menggunakan teori APOS. Hasil tersebut dapat ditunjukkan pada gambar pekerjaan siswa yang disajikan dibawah ini.

1. 8, 7, 5, 2, 6, 5, 4, 2, 8

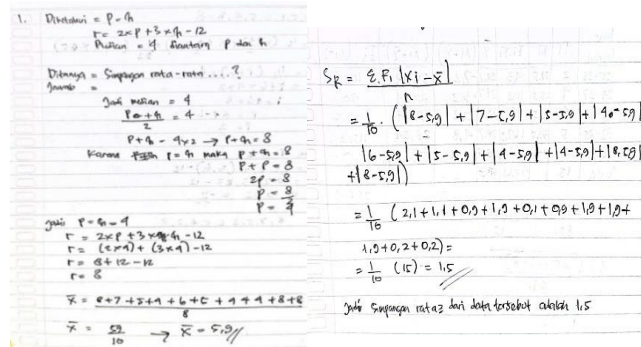
$$M_e = \frac{1}{n} \left(x \left(\frac{f}{2} \right) + x \left(\frac{f}{2} + 1 \right) \right) = \frac{1}{8} (74 + 80)$$
$$M_e = \frac{1}{2} (P + 6) = 4$$
$$P + 6 = 8$$
$$P = 8 - 6 = 2$$

Jika $P = 2$

$$r = (c, p) + (s, h) - 12$$
$$= 2 + 3 - 12$$
$$= 10 - 12 = -2$$

8, 7, 5, 2, 6, 5, 4, 2, 8

Gambar 1. Pekerjaan siswa AAR sebelum diberikan *scaffolding*



Gambar 2. Pekerjaan siswa AAR setelah diberikan *scaffolding*

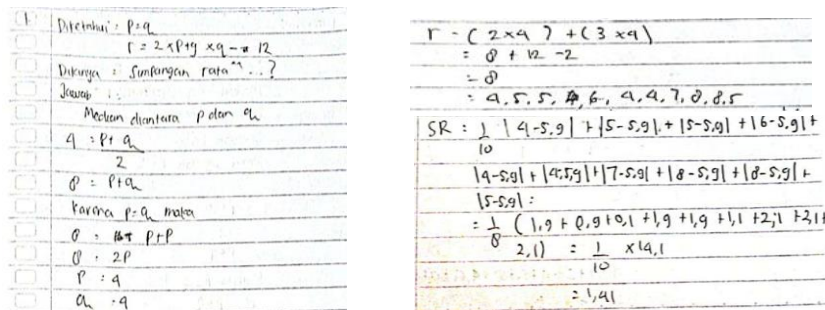
Pada tahap aksi, AAR tidak menuliskan apa yang diketahui dalam masalah dan tidak menuliskan apa yang ditanyakan atau pokok permasalahan apa yang ada dalam masalah dengan tepat. Guru melakukan tanya jawab untuk mengetahui masalah yang dialami AAR dan mengungkap pemahaman konsep pada materi statistika. AAR mengalami kesalahan dalam menentukan yang diketahui dan ditanyakan, maka dalam hal ini guru perlu memberikan *scaffolding* dengan mengarahkan AAR agar membaca dengan teliti untuk menerima informasi dari masalah. Untuk itu guru menggunakan *reviewing*, guru meminta AAR teliti melihat data pada masalah serta menanyakan pada AAR tentang sesuai tidaknya data yang dituliskan pada lembar pekerjaannya. Hal tersebut membuat AAR mampu mengetahui ketidaktelitiannya sehingga AAR dapat menuliskan kembali yang diketahui dan ditanyakan dengan benar seperti pada gambar 2.

Pada tahap proses, dari paparan AAR menunjukkan bahwa AAR mengalami kesulitan dalam menentukan nilai p dan q dengan benar. Oleh karena itu guru menanyakan kepada AAR tentang kesulitan yang dialaminya. AAR mengalami kesulitan tersebut dikarenakan AAR tidak memahami masalah dengan baik. Hasil yang diperoleh kurang tepat karena cara yang dipakai oleh AAR kurang sesuai dengan apa yang diinginkan dalam masalah. Sehingga pada langkah ini AAR memerlukan *scaffolding*. Tahapan *scaffolding* yang dilakukan oleh guru yaitu *explaining*, dalam hal ini guru memfokuskan perhatian siswa pada masalah dengan membacakan ulang dan memberi penekanan berintonasi pada kalimat yang memberikan informasi penting. Kalimat yang ditekankan adalah “nilai median = 4 berada diantara p dan q ”. Kemudian guru memberikan *scaffolding* berupa *restructuring*, pada *scaffolding* ini guru melakukan tanya jawab yaitu “dari soal itu, letak mediannya dimana?”. AAR merespon dengan menjawab “berada diantara p dan q ” dan dilanjutkan dengan guru meminta siswa untuk menghubungkannya dengan materi median yang sudah dipelajari sebelumnya. Dengan *scaffolding* ini AAR mampu menentukan cara mendapatkan nilai median dan dapat menentukan nilai p dan q . Dilanjutkan dengan menentukan nilai r . AAR tidak mengalami kesulitan. Langkah selanjutnya yaitu menentukan rata-rata, AAR belum mencapai langkah ini dikarenakan AAR hanya mampu menyelesaikan masalah sampai pada menentukan nilai r dan tidak melanjutkan pekerjaannya. AAR mengalami kesulitan untuk melakukan langkah-langkah selanjutnya. Oleh karena itu, guru memberikan *scaffolding* berupa *explaining*, dalam hal ini guru menjelaskan kembali bagaimana menentukan simpangan rata-rata dari suatu data. *Scaffolding* yang diberikan berikutnya yaitu *restructuring*, pada tahap ini guru melakukan tanya jawab yaitu “untuk menemukan simpangan rata-rata, langkah apa yang terlebih dahulu kamu lakukan?”. AAR menjawab dengan mengingat penjelasan dari guru yaitu “menghitung rata-rata dulu Pak”. Dengan *scaffolding* tersebut AAR mampu melakukan langkah penyelesaian yaitu dengan menentukan rata-rata dari data yang diperoleh seperti

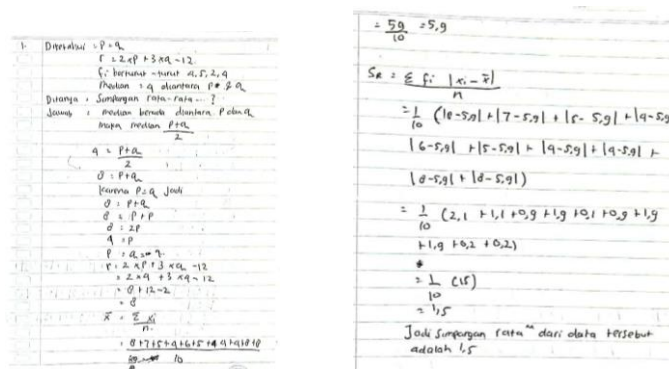
pada gambar 2.

Pada tahap objek, AAR mengalami kesulitan untuk menentukan hasil akhir yaitu simpangan rata-rata dari data. Sebelumnya pada tahap aksi, guru menjelaskan bagaimana cara menentukan simpangan rata-rata maka guru pada tahap ini hanya memberikan memberikan *scaffolding* berupa *restructuring* yaitu memberikan pertanyaan sehingga memancing siswa untuk mengingat kembali bagaimana menentukan simpangan rata-rata setelah rata-rata diperoleh. Pertanyaan guru kepada AAR yaitu “sebelumnya kamu sudah mendapatkan nilai rata-rata, jadi langkah berikutnya bagaimana untuk mendapatkan nilai simpangan rata-rata?”. AAR dengan benar menjawab pertanyaan guru dengan mengatakan “dengan menggunakan rumus $S_R = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{n}$ ”. AAR selanjutnya tidak mengalami kesulitan dalam melakukan perhitungan sehingga mampu menyelesaikan perhitungan hingga menemukan hasil akhir.

Pada tahap skema, AAR belum mampu melalui tahapan aksi, proses dan objek dalam menyelesaikan masalah tersebut. AAR juga belum mampu memberikan kesimpulan sehingga tidak menuliskan kesimpulan dari penyelesaian masalah. Maka *developing conceptual thinking* merupakan *scaffolding* yang diberikan guru berupa pemberian pertanyaan-pertanyaan yaitu “apakah jawaban yang kamu dapatkan sudah bisa menjawab pertanyaan?” dan guru meminta AAR untuk menghubungkannya dengan apa yang ditanyakan pada masalah. Setelah itu guru mengingatkan AAR untuk menuliskan kesimpulan agar tidak bingung dalam membaca penyelesaian masalah. Sehingga AAR terbantu dalam menentukan kesimpulannya. Dengan diberikannya berbagai *scaffolding* oleh guru, AAR yang awalnya tidak mampu melalui tahap aksi, proses, objek dan skema yang mengakibatkan AAR tidak mampu dalam menyelesaikan masalah dengan benar akhirnya mampu melaluinya sehingga mampu menyelesaikan masalah tersebut dengan benar.



Gambar 3. Pekerjaan siswa AT sebelum diberikan *scaffolding*



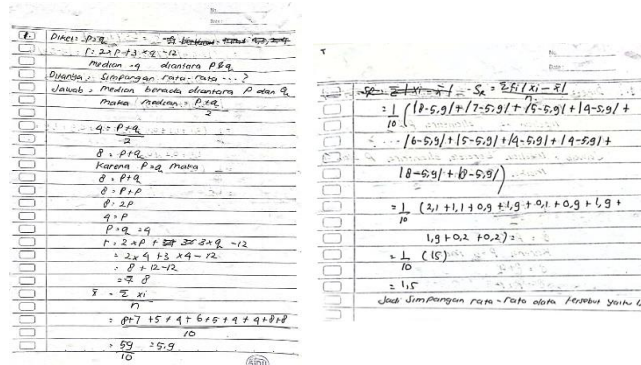
Gambar 4. Pekerjaan siswa AT setelah diberikan *scaffolding*

Pada tahap aksi, berdasarkan gambar 3 terlihat bahwa AT menulis apa yang AT ketahui pada masalah tersebut namun hanya sebagian informasi yang didapatkan dituliskan AT dalam lembar pekerjaannya. Guru melakukan tanya jawab untuk mengetahui masalah yang dialami AT dan mengungkap pemahaman konsep pada materi statistika. AT tidak menuliskan sebagian informasi dikarenakan terburu-buru dalam mengerjakan masalah. Namun, sebenarnya dalam masalah tersebut AT mampu untuk memahami yang diketahui dan ditanya.

Pada tahap proses, AT memanfaatkan beberapa gagasan yang telah diketahui dan ditanya pada masalah tersebut. AT memanfaatkan informasi “nilai median = 4 berada diantara p dan q ” dan “ $p=q$ ”. Sehingga AT mendapatkan nilai p dan q dengan tepat. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan nilai r . Karena AT tidak memiliki kesulitan dalam tahap aksi, maka dalam hal ini guru tidak perlu memberikan *scaffolding*. Langkah berikutnya, AT tidak menuliskan langkah-langkah menentukan rata-rata dari data. Namun, AT dapat menentukan rata-rata dari data tersebut ketika ditanya oleh guru. AT melakukan perhitungan rata-rata dilembaran lain dan lupa untuk menulis ulang pada lembar pekerjaan yang dikumpulkan. Oleh karena AT memahami langkah dalam menentukan rata-rata dengan benar dan memperoleh nilai rata-rata dengan tepat, maka guru tidak memberikan *scaffolding* kepada AT.

Tahap selanjutnya yaitu tahap objek, AT menentukan simpangan rata-rata dengan memasukkan data-data dan rata-rata yang diperoleh sebelumnya kedalam rumus simpangan rata-rata. AT kurang teliti dalam memasukkan data yang diperoleh sehingga simpangan rata-rata yang didapatkan AT kurang tepat. Maka, guru memberikan *scaffolding* yaitu *reviewing* untuk mengatasi kesulitan atau lebih spesifik kurangnya ketelitian AT dalam memasukkan data dalam rumus simpangan rata-rata. Guru bertanya kepada AT tentang kesesuaian data yang dimasukkan dalam rumus. Berikut pertanyaan yang diberikan guru: “apakah data yang kamu masukkan kedalam rumus sudah sesuai dengan data yang kamu peroleh sebelumnya?” serta guru meminta AT teliti melihat data yang sudah diperoleh dengan perhitungan yang dilakukan dalam menentukan simpangan rata-rata. Hal tersebut membuat AT mengetahui data yang AT masukkan tidak sesuai dengan data yang diperoleh sehingga AT dapat menentukan nilai simpangan rata-rata dengan benar.

Pada tahap skema, tidak menuliskan kesimpulan dari penyelesaian masalah. Maka *developing conceptual thinking* merupakan *scaffolding* yang diberikan guru berupa pemberian pertanyaan-pertanyaan untuk merangsang AT terhadap kesimpulan yang diharapkan. Guru memberi pertanyaan yaitu “apakah jawaban yang kamu dapatkan itu sudah menjawab pertanyaan?” dan guru meminta AT untuk menghubungkannya dengan apa yang ditanyakan pada masalah. Setelah itu guru mengingatkan agar membiasakan menuliskan kesimpulan agar tidak bingung dalam membaca penyelesaian masalah. Dengan diberikannya berbagai *scaffolding* oleh guru, AT yang awalnya tidak mampu melalui tahap objek yang mengakibatkan AT tidak mampu dalam menyelesaikan masalah dengan benar akhirnya mampu melalui semua tahapan APOS sehingga dapat menyelesaikan masalah tersebut dengan benar.



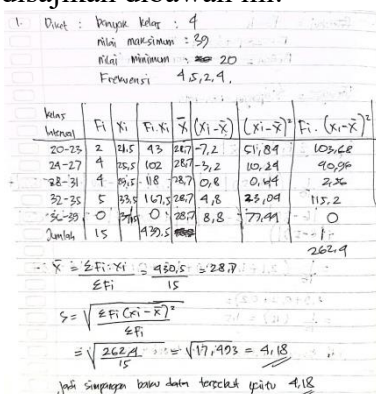
Gambar 5. Pekerjaan siswa HRK

Berdasarkan gambar 5 HRK dapat diketahui bahwa siswa tersebut mampu menyelesaikan pekerjaannya dengan tepat dan benar. Pada saat guru menanyakan kepada HRK, HRK mampu memahami konsep penyelesaian masalah tersebut mulai dari tahap aksi sampai tahap skema. Sehingga guru tidak memberikan *scaffolding* kepada HRK.

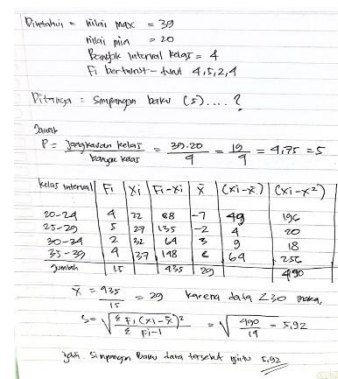
Berdasarkan hasil observasi dari pertemuan pertama yang telah dilaksanakan dapat diketahui kalau siswa yang memiliki kemampuan rendah dan sedang belum dapat menyelesaikan masalah matematika dengan benar sehingga membutuhkan *scaffolding* dan siswa berkemampuan tinggi yang dapat menyelesaikan masalah matematika tanpa bantuan *scaffolding*.

2. Pertemuan Kedua

Setelah melakukan penelitian pada pertemuan pertama, peneliti dengan dibantu rekan sejawat melakukan observasi pada pertemuan kedua. Pertemuan ini guru menjelaskan materi tentang simpangan baku dan hasil dari observasi diketahui bahwa masih banyak kesulitan yang dialami beberapa siswa pada saat menyelesaikan masalah matematika dipertemuan kedua. Hasil dari pertemuan ini kemudian dianalisis menggunakan teori APOS. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada gambar pekerjaan siswa yang disajikan dibawah ini:



Gambar 6. Pekerjaan siswa AAR sebelum diberikan *scaffolding*



Gambar 7. Pekerjaan siswa AAR setelah diberikan *scaffolding*

Pada tahap aksi, AAR hanya menuliskan apa yang diketahui dalam masalah. Guru melakukan tanya jawab untuk mengetahui masalah yang dialami AAR dan mengungkap pemahaman konsep pada materi statistika. Dapat diketahui bahwa sebenarnya AAR

memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam masalah. Namun dikarenakan AAR mengabaikan perintah yang tertulis dalam masalah untuk menuliskan yang ditanyakan. Oleh sebab itu, AAR tidak mengalami kesulitan dalam memahami masalah hanya perlu memperbaiki dengan menuliskan apa yang ditanyakan dalam masalah tersebut.

Pada tahap proses, AAR membuat tabel distribusi frekuensi tanpa terlebih dahulu menentukan panjang kelas intervalnya. Sehingga tabel yang dibuat AAR kurang tepat. Guru melakukan tanya jawab terlebih dahulu untuk mengetahui masalah yang dialami AAR tersebut dan mengungkap pemahamannya. Didapatkan bahwa AAR kesulitan dalam membedakan konsep antara banyak kelas interval dan panjang kelas interval. AAR menganggap banyak kelas interval sebagai panjang kelas interval. Guru memberikan *scaffolding* berupa *explaining*, yaitu mengulas kembali tentang langkah-langkah untuk membuat tabel distribusi frekuensi. Selanjutnya guru memberikan *scaffolding* berupa *restructuring*. Guru melakukan tanya jawab yaitu “sebelum membuat tabel distribusi frekuensi, langkah apa saja yang harus kamu lakukan?”. AAR merespon dengan menjawab “harus menentukan dulu panjang kelas intervalnya Pak”. AAR mampu menentukan nilai panjang kelas interval sehingga dapat menyusun tabel distribusi frekuensi dengan benar. Selanjutnya, berdasarkan gambar 6 AAR melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari data yang didapatkan. AAR melengkapi tabel distribusi frekuensi. Nilai rata-rata yang didapatkan kurang tepat karena terjadi kesalahan dalam langkah sebelumnya yang berimbas kepada kesalahan dalam menyusun tabel distribusi frekuensi. Sebenarnya AAR memahami bagaimana cara untuk dapat menentukan nilai rata-rata tersebut. Maka guru memberikan *scaffolding* berupa *reviewing* yaitu melakukan tanya jawab. Berikut pertanyaan yang diberikan guru “setelah memperbaiki kesalahan sebelumnya, apakah berimbas pada langkah-langkah selanjutnya?”. Dengan pemberian *scaffolding* tersebut AAR mampu menemukan kesalahannya sendiri dan mampu memperbaiki kesalahan tersebut sehingga mendapatkan nilai rata-rata yang benar.

Pada tahap objek, berdasarkan gambar 6 AAR belum mampu untuk mendapatkan hasil yang tepat dikarenakan AAR salah melakukan perhitungan pada tahap sebelumnya dan melupakan syarat yang harus dipenuhi yaitu menghitung terlebih dahulu jumlah data tersebut sebelum menentukan simpangan baku. Oleh karena itu, guru memberikan *scaffolding* berupa *reviewing*, dalam hal ini guru meminta AAR untuk mengingat kembali syarat yang harus dipenuhi sehingga mendapatkan nilai simpangan baku yang benar. Dengan *scaffolding* tersebut AAR mampu menentukan simpangan baku dengan benar dari informasi yang diperoleh.

Pada tahap skema, AAR menuliskan kesimpulan yang didapatkan namun kurang tepat disebabkan nilai simpangan baku yang kurang tepat. Akan tetapi AAR mampu memperbaiki tanpa harus diberikan *scaffolding* oleh guru. Dengan diberikannya berbagai *scaffolding* oleh guru, AAR yang awalnya belum mampu melalui tahap proses dan objek yang mengakibatkan AAR belum mampu dalam menyelesaikan masalah dengan benar akhirnya pemahaman konsep materi statistika AAR mampu melalui tahapan APOS sehingga dapat menyelesaikan masalah tersebut dengan benar.

N	F _i	X _i	F _{rel}	X _i - \bar{x}	(X _i - \bar{x}) ²	(X _i - \bar{x}) · f _i
20-24	4	22	0,27	-7	49	-28
25-29	5	27	0,32	-2	4	-10
30-34	2	32	0,14	3	9	6
35-39	4	37	0,27	8	64	32
	15		1,00		126	0

$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot X_i}{\sum f_i} = \frac{490}{15} = 32,67$
 $S = \sqrt{\frac{\sum f_i (X_i - \bar{x})^2}{\sum f_i - 1}} = \sqrt{\frac{126}{14}} = \sqrt{9,07} = 3,01$

Jadi, Simpangan baku dari kelas tersebut adalah 3,01

Gambar 8. Pekerjaan siswa AT sebelum diberikan *scaffolding*

N	F _i	X _i	F _{rel}	X _i - \bar{x}	(X _i - \bar{x}) ²	(X _i - \bar{x}) · f _i
20-24	4	22	0,27	-7	49	-28
25-29	5	27	0,33	-2	4	-10
30-34	2	32	0,13	3	9	6
35-39	4	37	0,27	8	64	32
	15		1,00		126	0

$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot X_i}{\sum f_i} = \frac{490}{15} = 32,67$
 $S = \sqrt{\frac{\sum f_i (X_i - \bar{x})^2}{\sum f_i - 1}} = \sqrt{\frac{126}{14}} = \sqrt{9,07} = 3,01$

Jadi Simpangan baku dari kelas tersebut adalah 3,01

Gambar 9. Pekerjaan siswa AT sesudah diberikan *scaffolding*

Pada tahap aksi, AT hanya menuliskan yang diketahui dalam masalah tetapi AT tidak menuliskan yang ditanyakan dalam masalah. Guru melakukan tanya jawab untuk mengetahui masalah yang dialami AT dan mengungkap pemahaman konsep pada materi statistika. Didapatkan meskipun tidak menuliskan apa yang ditanyakan namun AT memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam masalah. AT belum terbiasa untuk menuliskan diketahui dan ditanyakan dalam suatu masalah. Sehingga AT tidak mengalami kesulitan dalam memahami masalah hanya perlu memperbaiki dengan menuliskan apa yang ditanyakan dalam masalah tersebut.

Pada tahap proses, AT membuat tabel distribusi frekuensi tanpa terlebih dahulu menentukan panjang kelas intervalnya. Guru melakukan tanya jawab untuk mengetahui masalah yang dialami AT dan mengungkap pemahamannya. Setelah bertanya ternyata AT mengalami kesulitan dalam memahami konsep banyak kelas interval dan panjang kelas interval. Namun meskipun begitu AT menuliskan data-data dalam tabel distribusi frekuensi dengan benar. Sehingga kebenarannya hanya kebetulan dialami oleh AT. Oleh karena itu, guru memberikan *scaffolding* berupa *explaining*, yaitu guru menjelaskan kembali tentang langkah-langkah untuk membuat tabel distribusi frekuensi. Dengan hal ini AT mampu memahami panjang kelas interval dengan benar. Selanjutnya guru memberikan *scaffolding* berupa *restructuring*, guru melakukan tanya jawab yaitu “sebelum membuat tabel distribusi frekuensi, coba periksa pada lembar pekerjaanmu langkah apa yang belum kamu lakukan?”. AT merespon dengan meneliti kembali lembar pekerjaannya dan menjawab pertanyaan guru yaitu “menentukan panjang kelas interval dulu Pak baru buat tabelnya”. Dengan hal ini AT mampu menentukan panjang kelas interval dengan benar. Pada langkah berikutnya, AT mampu melengkapi tabel distribusi frekuensi. AT dapat melakukan langkah-langkah dalam menentukan nilai rata-rata dengan benar dan mendapatkan hasil yang tepat. Maka AT tidak mengalami kesulitan sehingga guru tidak memberikan *scaffolding* kepada AT.

Pada tahap objek, AT melakukan perhitungan akhir dan mendapatkan hasil akhir yang kurang tepat karena ada syarat tertentu yang harus dipenuhi. Akan tetapi, AT tidak memperhatikan syarat tersebut sehingga hasil yang didapatkan kurang tepat. Maka guru memberikan *scaffolding* berupa *reviewing* yaitu meminta AT untuk mengingat kembali syarat apa yang harus dipenuhi untuk mendapatkan nilai simpangan baku yang benar. Dengan bantuan *scaffolding* tersebut AT mampu mendapatkan hasil akhir berupa nilai simpangan baku yang benar.

Pada tahap skema, AT menuliskan kesimpulan yang didapatkan namun kurang tepat

disebabkan perhitungan nilai simpangan baku sebelumnya terjadi kesalahan. Akan tetapi AT mampu langsung memperbaiki ketika sudah mendapatkan nilai simpangan baku dengan tepat tanpa diberikan *scaffolding* oleh guru sehingga guru tidak perlu memberikan *scaffolding*. Dengan diberikannya berbagai *scaffolding* oleh guru, AT yang awalnya belum mampu melalui tahap proses dan objek yang mengakibatkan AT belum mampu dalam menyelesaikan masalah dengan benar akhirnya pemahaman konsep materi statistika, AT mampu melalui tahapan APOS sehingga dapat menyelesaikan masalah tersebut dengan benar.

Diket: Nilai Maks = 29, nilai Min = 20
Banyak interval kelas = 9
Ditanya: Simpangan baku kelas...?

Kelas	f_i	x_i	$f_i x_i$	\bar{x}	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 f_i$
20-24	4	22	88	29	-7	49	196
25-29	5	27	135	29	-2	4	20
30-34	2	32	64	29	+3	9	18
35-39	9	37	333	29	+8	64	576
Jumlah	18		620				810

$\bar{x} = \frac{935}{29} = 29$
karena data keso maka
$$s = \sqrt{\frac{\sum f_i (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{810}{18}} = 5,92$$

Jadi simpangan baku kelas tersebut adalah 5,92

Gambar 10 Pekerjaan siswa HRK

Berdasarkan gambar HRK dapat diketahui bahwa seperti dipertemuan sebelumnya siswa tersebut dapat menyelesaikan pekerjaannya dengan baik dan benar mulai dari tahap aksi sampai tahap skema, sehingga guru tidak memberikan *scaffolding*.

Berdasarkan hasil observasi dari kedua pertemuan yang telah dilaksanakan dapat diketahui bahwa beberapa siswa mengalami kesulitan ketika menyelesaikan masalah matematika dan siswa membutuhkan *scaffolding* untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Sehingga melalui penelitian yang dilakukan pada siswa kelas XII MIA di Malang dapat disimpulkan bahwa peran *scaffolding* dapat membantu siswa untuk menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari kerangka teori APOS. Setelah diberikan *scaffolding*, siswa mampu melalui tahapan teori APOS sehingga siswa dapat memahami konsep untuk menyelesaikan masalah matematika. Hal ini sejalan dengan penelitian [3] bahwa dengan memberikan bantuan *scaffolding* kepada siswa maka dapat mengatasi kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika.

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil penelitian yang sudah dilakukan pada siswa kelas XII MIA di Malang dapat diketahui bahwa masih banyak kesulitan yang dialami beberapa siswa saat menyelesaikan masalah matematika dan hanya satu siswa yang dapat menyelesaikan masalah dengan benar. Kesulitan-kesulitan yang dialami beberapa siswa pada saat penelitian yaitu siswa tidak lengkap dalam mengidentifikasi informasi yang diketahui dan kurang memahami materi median serta panjang kelas sehingga hasil yang didapat kurang tepat, selain itu beberapa siswa kurang tepat dalam menentukan nilai rata-rata, beberapa siswa melakukan kesalahan dalam memasukkan data dan melupakan syarat yang harus dipenuhi sehingga hasil yang didapatkan kurang tepat, serta siswa tidak membuat kesimpulan. Oleh karena itu berdasarkan kesalahan tersebut guru membantu siswa dengan memberikan *scaffolding* berupa *reviewing*, *restructuring*, dan *developing conceptual thinking* sehingga siswa dapat menyelesaikan masalah matematika dengan tepat. Sehingga dapat disimpulkan

bahwa peran *scaffolding* dapat membantu siswa ketika mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematika ditinjau dari kerangka teori APOS.

Saran

Setelah peneliti melaksanakan penelitian pada siswa kelas XII MIA di Malang, maka ada beberapa saran dari peneliti yaitu: (1) Untuk guru matematika, *scaffolding* dapat dijadikan suatu alternatif pada pembelajaran agar siswa mencapai kemampuan dalam memecahkan masalah matematika dan dapat belajar secara mandiri. (2) Guru harus membatasi pemberian *scaffolding* kepada siswa untuk membantu menyelesaikan masalah matematika, sehingga siswa tidak selalu bergantung kepada bantuan guru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Angriani, N. Nursalam, N. Fuadah, and B. Baharuddin, “*Pengembangan Instrumen Tes Untuk Mengukur Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa*,” AULADUNA J. Pendidik. Dasar Islam, vol. 5, no. 2, p. 211, 2018.
- [2] W. Nofiansyah, I. Sujadi, and T. A. Kusmayadi, “*Analisis Proses Scaffolding Pada Pembelajaran Matematika Di Kelas VIII SMP Negeri 4 Karang Anyar*,” J. Elektron. Pembelajaran Mat., vol. 3, no. 9, pp. 947–958, 2015.
- [3] A. I. Hanifah, “*Pemberian Scaffolding untuk Mengatasi Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika*,” J. Reforma, vol. 2, no. 1, pp. 19–27, 2017.
- [4] N. Aisyah, *Pengembangan Pembelajaran Matematika SD*. Jakarta: Direktorat pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, 2012.
- [5] B. Hasan, “*Penggunaan Scaffolding untuk Mengatasi Kesulitan Menyelesaikan Masalah Matematika*,” J. APOTEMA, vol. 1, no. 1, pp. 88–98, 2015.
- [6] R. D. Destari and S. Sukamto, “*Kefektifan Model Tipe Make a Match Terhadap Hasil Belajar Matematika*,” J. Lesson Learn. Stud., vol. 2, no. 2, pp. 201–208, 2019.
- [7] A. Prayitno, E. F. Nurjana, and F. Khasanah, “*Karakterisasi Scaffolding Berdasarkan Kesalahan Berpikir Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika*,” J. Kependidikan Penelit. Inov. Pembelajaran, vol. 1, no. 1, pp. 50–66, 2017.
- [8] I. Fitriani, B. Hudiono, and Hamdani, “*Mengkaji Tahapan Scaffolding dalam Pembelajaran Memecahkan Masalah di SMPN 9 Pontianak*,” J. Pendidik. dan Pembelajaran, vol. 3, no. 2000, pp. 1–12, 2014.
- [9] Y. L. Ningsih and R. Rohana, “*Pemahaman Mahasiswa Terhadap Persamaan Diferensial Biasa Berdasarkan Teori Apos*,” J. Penelit. dan Pembelajaran Mat., vol. 11, no. 1, 2018.
- [10] E. Dubinsky and M. A. McDonald, “*A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Education Research*,” Teach. Learn. Math. Univ. Lev., vol. 7, no. 3, pp. 275–282, 2001.
- [11] M. Z. Zahid, “*Konstruksi Pengetahuan Matematika Ditinjau dari Gaya Belajar*,” pp. 275–282, 2012.

ANALISIS KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA DALAM PEMBELAJARAN INQUIRY DISCOVERY DI SMA NEGERI 02 BATU

Umi Dristian^{1,a)}, Akhsanul In'am²⁾, Adi Slamet Kusumawardana³⁾

^{1,2,3)}Program Studi S2 Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
^{a)}umi.dristian.2103118@students.um.ic.id

Abstrak

Kemampuan pemahaman konsep matematika merupakan salah satu kemampuan yang harus dimiliki oleh peserta didik. Hal ini dikarenakan suatu konsep yang dipahami akan mengantarkan peserta didik pada proses pembelajaran yang bermakna. Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti lainnya menunjukkan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik masih rendah. Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematika dengan menerapkan model pembelajaran *inquiry discovery*. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik dalam beberapa kategori melalui pembelajaran *discovery* pada materi limit fungsi aljabar. Metode penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif dan kuantitatif, subjek penelitian 34 peserta didik kelas XI Bahasa SMA Negeri 02 Batu. Instrumen penelitian menggunakan tes, wawancara dan dokumentasi. Berdasarkan analisis hasil penelitian menunjukkan terdapat dua kategori pencapaian pemahaman konsep matematika peserta didik yaitu kategori tinggi dengan persentase nilai rata-rata sebesar 58,82% sebanyak 20 peserta didik, sedangkan untuk kategori sedang dengan persentase 41,18% sebanyak 14 peserta didik. Jika dilihat secara keseluruhan persentase nilai rata-rata persentase peserta didik sebesar 77%. Dengan demikian kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik kelas XI Bahasa berada pada kategori tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *inquiry discovery* dikatakan berhasil dalam pembelajaran matematika khususnya materi limit fungsi aljabar.

Kata Kunci: Kemampuan Pemahaman, Konsep Matematika, Pembelajaran *Inquiry Discovery*

PENDAHULUAN

Pendidikan pada hakikatnya merupakan sesuatu yang sangat berkaitan dalam kehidupan manusia dimana pendidikan berperan dalam kemajuan bangsa, dengan pengembangan kualitas sumber daya manusia. Pengembangan kualitas sumber daya adalah salah satu upaya untuk membentuk watak, kepribadian, kemandirian dan meningkatkan kemampuan untuk membangun peradaban bangsa yang bermartabat dimasa yang akan datang. Di Indonesia sendiri pendidikan berfungsi untuk mengembangkan dan meningkatkan kemampuan pengetahuan yang dimiliki [1].

Pembelajaran diharapkan mampu menciptakan ketertarikan peserta didik yang

dapat merangsang pemikiran dan menimbulkan rasa ingin tahu mengenai ide-ide, prinsip dan konsep-konsep materi sehingga peserta didik dengan mudah mengembangkan keterampilan dalam berpikir serta merancang pembelajaran [2]. Matematika merupakan ilmu yang sangat berperan dalam penugasan dibidang ilmu pengetahuan yang biasa digunakan dalam proses memecahkan persoalan yang sering dijumpai dalam kehidupan manusia, meskipun demikian, sampai saat ini banyak peserta didik yang beranggapan pelajaran matematika sangat sukar untuk dipahami serta membutuhkan konsentrasi tinggi ([3]; [4]; [5]).

Guru harus memiliki pandangan terhadap peserta didik agar mampu meningkatkan pemahaman konsep matematika sesuai dengan pengetahuan sendiri tidak hanya sekedar materi hafalan, karena dengan memahami konsep matematika, peserta didik dapat belajar matematika lebih bermakna, proses belajar matematika dapat dikatakan berhasil dilihat dari pemahaman peserta didik yang mengikuti pembelajaran matematika [6]; [7]).

Mengajar tidak hanya sebuah usaha dalam menyampaikan materi namun juga harus disertai tindak lanjut dengan mengembangkan kemampuan keterampilan mental dan fisik, melalui kegiatan belajar matematika diharapkan supaya memiliki pemahaman terhadap materi matematika dengan baik terlebih dahulu sehingga bisa mengerjakan soal matematika dan mampu mengembangkan pembelajaran matematika didunia nyata yang harus ditunjukkan pada saat kegiatan belajar mengajar berlangsung di sekolah.

Persoalan yang ditemukan peneliti di sekolah, pada proses kegiatan pembelajaran di kelas masih sering ditemukan peserta didik yang masih berpusat pada guru sebagai sumber pengetahuan utama untuk memberikan informasi terkait materi pembelajaran. Hal tersebut didukung dengan hasil wawancara peneliti dengan seorang guru matematika di SMA Negeri 02 Batu. Peserta didik mengalami kesulitan membedakan konsep dan bukan konsep dalam pelajaran matematika”. Pernyataan tersebut diperkuat dengan ditemukan peserta didik belum mampu menjabarkan kembali materi pokok bahasan yang telah diajarkan, bahkan beberapa diantaranya tidak memahami contoh konsep matematika. Salah satunya pada materi limit. Konsep limit fungsi aljabar adalah konsep abstrak yang hanya berupa simbol $\lim_{x \rightarrow c} f(x)$, dimana nilai $f(x)$ semakin dekat dengan hasil pada saat mendekati, sehingga menyebabkan sebagian besar peserta didik belum mampu memahami konsep limit dengan benar.

Kondisi tersebut tentu tidak menciptakan ketertarikan peserta didik untuk mengikuti kegiatan pembelajaran, sehingga tidak mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan dalam berpikir dan merancang sesuatu karena peserta didik selalu beranggapan bahwa matematika adalah pelajaran yang sulit untuk dipelajari dan dipahami. Ada beberapa factor yang menyebabkan rendahnya pemahaman konsep peserta didik, salah satunya penggunaan model pembelajaran yang kurang tepat dengan materi diajarkan dan karakteristik peserta didik. Menurut [8], penggunaan model pembelajaran diduga kuat mempengaruhi hasil belajar peserta didik karena model pembelajaran tidak hanya mempermudah peserta didik dalam belajar tapi juga membantu guru dalam menerapkan bahan ajar yang perlu disampaikan kepada peserta didik.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan dilapangan mendorong peneliti untuk menerapkan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan memahami konsep. Salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematika yaitu model pembelajaran *inquiry discovery*, yang merupakan gabungan antara model pembelajaran *inquiry* dan *discovery*. Dengan tujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan kemampuan pemahaman konsep peserta didik melalui pembelajaran *inquiry discovery*.

METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif, tujuannya untuk mengumpulkan berbagai informasi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghitung persentase setiap kategori yang digunakan dan menghitung nilai rata-rata dari jawaban soal esai peserta didik berdasarkan indikator kemampuan pemahaman konsep matematika. Sedangkan pendekatan kualitatif lebih memfokuskan setiap proses dalam penyelesaian soal esai yang ditampilkan dalam bentuk gambar hasil pekerjaan siswa berdasarkan kategori dan indikator yang digunakan. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang biasanya sudah direncanakan secara rinci sebelum penelitian dimulai, sedangkan penelitian kualitatif lebih melihat sifat realita yang muncul secara sosial, hubungan timbal balik antara peneliti dengan subjek penelitian [9].

Penelitian ini menggunakan tiga instrumen yang menjadi alat ukur dalam penelitian yaitu: tes, wawancara, dan dokumen. Instrumen tes yang digunakan, sebelumnya sudah divalidasi oleh ahli pembelajaran, dan hasil validasi menunjukkan bahwa soal tes valid sehingga layak digunakan. Instrumen tes ditujukan untuk mengetahui tingkat kemampuan pemahaman konsep yang dimiliki oleh peserta didik dengan kategori tinggi, sedang, kurang, dan rendah.

Tabel 3.1. Rubrik Indikator Kemampuan Pemahaman Konsep

No	Indikator Pemahaman Konsep	Keterangan	Skor
1	Menyatakan ulang sebuah konsep	Jawaban kosong	0
		Tidak dapat menyatakan ulang konsep limit fungsi aljabar	1
		Dapat menyatakan ulang konsep limit fungsi aljabar, tetapi masih banyak kesalahan	2
		Dapat menyatakan ulang konsep limit fungsi aljabar, tetapi kurang tepat	3
		Dapat menyatakan ulang konsep limit fungsi aljabar dengan tepat	4
2	Memberi contoh dan bukan contoh dari suatu konsep	Jawaban kosong	0
		Tidak bisa membedakan antara contoh dan bukan contoh dari konsep limit fungsi aljabar	1
		Dapat membedakan serta memberikan beberapa contoh dan bukan contoh limit fungsi aljabar, namun masih terdapat banyak kesalahan	2
		Dapat membedakan dan memberikan contoh dan bukan contoh limit fungsi aljabar tetapi kurang tepat	3
		Dapat membedakan dan memberikan contoh dan bukan contoh limit fungsi aljabar dengan tepat	4

3	Mengklasifikasi objek menurut sifat-sifat tertentu sesuai dengan konsepnya	Jawab kosong	0
		Tidak dapat mengelompokkan objek berdasarkan sifat tertentu dari limit fungsi aljabar	1
		Dapat mengelompokkan subjek berdasarkan sifat tertentu dari limit fungsi aljabar, namun masih terdapat banyak kesalahan	2
		Dapat mengelompokkan subjek berdasarkan sifat tertentu, dari limit fungsi aljabar tetapi belum tepat	3
		Dapat mengelompokkan subjek berdasarkan sifat tertentu, dari limit fungsi aljabar dengan tepat	4
4	Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis	Jawaban kosong	0
		Tidak mampu menyajikan konsep limit fungsi aljabar dengan representasi matematika dalam bentuk gambar, grafik dan tabel	1
		Dapat menyajikan konsep limit fungsi aljabar dengan representasi matematika dalam bentuk gambar, grafik dan tabel namun masih terdapat banyak kesalahan	2
		Dapat menyajikan konsep limit fungsi aljabar dengan representasi matematika dalam bentuk gambar, grafik dan tabel, tetapi kurang tepat	3
		Dapat menyajikan konsep limit fungsi aljabar dengan representasi matematika dalam bentuk gambar, grafik dan tabel dengan tepat	4
5	Mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep	Jawaban kosong	0
		Tidak dapat mengembangkan syarat perlu atau cukup dari konsep limit fungsi aljabar	1
		Dapat mengembangkan syarat perlu atau cukup dari konsep limit fungsi aljabar, tetapi masih banyak kesalahan	2
		Dapat mengembangkan syarat perlu atau cukup dari konsep limit fungsi aljabar, namun kurang tepat	3
		Dapat mengembangkan syarat perlu atau cukup dari konsep limit fungsi aljabar, dengan tepat	4
6	Menggunakan dan memanfaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu	Jawaban kosong	0
		Tidak dapat menggunakan dan memanfaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu dari limit fungsi aljabar	1
		Dapat menggunakan dan memanfaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu dari	2

		limit fungsi aljabar, tetapi masih banyak kesalahan	
		Dapat menggunakan dan memanfaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu dari limit fungsi aljabar, tetapi kurang tepat	3
		Dapat menggunakan dan memanfaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu dari limit fungsi aljabar dengan tepat	4
7	Mengaplikasikan konsep atau algoritma pada pemecahan masalah	Jawaban kosong	0
		Tidak dapat mengaplikasikan konsep matematika atau algoritma pada pemecahan masalah limit fungsi aljabar	1
		Dapat mengaplikasikan konsep matematika atau algoritma pada pemecahan masalah limit fungsi aljabar, tetapi masih banyak kesalahan	2
		Dapat mengaplikasikan konsep matematika atau algoritma pada pemecahan masalah limit fungsi aljabar, tetapi kurang tepat	3
		Dapat mengaplikasikan konsep matematika atau algoritma pada pemecahan masalah limit fungsi aljabar dengan tepat	4

Adaptasi dari (Mawaddah & Maryanti, 2016 [10])

Adapun cara analisis data berdasarkan hasil pedoman pensekoran pemahaman konsep peserta didik yaitu:

$$k = \frac{\text{jumlah skor}}{\text{skor maksimal semua indikator}} \times 100\%$$

Peneliti mengadopsi dari Istikomah & Jana (2018) tentang nilai persentase pemahaman konsep peserta didik dapat dikategorikan seperti pada Tabel 1 Kategori tersebut untuk melihat kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik baik secara keseluruhan maupun untuk setiap indikator kemampuan pemahaman konsep matematika.

Tabel 1. Kategori Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika

No	Interpetasi	Kategori.
1	$75 \leq k \leq 100$	Tinggi
2	$50 \leq k < 75$	Sedang
3	$25 \leq k < 50$	Kurang
4	$0 \leq k < 25$	Rendah

Keterangan : k adalah nilai persentase

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan perhitungan statistika deskriptif untuk menentukan rata-rata, modus dan persentase kategori tinggi, sedang, kurang dan rendah kemampuan pemahaman konsep matematika berdasarkan indikator pemahaman konsep. Masing-masing kategori dipilih dua peserta didik untuk menggambarkan kemampuan pemahaman konsep melalui jawaban soal esai yang telah dikerjakan.

Kategori kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik di kelas XI Bahasa hanya terdapat dua kategori yang memenuhi yaitu kategori tinggi dan kategori sedang, sehingga peneliti hanya mendeskripsikan kedua kategori tersebut dan hanya dipilih empat peserta didik sebagai perwakilan dari kategori tinggi dan sedang. Jumlah skor yang dimaksud yaitu jumlah seluruh pencapaian dari 34 peserta didik, dengan nilai tertinggi setiap indikator yaitu empat. Berdasarkan hasil analisis dengan perhitungan statistika deskriptif diperoleh kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel. 2 Hasil Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika berdasarkan 34 Peserta Didik

Indikator	Jumlah Skor	Rata-rata	Persentase (%)	Kategori
Menyatakan ulang sebuah konsep	93	2,73	68%	Sedang
Memberikan contoh dan bukan contoh dari suatu konsep	111	3,26	82%	Tinggi
Mengklasifikasi objek menurut sifat-sifat tertentu sesuai dengan konsepnya	115	3,38	85%	Tinggi
Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis	105	3,088	77%	Tinggi
Mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep	123	3,62	90%	Tinggi
Menggunakan dan memanfaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu	80	2,35	59%	Sedang
Mengaplikasikan konsep atau algoritma pada pemecahan masalah.	108	3,18	79%	Tinggi
Total	735	21,62	77%	Tinggi

Berdasarkan data pada tabel analisis kemampuan pemahaman konsep matematika, dapat disimpulkan bahwa skor rata-rata kemampuan pemahaman konsep matematika adalah 21,62 dari skor ideal 28 atau 77% dengan kategori Tinggi. Jumlah skor yang terdapat pada tabel tersebut menunjukkan jumlah skor 34 peserta didik yang menjadi subjek penelitian, sedangkan untuk melihat kategori kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik dilihat dari persentase yang diperoleh peserta didik yang menjadi subjek. Rata-rata skor untuk indikator menyatakan ulang sebuah konsep adalah 2,73 dari skor maksimal empat sehingga diperoleh persentase 68% dengan kategori sedang, memberikan contoh dan bukan contoh dari suatu konsep dengan nilai rata-rata 3,26 dan persentase 82% termasuk kategori tinggi, indikator mengklasifikasi objek objek menurut sifat-sifat tertentu sesuai dengan konsepnya diperoleh rata-rata 3,38 dengan persentase 85% termasuk pada kategori tinggi, indikator menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis diperoleh rata-rata 3,088 dengan persentase 77% termasuk kategori tinggi, indikator mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep didapat rata-rata 3,62 dengan persentase 90% termasuk kategori tinggi,

indikator menggunakan dan memafaatkan serta memilih prosedur atau operasi tertentu dengan rata-rata 2,35 dan persentase 59% termasuk dalam kategori sedang, sedangkan indikator mengaplikasikan konsep atau algoritma pada pemecahan masalah diperoleh rata-rata 3,18 dengan persentase 79% termasuk kategori tinggi. Kategori tersebut dilihat perindikator dengan skor tertinggi setiap indikator yaitu empat dan jumlah perolehan nilai dari 34 peserta didik dibagi dengan banyaknya peserta didik yang menjadi subjek penelitian, sehingga diperoleh rata-rata dari setiap indikator untuk mengetahui kategori kemampuan pemahaman konsep matematika.

Dilihat secara keseluruhan kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik dalam pembelajaran *inquiry discovery* berada pada kategori tinggi. Jumlah peserta didik dalam setiap kategori tinggi dan sedang akan dijelaskan pada penelitian ini, seperti yang terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Jumlah Peserta Didik setiap Kategori

Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Peserta Didik				
Kategori	Tinggi	Sedang	Kurang	Rendah
Banyak Peserta didik	20	14	0	0
Persentase	58,82%	41,18%	0%	0%

Berdasarkan analisis hasil tes tulis dengan perhitungan statistika deskriptif diketahui ada 20 peserta didik yang memiliki kemampuan pemahaman konsep kategori tinggi dengan persentase 58,82%. Sedangkan pada kategori sedang terdapat 14 peserta didik dengan persentase 41,18%, dari hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa tidak ada peserta didik yang berada pada kategori kurang dan rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penerapan model pembelajaran *inquiry discovery* dalam pembelajaran matematika materi limit fungsi aljabar dapat membantu peserta didik agar memiliki kemampuan pemahaman konsep matematika yang berada pada kategori tinggi dan sedang.

Berdasarkan data pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematika dalam pembelajaran *inquiry discovery* berada pada kategori tinggi, dengan demikian penerapan model pembelajaran *inquiry discovery* di kelas XI Bahasa SMA Negeri 2 Batu dikatakan berhasil, hal ini sejalan dengan penelitian yang pernah dilakukan oleh [6].

Langkah-langkah pembelajaran *inquiry discovery* yang dilakukan pada penelitian ini dan kategori kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik yaitu:

Tabel 4. Langkah-Langkah dalam Pembelajaran *Inquiry Discovery*

Langkah-langkah	Kegiatan dalam Proses Pembelajaran
Tahap I Pendahuluan	Peneliti memeriksa kehadiran peserta didik kemudian memberikan motivasi kepada peserta didik dan memberitahukan tujuan dari pembelajaran matematika.
Tahap II <i>Stimulation</i> (Pemberian Rangsangan)	Peneliti memberi pertanyaan terkait materi limit fungsi aljabar kemudian peneliti memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengemukakan pendapat mengenai materi yang diajarkan sehingga mampu menjelaskan ulang sebuah konsep, pada tahap peneliti

	memberikan stimulation berdasarkan indikator yang terdapat pada RPP disetiap pertemuan.
Tahap III <i>Problem statement</i> (Identifikasi Masalah)	Peneliti memberikan beberapa soal yang berkaitan dengan permasalahan limit fungsi aljabar, soal tersebut disajikan dalam LKPD, kemudian peserta didik diberi waktu untuk berdiskusi sehingga dapat mengklasifikasi permasalahan tersebut sesuai dengan sifat tertentu, namun identifikasi permasalahan yang dimaksud berdasarkan dengan LKPD yang disediakan disetiap pertemuan.
Tahap IV <i>(Data collection)</i> Pengumpulan Data	Peneliti mengawasi peserta didik dalam mengumpulkan serta mencari informasi terkait dengan limit fungsi aljabar agar peserta didik dapat memberikan contoh dari konsep limit fungsi aljabar. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan permasalahan yang terdapat pada LKPD yang dibagikan setiap pertemuan.
Tahap V <i>Data processing</i> (Pengolahan data)	Peneliti mengajak peserta didik untuk mengembangkan dan memanfaatkan informasi yang telah diperoleh sebagai syarat perlu atau cukup dalam pemahaman konsep matematika pada limit fungsi aljabar, pengolahan data berdasarkan persoalan yang terdapat pada LKPD yang dikerjakan setiap pertemuan.
Tahap VI <i>Verification</i> (Pembuktian)	Peneliti memotivasi peserta didik untuk ikut terlibat aktif dalam pembelajaran dengan memberikan penguatan positif dan peserta didik diminta membuktikan apa yang mereka temukan erkait materi limit fungsi aljabar.
Tahap VII <i>Generalization</i> (Menarik Kesimpulan)	Peneliti membimbing peserta didik menyimpulkan terkait materi limit fungsi aljabar agar mampu menyajikan konsep dalam representasi matematika dan mampu memberikan kesimpulan terkait konsep dari limit fungsi aljabar yang mereka pelajari.
Tahap VII (Penutup)	Peneliti memberikan motivasi untuk mengembangkan pemahaman konsep peserta didik dengan memberikan soal kuis.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kemampuan pemahaman konsep matematika dalam pembelajaran *inquiry discovery* pada penelitian ini disimpulkan bahwa model pembelajaran *inquiry discovery* mampu meningkatkan pemahaman konsep limit fungsi aljabar dan peserta didik bisa menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan limit fungsi aljabar. Peserta didik kelas XI Bahasa SMA Negeri 02 Batu, sebagian besar memiliki kemampuan pemahaman konsep dengan kategori tinggi hal ini dibuktikan pada hasil analisis soal tes materi limit fungsi aljabar. Hasil analisis dengan perhitungan statistika deskriptif menunjukkan bahwa jumlah peserta didik yang berada pada kategori tinggi adalah 20 peserta didik dari 34 peserta didik yang menjadi subjek penelitian dengan persentase 58,82%.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dijabarkan diatas diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi guru dan sekolah agar dalam proses pembelajaran matematika lebih memperhatikan model pembelajaran yang akan digunakan sesuai dengan materi yang diajarkan karena model pembelajaran juga sebagai tolak ukur kemampuan pemahaman konsep matematika peserta didik. Selain itu juga model pembelajaran harus mampu membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan tidak selalu bergantung pada guru. Selain itu hasil penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk melakukan penelitian yang serupa, sehingga dapat dibandingkan kemampuan pemahaman matematika limit fungsi aljabar dengan materi yang lain.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Apriza B., dan Mahmudi A. (2015). Keefektifan Pendekatan PBL dan Discovery Setting TPS Ditinjau dari Prestasi, Kemampuan Berpikir Kritis, dan Kepercayaan Diri Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains A & A* (Yogyakarta), 3(2), 101–110.
- [2] Mawaddah, S., & Maryanti, R. (2016). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP Dalam Pembelajaran Menggunakan Model Penemuan Terbimbing (Discovery Learning). *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 76–85
- [3] Rachmayani. (2014). Penerapan Pembelajaran Reciprocal Teaching untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis dan Kemandirian Belajar Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Unsika*, 2(November), 13–23.
- [4] Citra, M. A., Kristina, W., Padrul, J. (2019). Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Pembelajaran Kontekstual untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa Kelas VII SMP /MTS pada Bahasa Segitiga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(1), 1-10
- [5] Yuliyani, R., & Handayani, S. D. (2017). Peran Efikasi diri (self efficacy) dan Kemampuan Berpikir Positif Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 7(2), 130–143.
- [6] Setyaningrum, V. F., Hendikawati, P., & Nugroho, S. (2018). Peningkatan Pemahaman Konsep dan Kerja Sama Siswa Kelas X Melalui Model Discovery Learning. *Prosiding Seminar Nasional Matematika (PRISMA)*, 1, 810–813.
- [7] Layn, M. R. (2018). Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe NHT pada Siswa Kelas VIII A MTS Muhammadiyah Kota Sorong. *Formatif. Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 8(1), 43–50.
- [8] Muizaddin, R., & Santoso, B. (2016). Model Pembelajaran Core Sebagai Sarana Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 1(3).
- [9] Drew, Clifford J., Michael L. Hardman, & John L. Hosp. (2017). Penelitian Pendidikan Merancang dan Melaksanakan Penelitian pada Bidang Pendidikan. Jakarta : PT. Indeks.
- [10] Mawaddah, S., & Maryanti, R. (2016). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP Dalam Pembelajaran Menggunakan Model Penemuan Terbimbing (Discovery Learning). *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 76–85.

**KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS DENGAN
MENGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN LAPS- *HEURISTIC* DAN
STRATEGI *GIVING QUESTION AND GETTING ANSWER* PADA MATERI
SEGIEMPAT PESERTA DIDIK KELAS VII SMPN 1 KANIGORO**

Anni Rosyida^{1,a)}, Zainal Abidin²⁾, Ettie Rukmigarsari³⁾

^{1,2,3)}Program Studi S2 Pendidikan Matematika, Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

^{a)}anni.rosyida.2103118@students.um.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini yaitu: (1) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dengan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan yang menggunakan model pembelajaran konvensional; (2) untuk mengetahui manakah yang lebih baik kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dengan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan yang menggunakan model pembelajaran konvensional; (3) untuk mendeskripsikan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dengan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers*. Penelitian ini menggunakan penelitian kombinasi (*mixed method*) dengan jenis penelitian yang digunakan yaitu *sequential explanatory design*. Desain penelitian kuantitatif yang digunakan adalah desain *true experimental*. Dan jenis penelitian kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini ialah deskriptif kualitatif. Sampel dipilih melalui teknik *cluster random sampling* sehingga diperoleh kelas VII H sebagai kelas eksperimen dan VII J sebagai kelas kontrol. Data kuantitatif diperoleh dari hasil tes kemampuan awal dan hasil tes kemampuan akhir (*posttest*) pemecahan masalah matematis peserta didik. Instrumen penelitian menggunakan tes, wawancara dan dokumentasi. Hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Terdapat adanya perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik antara kelas yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan kelas yang menggunakan model konvensional ($Sig = 0,014 < 0,05$); (2) Kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* lebih baik dibandingkan peserta didik dengan menggunakan model konvensional ($t_{hitung} = 2,53704 > t_{tabel} = 2,00030$); (3) Subjek yang telah dipilih pada kelas yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* mempunyai pencapaian indikator yang lebih menguasai daripada kelas yang menggunakan model konvensional.

Kata kunci: Pemecahan Masalah Matematis, Model LAPS-*Heuristic*, Strategi *Giving Question and Getting Answer*

PENDAHULUAN

Pendidikan berperan penting untuk membangun kualitas peserta didik. Dengan melalui pendidikan, peserta didik dapat mengembangkan potensi-potensi yang dimilikinya. Fuad berpendapat bahwa pendidikan ialah usaha manusia yang digunakan untuk mengembangkan dan meningkatkan potensi yang ada baik dalam rohani ataupun jasmani sesuai dengan nilai sosial budaya yang ada [1]. Oleh karena itu, potensi-potensi yang dimiliki akan menjadikan peserta didik mampu bersaing dengan siapapun. Dalam sistem pendidikan, matematika sangat dibutuhkan baik untuk kehidupan sehari-hari dan untuk mengatasi adanya pengaruh IPTEK, oleh karena itu matematika harus dibekalkan kepada peserta didik mulai dari sekolah dasar.

Matematika merupakan ilmu pasti dan konkrit yang tidak lepas dari angka dan rumus. Artinya, matematika menjadi ilmu real yang dapat diterapkan langsung dalam kehidupan sehari-hari dalam beragam bentuk. Tujuan diajarkan matematika tidak lain agar peserta didik dapat mengembangkan dan mengaplikasikan unsur-unsur matematika (kemampuan mengoperasikan dan mengaplikasikan konsep matematika) ke dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik akan dengan mudah menggunakan matematika jika sudah dapat mengembangkan dan mengaplikasikan unsur-unsur matematika. Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 21 tahun 2016 mengenai tujuan dari pembelajaran matematika, salah satu tujuan dari pembelajaran matematika di sekolah yaitu memecahkan masalah matematika yang meliputi kemampuan dalam memahami masalah, merancang model matematika, menyelesaikan model matematika, serta memberi solusi dengan tepat. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah adalah kegiatan yang sangat penting untuk dikembangkan dan besar pengaruhnya bagi tercapainya tujuan pembelajaran secara keseluruhan. Pentingnya kemampuan pemecahan masalah dikemukakan Sumarmo (dalam Hendriana [2]) yaitu bahwa pemecahan masalah adalah jantungnya matematika. Pemecahan masalah sebagai tujuan dari pembelajaran dan kemampuan yang wajib dicapai sesudah pembelajaran merupakan kegiatan mencari jalan keluar atas suatu permasalahan yang tidak dapat langsung ditemukan penyelesaiannya. Pemecahan masalah merupakan suatu proses penerapan pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya ke dalam situasi baru yang belum dikenal. Sehingga tujuan pada akhir pembelajaran ialah dapat menciptakan peserta didik yang mempunyai pengetahuan serta keterampilan guna memecahkan suatu masalah. Jadi, pemecahan masalah tidak boleh diabaikan dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan hasil wawancara awal yang telah dilakukan oleh peneliti dengan salah satu guru matematika kelas VII SMP Negeri 1 Kanigoro dengan menetapkan bahwasannya kriteria ketuntasan minimal dalam pembelajaran matematika di sekolah ialah 75 dan berdasarkan hasil dari observasi peserta didik masih banyak yang beranggapan bahwa pelajaran matematika adalah pelajaran yang sangat sulit jika dibandingkan dengan pembelajaran lain, dikarenakan juga bahwa model pembelajaran yang diterapkan pada saat pembelajaran masih berpusat pada guru (*teacher centered*) sehingga dapat mengakaibatkan peserta didik banyak bergantung dengan apa yang disampaikan oleh guru. Rendahnya kemampuan pemecahan masalah akan menghambat proses dan hasil belajar peserta didik. Upaya memfasilitasi agar kemampuan pemecahan masalah matematis meningkat menjadi sangat penting dalam proses pembelajaran. Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis adalah dengan menggunakan proses pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered*) dan menggunakan inovasi pembelajaran terbaru baik pada model

pembelajaran, pendekatan, metode, strategi, maupun media pembelajaran.

Untuk mengatasi persoalan tersebut, model pembelajaran LAPS-*Heuristic* merupakan model pembelajaran yang mengarahkan peserta didik dalam proses pemecahan masalah dengan menggunakan kata tanya apa masalahnya, adakah alternatif pemecahannya, apakah bermanfaat, apakah solusinya, dan bagaimana sebaiknya mengerjakannya [3].

Selain model pembelajaran, guru dapat menggunakan berbagai macam strategi untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam proses pembelajaran. Salah satunya dengan menerapkan strategi *giving question and getting answers*. Strategi ini merupakan penerapan dari strategi pembelajaran konstruktivistik yang menempatkan peserta didik sebagai subyek dalam pembelajaran. Artinya, peserta didik mampu membangun pengetahuannya sendiri sedangkan guru hanya sebagai fasilitator saja [4]. Menurut Suprijono strategi ini dikembangkan untuk melatih peserta didik memiliki ketrampilan menjawab pertanyaan, karena pada dasarnya strategi tersebut merupakan modifikasi dari metode tanya jawab yang merupakan kolaborasi dengan menggunakan potongan-potongan kertas sebagai medianya [5]. Kombinasi dari model dan strategi ini diharapkan mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis bagi peserta didik kelas VII SMPN 1 Kanigoro. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dengan menggunakan Model LAPS-*Heuristic* dan Strategi *Giving Question and Getting Answers* Pada Materi Segiempat Peserta Didik Kelas VII SMPN 1 Kanigoro”.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dengan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan yang menggunakan model pembelajaran konvensional; (2) untuk mengetahui manakah yang lebih baik kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dengan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan yang menggunakan model pembelajaran konvensional; (3) untuk mendeskripsikan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dengan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers*.

METODE

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan dengan metode kombinasi (*mixed methods*). Pendekatan dengan metode kombinasi (*mixed methods*) ini merupakan pendekatan yang menggabungkan metode kuantitatif serta metode kualitatif untuk dipakai secara bersama pada suatu penelitian sehingga dapat diperoleh data yang lebih lengkap, valid dan objektif [6]. Sedangkan jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *sequential explanatory design*. Menurut Sugiyono [6], *Sequential explanatory design* merupakan metode penelitian campuran yang menggabungkan antara metode penelitian kuantitatif serta metode penelitian kualitatif secara berurutan. Ada dua tahap yang dilakukan peneliti dalam mengumpulkan data yaitu tahap pertama pengumpulan data dengan metode kuantitatif, kemudian tahap kedua pengumpulan data dengan metode kualitatif sebagai penguat dari hasil penelitian kuantitatif yang dilakukan peneliti pada tahap pertama. Sehingga hasil penelitian yang diperoleh menjadi lebih lengkap, valid serta objektif. Metode Penelitian pada tahap pertama yakni menggunakan kuantitatif. Menurut Sugiyono metode kuantitatif bisa didefinisikan sebagai metode yang berdasarkan pada filsafat positivisme, yang digunakan untuk meneliti suatu populasi serta sampel tertentu [6].

Pada penelitian kuantitatif jenis yang digunakan adalah jenis *true experimental design*. Menurut Sugiyono, penelitian *true experimental design* ialah desain penelitian eksperimen yang sesungguhnya sehingga peneliti mampu mengontrol semua variabel luar yang dapat mempengaruhi pada proses penelitian eksperimen yang merupakan jenis dengan menggunakan kelas eksperimen dan kelas kontrol dari sampel yang dipilih secara random dan desain *true eksperimen* yang digunakan adalah *pretest posttest control group design* yang mana peserta diberikan *pretest* sebelum adanya perlakuan dan diberikan *posttest* setelah adanya perlakuan [7]. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VII SMP Negeri 1 Kanigoro yang berjumlah 322 peserta didik. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas VII H sebagai kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dan kelas VII J sebagai kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Masing-masing kelas berjumlah 31 peserta didik. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *Cluster Random Sampling*.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian kuantitatif dilakukan dengan menggunakan teknik tes. Tes dipakai untuk memperoleh data tentang kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Nilai kemampuan awal diambil dari nilai UH (Ulangan Harian) peserta didik yang digunakan untuk mengetahui kondisi awal kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan cara menganalisis data melalui uji kesamaan rata-rata. Sedangkan kemampuan akhir (*posttest*) dilakukan ketika setelah kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan perlakuan dengan menggunakan instrumen tes yang berisi 4 butir soal dan soal disusun mengacu pada indikator kemampuan pemecahan masalah. *Posttest* dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sesudah diberikan perlakuan dengan cara menganalisis data melalui uji hipotesis dua pihak dan uji hipotesis satu pihak. Uji hipotesis dua pihak digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik antara kelas eksperimen yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Sedangkan pada uji satu pihak digunakan untuk mengetahui manakah kemampuan pemecahan masalah matematis yang lebih baik antara peserta didik kelas eksperimen yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional.

Validitas suatu instrumen penelitian merupakan tingkat ketepatan instrumen untuk mengukur sesuatu yang harus diukur [8]. Dalam penelitian ini validitas yang digunakan adalah validitas logis yang meliputi validitas isi dan validitas konstruksi. Sebelum tes diberikan kepada peserta didik instrumen dianalisis kevalidannya dengan cara uji validitas isi dan konstruk yang divalidasi bapak Abdul Halim Fathani, S.Si., M.Pd selaku dosen pendidikan matematika sebagai validator ahli dan guru SMP Negeri 1 Kanigoro yakni Ibu Sulamah, S.Pd sebagai validator praktisi.

Dalam penelitian kuantitatif, data dianalisis dengan menggunakan *Software SPSS 24*. Teknik analisis data dilakukan dalam dua tahap yaitu analisis data kemampuan awal dan analisis data kemampuan akhir. Analisis data kemampuan awal dilakukan untuk menguji data hasil kemampuan awal yang terdiri dari uji normalitas dan uji kesamaan rata-rata dengan taraf signifikan 0,05. Sedangkan analisis data tahap akhir dilakukan

untuk menguji data hasil kemampuan akhir (*posttest*) yang juga terdiri dari uji normalitas dan uji hipotesis dua pihak dengan taraf signifikan 0,05 serta uji hipotesis satu pihak dengan rumus uji satu pihak.

Metode Penelitian pada tahap kedua yakni menggunakan kualitatif. Penelitian kualitatif merupakan suatu jenis penelitian yang mendalami serta memahami makna diberbagai kelompok ataupun individu yang berasal dari suatu masalah social [9]. Pada penelitian kualitatif, teknik pengumpulan data menggunakan teknik wawancara untuk mendeskripsikan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dan observasi untuk menggambarkan proses pembelajaran. Teknik wawancara menggunakan instrumen berupa pedoman wawancara dan teknik observasi dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar observasi. Subjek pada penelitian kualitatif adalah 3 peserta didik pada kelas eksperimen dan 3 peserta didik pada kelas kontrol yang dipilih berdasarkan klasifikasi nilai melalui PAN (Penilaian Acuan Norma) yang mana 3 peserta didik dari masing-masing kelas dipilih berdasarkan peserta didik yang memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis tinggi, sedang, dan rendah.

Menurut Sugiyono, analisis data kualitatif dilaksanakan pada saat sebelum di lapangan, selama di lapangan, dan setelah selesai di lapangan. Data sebelum di lapangan dilakukan dengan metode observasi awal pembelajaran dan wawancara terhadap guru mata pelajaran matematika [6]. Dan teknik analisis kualitatif pada saat dilapangan dengan menggunakan model analisis interaktif (Miles & Huberman dalam Abidin [10]), yaitu reduksi data, sajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Dalam penelitian ini, triangulasi yang dipakai adalah triangulasi teknik. Triangulasi teknik yaitu dengan cara membandingkan hasil kemampuan akhir (*posttest*) kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik dengan hasil observasi, membandingkan hasil (kemampuan akhir) *posttest* dengan hasil wawancara, serta membandingkan hasil observasi dan hasil wawancara. Setelah itu adalah analisis data kuantitatif dan analisis data kualitatif untuk menentukan kesimpulan apakah data kualitatif dapat memperkuat, memperdalam, dan mendukung data kuantitatif atau sebaliknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada analisis data kemampuan awal menggunakan *software* SPSS 24 diperoleh bahwa data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal. Sedangkan untuk uji kesamaan rata-rata berdasarkan hasil *output* uji kesamaan rata-rata *pretest*, diperoleh nilai $Sig = 0,574$. Maka $Sig = 0,574 > 0,05$ sehingga H_0 diterima. Artinya tidak terdapat perbedaan kemampuan awal yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Jadi kedua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat diberi tindakan sebagai penelitian selanjutnya.

Sedangkan analisis kemampuan akhir (*posttest*) sama dengan analisis data kemampuan awal menggunakan *software* SPSS 24 diketahui bahwa data pada kelas eksperimen dan kontrol berdistribusi normal. Sedangkan hasil uji hipotesis diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Output Uji Hipotesis

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Nilai	Equal variances assumed	.262	.611	2.536	60	.014	6.129	2.417	1.294	10.964
	Equal variances not assumed			2.536	59.973	.014	6.129	2.417	1.294	10.964

Dari hasil uji hipotesis menggunakan *software* SPSS 24 pada tabel diatas, diperoleh nilai $Sig = 0,014$. Karena nilai $Sig = 0,014 < 0,05$ maka H_0 ditolak atau H_1 diterima. Hal ini berarti dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis yang signifikan antara peserta didik kelas eksperimen yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *Giving Question and Getting Answers* dengan peserta didik kelas kontrol yang menggunakan model konvensional pada materi segiempat peserta didik kelas VII SMPN 1 Kanigoro. Sedangkan pada uji hipotesis satu pihak dengan menggunakan rumus uji satu pihak diperoleh bahwa $t_{tabel} = 2,00030$ sedangkan $t_{hitung} = 2,53704$, jadi $t_{hitung} > t_{tabel} = 2,53704 > 2,00030$. Maka H_0 ditolak dan mempunyai kesimpulannya yaitu kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik kelas yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* lebih baik daripada kelas yang menggunakan model konvensional.

Hasil Penelitian Kualitatif

Berdasarkan hasil lembar observasi kegiatan guru dan peserta didik yang diamati oleh pengamat I dan pengamat II, diketahui bahwa rata-rata kegiatan guru kelas yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* selama proses pembelajaran memperoleh nilai 82,83% dan kegiatan peserta didik selama proses pembelajaran memperoleh nilai 81,5%. Sedangkan hasil observasi kegiatan guru kelas yang menggunakan model konvensional selama proses pembelajaran memperoleh 80,19% dan kegiatan peserta didik selama proses pembelajaran memperoleh 79,99%. Sehingga dapat diketahui bahwa pelaksanaan pembelajaran oleh guru dengan menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dan model konvensional sudah terlaksana dengan sangat baik dan aktivitas peserta didik yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* sudah terlaksana dengan sangat baik dan aktivitas peserta didik yang menggunakan model konvensional sudah baik.

Sedangkan pada hasil wawancara diperoleh subjek yang memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis tinggi pada kelas eksperimen mampu menguasai seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah sedangkan pada kelas kontrol mampu

menguasai 3 dari 4 indikator kemampuan pemecahan masalah. Subjek yang memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis sedang pada kelas eksperimen mampu menguasai 3 dari 4 indikator kemampuan pemecahan masalah sedangkan pada kelas kontrol mampu menguasai 2 dari 4 indikator kemampuan pemecahan masalah. Subjek yang memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis rendah pada kelas eksperimen mampu menguasai 2 dari 4 indikator kemampuan pemecahan masalah sedangkan pada kelas kontrol mampu memenuhi 1 dari 4 indikator kemampuan pemecahan masalah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pencapaian indikator dari peserta didik kelas eksperimen lebih menguasai daripada peserta didik kelas kontrol.

Berdasarkan hasil analisis kemampuan awal matematis peserta didik diperoleh data bahwa sampel penelitian yaitu kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran LAPS- *Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* dan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional telah berdistribusi normal, dan tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sehingga sampel berasal dari keadaan yang sama. Sedangkan pada data kemampuan akhir (*posttest*) uji hipotesis kemampuan pemecahan masalah matematis, diketahui bahwa kesimpulan dari hipotesisnya yaitu H_0 ditolak. Oleh karena itu, dapat diketahui kesimpulannya bahwa terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis yang signifikan antara peserta didik yang diajarkan menggunakan model pembelajaran LAPS- *Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* dan yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran konvensional. Hal ini didukung oleh penelitian dari Nuansyah bahwa dengan model LAPS-*Heuristic*, kemampuan pemecahan masalah matematis dan respon peserta didik dalam pembelajaran matematika menjadi lebih baik [11], serta penelitian dari Putri bahwa strategi *giving question and getting answer* dapat meningkatkan hasil belajar matematika [12].

Perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis tersebut disebabkan karena adanya perlakuan pembelajaran. Pada proses pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran LAPS- *Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer*, peserta didik dapat terlibat secara aktif dimana setiap peserta didik dapat memahami suatu masalah, menyampaikan pendapatnya serta dapat membuat kesimpulan dari suatu permasalahan yang diberikan. Dengan adanya pembelajaran tersebut peserta didik dapat melatih kemampuan pemecahan masalah matematis. Hal ini senada dengan pendapat Shoimin [11] model pembelajaran *Logan Avenue Problem Solving* (LAPS) merupakan rangkaian pertanyaan yang bersifat tuntunan dan berfungsi mengarahkan pemecahan masalah peserta didik agar dapat menemukan solusi dari masalah yang diberikan. Selain itu, Effendi menjelaskan bahwa strategi *giving question and getting answer* dikembangkan untuk melatih peserta didik memiliki kemampuan dan keterampilan bertanya dan menjawab pertanyaan, karena pada dasarnya strategi ini merupakan modifikasi dari metode tanya jawab yang dikolaborasi dengan potongan-potongan kertas sebagai medianya [14]. Oleh karena itu, adanya proses pembelajaran menggunakan model pembelajaran LAPS- *Heuristic* dengan strategi *giving question and getting answer* dapat menjadikan pembelajaran lebih aktif serta terfokus kepada peserta didik dalam menemukan solusi suatu permasalahan sehingga mampu meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis.

Sedangkan pada kelas kontrol, peserta didik menggunakan model pembelajaran konvensional. Model konvensional ini lebih menekankan pada kegiatan pendidik dari pada

peserta didik. Hal ini didukung dengan hasil data observasi dan catatan lapangan pada kelas kontrol yang menunjukkan bahwa peserta didik lebih banyak bergantung kepada penjelasan pendidik sehingga menjadikan peserta didik kurang aktif dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, model pembelajaran konvensional hanya menuntut peserta didik untuk mendengarkan dan mencatat materi yang dijelaskan oleh guru serta menyelesaikan tugas mandiri sebagai latihan. Oleh karena itu, peserta didik menjadi kurang dalam memahami materi dan kurang aktif dalam kegiatan pembelajaran, karena peserta didik terus menerus bergantung pada penjelasan mengenai materi pembelajaran serta soal latihan yang diberikan oleh pendidik.

Berdasarkan hasil penelitian kuantitatif, data analisis uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan uji dua pihak dan uji satu pihak. Uji dua pihak kemampuan pemecahan masalah matematis diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan antara kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* dan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Hal ini telah dibuktikan dengan hasil uji statistik menggunakan *software SPSS 24* didapatkan nilai *sig (2-tailed)* kemampuan pemecahan masalah matematis = $0,014 < 0,05$. Dengan demikian H_0 ditolak sehingga memiliki kesimpulan terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sedangkan untuk uji satu pihak diperoleh dengan membandingkan t_{tabel} dan t_{hitung} . Adapun analisis t_{hitung} kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik sebesar 2,53704. Untuk t_{tabel} diperoleh dari melihat tabel T untuk $dk = 60$ = yaitu 2,00030. Pada penelitian ini, perbandingan t_{tabel} dan t_{hitung} memiliki kesimpulan $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $2,53704 > 2,00030$ pada kemampuan pemecahan masalah matematis. Oleh karena itu, H_0 ditolak sehingga disimpulkan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik antara kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil penelitian kualitatif, data analisis kemampuan pemecahan masalah matematis dilakukan dengan wawancara. Wawancara dilaksanakan kepada 3 subjek dari masing-masing kelas berdasarkan hasil tes kemampuan akhir. Subjek dalam wawancara dibagi menjadi 3 kategori yaitu subjek kemampuan tinggi, subjek kemampuan sedang, dan subjek kemampuan rendah. Pada kelas yang menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer*, diketahui bahwa subjek wawancara kemampuan tinggi sudah memenuhi semua indikator pada kemampuan pemecahan masalah matematis, yang meliputi indikator memahami masalah, merencanakan pemecahan masalah, melaksanakan perencanaan, memeriksa kembali proses dan hasil. Subjek wawancara kelas eksperimen yang berkemampuan sedang hanya memenuhi tiga indikator kemampuan pemecahan masalah matematis, meliputi memahami masalah, merencanakan pemecahan masalah, melaksanakan perencanaan. Sedangkan subjek wawancara kelas eksperimen berkemampuan rendah hanya memenuhi dua indikator dari empat indikator pemecahan masalah matematis. Namun pada kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional, diketahui bahwa subjek berkemampuan tinggi hanya dapat memenuhi tiga indikator dari 4 indikator pemecahan masalah matematis, meliputi memahami masalah, merencanakan pemecahan masalah, dan melaksanakan perencanaan. Pada subjek berkemampuan sedang hanya dapat memenuhi dua dari 4 indikator kemampuan pemecahan masalah matematis meliputi, memahami masalah dan merencanakan

pemecahan masalah. Dan untuk subjek penelitian kelas menggunakan model konvensional berkemampuan rendah hanya memenuhi satu indikator dari 4 indikator kemampuan pemecahan masalah matematis. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kelas yang menggunakan menggunakan model pembelajaran LAPS- *Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis lebih tinggi dibandingkan kelas yang menggunakan model konvensional.

Berdasarkan hasil penelitian secara kualitatif memberikan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sehingga hasil penelitian kualitatif dapat mendukung hasil penelitian kuantitatif. Hal ini sesuai dengan teori *mix method* bahwa data kualitatif dapat mendukung data kuantitatif. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa ada perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik antara kelas yang menggunakan model pembelajaran LAPS- *Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* dan kelas yang menggunakan model konvensional serta kemampuan pemecahan matematis kelas yang menggunakan model pembelajaran LAPS- *Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* lebih baik dibandingkan kelas yang menggunakan model konvensional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kemampuan pemecahan masalah matematis dengan menggunakan model LAPS- *Heuristic* dan strategi *giving question and getting answer* diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Terdapat adanya perbedaan kemampuan pemecahan masalah peserta didik antara kelas yang menggunakan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* dengan kelas yang menggunakan model konvensional.
2. Pemecahan masalah matematis peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* lebih baik dibandingkan peserta didik dengan menggunakan model konvensional.
3. Subjek yang telah dipilih berdasarkan data wawancara pada kelas dengan model LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* mampu lebih menguasai indikator kemampuan pemecahan masalah matematis daripada kelas dengan model konvensional.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti di kelas VII SMP Negeri 1 Kanigoro, peneliti memiliki saran-saran sebagai berikut.

1. Bagi Peserta Didik
Proses pembelajaran menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers*, peserta didik diharapkan dapat berperan secara aktif dalam kegiatan pembelajaran, menumbuhkan rasa ingin tahu yang tinggi, lebih percaya diri dalam menyampaikan pendapatnya serta lebih mandiri dalam belajar.
2. Bagi Pendidik
Pendidik sebaiknya juga dapat menerapkan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* pada materi yang lain dengan dibuat model diskusi aktif dalam kegiatan pembelajaran agar dapat membangkitkan rasa ingin tahu dan keaktifan peserta didik dalam berdiskusi pada kegiatan pembelajaran berlangsung.

3. Bagi Peneliti Selanjutnya

Bagi peneliti yang lain dapat menggunakan model pembelajaran LAPS-*Heuristic* dan strategi *giving question and getting answers* pada materi pelajaran matematika atau selain materi segiempat SMP, pada materi pembelajaran selain matematika ataupun pada jenjang pendidikan yang berbeda.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Fuad, I. 2005. *Dasar-dasar Pendidikan*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- [2] Hendriana, H. H., Sumarmo, U., dan Rohaeti, E. E., 2017. *Hard Skills dan Softskills*. Bandung: PT. Refika Aditama
- [3] Ngalimun. 2016. *Strategi dan Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Aswaja Presindo.
- [4] Kurino, Y. 2018. *Model Giving Question And Getting Answer Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar*. Jurnal Didactical Mathematics, Vol 1(1): 34-39.
- [5] Suprijono, A. 2010. *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi Paikem*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [6] Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kombinasi*. Bandung: PT. Alfabeta
- [7] Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Pendidikan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: PT. Alfabeta
- [8] Arikunto, S. 2013. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta
- [9] Creswell, J.W. 2016. *Research Design (Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran)* Edisi keempat. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- [10] Abidin, Z., dan Walida, S.E. 2019. *Interactive E-Module Model of Transformation Geometry Based on Case (Creative, Active, Systematic, Effective) as A Partical and Effective Media to Support Learning Autonomy and Competence*, International Journal of Development Research, Volume 9, Issue 01, pp.25156-25160
- [11] Nuansyah, N., Efuansah., dan Yanto. 2019. *Efektivitas Model Pembelajaran Logan Avenue Problem Solving (LAPS)-Heuristik Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa*. Jurnal Pendidikan Matematika RAFA, Vol 5(2):162-167.
- [12] Putri, R., Rahmi., dan Edriati, S. 2017. *Pengaruh Strategi Giving Question And Getting Answer Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa SMP*. Jurnal Pendidikan Matematika, Vol 1(2):54-56.
- [13] Shoimin, A. 2014. *68 Model Pembelajaran INOVATIF dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media
- [14] Effendi, S., dan Siregar, S. 2018. *Penerapan Strategi Giving Question And Getting Answer Sebagai Upaya Peningkatkan Hasil Belajar Akuntansi*. Jurnal Pendidikan Akuntansi, Vol (1) 2: 125-137.

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS POWERPOINT PADA MATRIKS UNTUK PEMBELAJARAN MATEMATIKA SISWA SMA KELAS XI

Kumala Noor Anggraeni^{1,a)}, Rustanto Rahardi²⁾

^{1,2)}Universitas Negeri Malang

^{a)}kumala.noor.1703116@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis powerpoint pada materi matriks yang valid dan praktis. Metode yang digunakan yaitu Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implentation, dan Evaluation*) yang dikembangkan oleh Dick and Carrey. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah angket validasi ahli materi, media, dan praktisi, angket respon siswa, serta tes evaluasi siswa berupa *pre test* dan *post test*. Hasil analisis kevalidan menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria sangat valid dengan skor rata-rata 90,5%. Hasil analisis kepraktisan media memenuhi kriteria sangat praktis dengan skor rata-rata 86,25%. Berdasarkan hasil analisis tersebut, media pembelajaran interaktif berbasis powerpoint dinyatakan valid dan praktis.

Kata kunci: Media Pembelajaran Interaktif, Pengembangan ADDIE, Powerpoint.

PENDAHULUAN

Pandemi covid-19 merupakan musibah yang memilukan yang terjadi di seluruh dunia. Dampak dari adanya pandemi tersebut cukup besar bagi kehidupan manusia. Aktivitas manusia pada umumnya menjadi terganggu, terutama dalam bidang pendidikan. Di masa pandemi covid ini, pemerintah merekomendasikan agar kegiatan belajar mengajar dilakukan secara online atau dengan pembelajaran jarak jauh. Hal tersebut dinyatakan dalam Surat Edaran Kemendikbud Nomor 4 Tahun 2020 tentang Pelaksanaan Pendidikan Dalam Masa Darurat *Coronavirus Disease (Covid-19)*, yang kemudian ditindak lanjuti dengan Surat Edaran Nomor 15 Tahun 2020 tentang Pedoman Penyelenggaraan Belajar dari Rumah dalam Masa Darurat Penyebaran Covid-19. Karena anjuran pemerintah tersebut, maka secara tidak langsung menuntut guru untuk berpikir kreatif agar kegiatan belajar mengajar tetap terlaksana dengan baik dan juga menyenangkan [1].

Seiring dengan berkembangnya zaman dan teknologi, manusia tidak akan pernah lepas dengan kecanggihan dari teknologi yang ada pada zaman sekarang. Karena kecanggihan dari teknologi tersebut mampu membantu berbagai aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Salah satu contohnya adalah membantu dalam proses belajar mengajar. Sehingga banyak cara yang seharusnya dapat dilakukan oleh tenaga pendidik untuk membuat kegiatan belajar mengajar secara online dapat dengan mudah diterima oleh siswa.

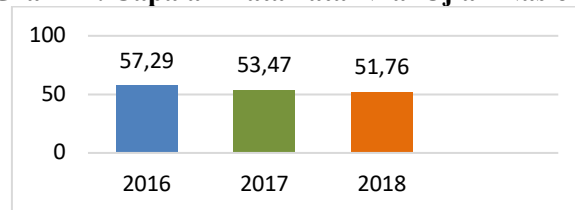
Berdasarkan hasil observasi wawancara dengan salah satu guru matematika di SMA Antartika Sidoarjo yaitu Pak Andri, beliau mengajar dengan melakukan vidcon (*video conference*) melalui via aplikasi *zoom pro* untuk menghindari adanya batasan waktu pada

aplikasi tersebut. Karena aplikasi *zoom* yang gratis memiliki batasan waktu hanya 40 menit saja. Sehingga beliau dapat mengajar dengan leluasa dan sesuai dengan alokasi waktu yang telah ditentukan, yaitu 2 jam pelajaran. Menurut Pak Andri, mengajar matematika secara online merupakan tantangan baru. Karena beliau harus memutar otak agar siswa dapat dengan mudah memahami materi yang beliau ingin sampaikan.

Matematika merupakan ilmu yang diajarkan di semua jenjang pendidikan (Crismono, 2017). Matematika juga merupakan ratunya ilmu (Rahmah, 2013). Karena matematika juga berguna untuk ilmu yang lain. Tetapi sayangnya semakin tinggi *grade level*, semakin rendah pula minat siswa terhadap matematika [2].

Hasil rata-rata nilai Ujian Nasional (UN) yang diadaptasi dari Kemendikbud dari tahun 2016 hingga 2018 juga terlihat adanya penurunan.

Grafik 1. Capaian Rata-rata Nilai Ujian Nasional



Sumber : Puspendik Kemendikbud

Begitu pula hasil Ujian Nasional di SMA Antartika Sidoarjo pada tahun 2016 hingga tahun 2018, berikut ini tabel hasil Ujian Nasional SMA Antartika Sidoarjo dari tahun 2016 sampai pada tahun 2018.

Tabel 1. Hasil Ujian Nasional SMA Antartika Sidoarjo Tahun 2016-2018

Mata Pelajaran	Tahun		
	2018	2017	2016
Bahasa Indonesia	70,66	73,37	72,42
Bahasa Inggris	63,14	54,66	66,71
Matematika	54,82	46,93	77,62
Kimia	64,43	63,75	76,96
Fisika	55,22	56,36	71,41
Biologi	62,25	62,53	82,54
Rerata Nilai	63,29	59,27	74,61

Sumber : <https://hayusakola.com/view/smas-antartika>

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa hasil Ujian Nasional mata pelajaran matematika dari tahun 2016 sampai dengan 2018 di SMA Antartika memiliki rerata nilai yang rendah jika dibandingkan dengan mata pelajaran yang lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa matematika di SMA Antartika kurang diminati oleh siswa karena mata pelajaran matematika dianggap memiliki tingkat kesulitan yang tinggi. Salah satunya pada materi matriks.

Matriks merupakan salah satu bahasan pokok pada pelajaran matematika yang harus diberikan kepada siswa yang menempuh jenjang SMA/MA kelas XI. Hal tersebut sesuai dengan Permendikbud No. 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah. Tidak sedikit siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami matriks, terutama dalam memahami konsepnya.

Hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti dengan memberikan soal tes kepada beberapa siswa yaitu peneliti menemukan beberapa kesalahan siswa saat mengerjakan soal operasi perkalian matriks. Beberapa siswa kurang teliti dalam penghitungan, tidak memahami konsep perkalian matriks, tidak menuliskan simbol matriks, dan ketidaktelitian dalam mengalikan bilangan negatif.

Pembelajaran daring seperti ini mengharuskan guru untuk lebih kreatif [3]. Pada saat peneliti melakukan wawancara dengan Pak Andri, beliau mengatakan bahwa selama pembelajaran daring media yang digunakan dalam menyampaikan materi ialah *Microsoft Word* yang kemudian diubah menjadi file PDF, sehingga ketika beliau presentasi atau menyampaikan materi, file tersebut dapat dicoret-coret dengan harapan siswa dapat memahami materi tersebut.

Media merupakan komponen yang sangat penting dalam proses belajar mengajar. Media berasal dari bahasa latin “*medium*” yang berarti perantara atau pengantar [4]. Menurut Yuliani (2016), media pembelajaran merupakan alat yang dapat membantu guru dalam menyampaikan materi dan juga dapat membantu siswa dalam belajar. Sedangkan menurut Musfiqon (dalam Puspitarini et al., 2019) media pembelajaran diartikan sebagai alat bantu yang digunakan oleh guru kepada siswa agar materi yang disampaikan lebih efektif dan efisien. Media juga merupakan salah satu upaya untuk mengatasi anggapan bahwa matematika merupakan pelajaran yang sulit.

Menurut Thorn (dalam Badriyah, 2015) media interaktif dapat dikatakan efektif jika memenuhi beberapa kriteria dalam penilaian media. Thorn membagi kriteria penilaian media interaktif tersebut menjadi enam, yang pertama yaitu kemudahan navigasi. Sebuah produk atau media harus dirancang secara sederhana agar pengguna mudah dalam mengoperasikan media tersebut. Kriteria penilaian kedua adalah kandungan kognisi, kemudian kriteria ketiga yaitu pengetahuan dan presentasi informasi. Dari kriteria kedua dan ketiga tersebut digunakan untuk menilai isi dari media yang telah dirancang, media tersebut akan dinilai berdasarkan kebutuhan yang telah dicapai oleh siswa. Kriteria selanjutnya ialah integrasi media, dimana media harus mengintegrasikan aspek dan keterampilan bahasa yang harus dipelajari. Kriteria kelima yaitu tampilan estetika, karena media yang baik untuk menarik minat siswa ialah media yang memiliki tampilan yang artistik. Kriteria penilaian yang terakhir adalah fungsi media secara keseluruhan. Produk yang dikembangkan harus memberikan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa, sehingga setelah menggunakan media tersebut siswa akan merasa mendapatkan manfaat dari media yang telah digunakannya.

Secara umum, media pembelajaran dibedakan menjadi enam jenis, yaitu teks, audio, visual, objek, dan orang [7]. *Powerpoint* menjadi salah satu software yang mencakup keenam jenis media pembelajaran tersebut. Penggunaan *powerpoint* jika dimanfaatkan dengan tepat dapat menambah pengalaman pembelajaran untuk guru dan siswa [8]. *Powerpoint* dapat digunakan sebagai media pembelajaran pengganti buku materi, terutama pada saat pandemi covid-19 yang mengutamakan pembelajaran dilakukan secara daring. *Powerpoint* juga dapat membantu guru agar siswa tidak merasa cepat bosan ketika membaca suatu materi. *Powerpoint* biasa digunakan untuk presentasi. Namun, format untuk presentasi dapat dihilangkan sehingga menjadikan *powerpoint* sebagai media pembelajaran yang interaktif. Fitur-fitur pada *powerpoint* juga sangat mendukung hal tersebut.

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah hasil penelitian dari [9] dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Interaktif Berbasis *Powerpoint* pada Materi Kerucut”. Hasil uji coba pengembangan media matematika interaktif berbasis *powerpoint* ini dapat dikatakan valid dan praktis. Saran dari ahli yaitu mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint* pada materi matematika yang lain. Pada hasil observasi juga menunjukkan bahwa siswa SMA Kelas XI Mipa Bahasa juga menginginkan adanya media pembelajaran interaktif.

Berdasarkan permasalahan dari latar belakang yang telah disebutkan diatas, maka peneliti tertarik untuk membuat media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint*. Oleh

karena itu, peneliti mengambil judul Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis *Powerpoint* Pada Materi Matriks Untuk Pembelajaran Matematika Siswa SMA Kelas XI. Adapun tujuan dari penelitian ini ialah dapat menghasilkan media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint* pada materi matriks untuk pembelajaran matematika siswa SMA Kelas XI yang valid dan praktis.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Menurut Sugiyono (2016: 407), penelitian dan pengembangan (*R&D*) merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk dengan menguji keefektifan dari produk tersebut. Sehingga tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis *Powerpoint* pada materi Matriks yang valid dan praktis. Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint* dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Dick and Carry pada tahun 1996. ADDIE merupakan model pengembangan yang dinilai lebih rasional dan lebih lengkap jika ditinjau dari tahapan pengembangan produk [10]. Model pengembangan media ini dilakukan berdasarkan lima tahap yaitu analisis (*Analysis*), desain (*Design*), pengembangan (*Development*), implementasi (*Implementation*), dan evaluasi (*Evaluation*) (Sugiyono, 2015: 200). Instrumen pengumpulan data pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara, angket, dan tes. Jenis data yang digunakan pada penelitian pengembangan media berbasis *powerpoint* ini yaitu data kuantitatif dan data kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan pengembangan model penelitian ADDIE, langkah-langkah pembuatan media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint* adalah sebagai berikut.

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

a) Analisis kebutuhan dan karakteristik siswa

Penelitian ini dilakukan di SMA Antartika Sidoarjo pada tanggal 3 September 2021 di kelas XI MIPA Bahasa. Tahap ini dilakukan untuk memperoleh informasi media yang dibutuhkan oleh siswa dan untuk mengetahui karakteristik siswa. Data kebutuhan awal diperoleh dari wawancara dengan salah satu guru mata pelajaran matematika di SMA Antartika Sidoarjo yaitu bapak Andri Nurhidayat dan wawancara dengan murid kelas XI Mipa Bahasa. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru, selama pembelajaran daring guru hanya menggunakan LKS sebagai media pembelajaran. Pada halaman LKS yang akan dibahas tersebut difoto atau *discan* terlebih dahulu lalu dipresentasikan di aplikasi zoom. Namun dengan metode mengajar seperti itu terdapat siswa yang masih belum memahami materi yang disampaikan oleh guru.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa, dapat disimpulkan karakteristik siswa dalam kelas yaitu siswa merasa matematika merupakan pelajaran yang sulit dipahami dan siswa perlu media lain selain LKS yang mendukung pembelajaran matematika di kelas, terutama pada materi matriks. Siswa juga tertarik dengan media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint* yang menggunakan warna-warna cerah, terdapat efek suara, dan terdapat animasi.

b) Analisis kurikulum dan materi

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru SMA Antartika Sidoarjo, kurikulum yang digunakan di SMA Antartika Sidoarjo adalah Kurikulum 2013. Kompetensi Dasar (KD) yang akan digunakan pada penelitian ini adalah KD 3.3 dan 4.3 yaitu menjelaskan matriks dan kesamaan matriks dengan menggunakan masalah

kontekstual dan melakukan operasi pada matriks yang meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian skalar, dan perkalian, serta transpose. Pada KD 4.3 yaitu menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan matriks dan operasinya.

Kompetensi Dasar tersebut dijabarkan menjadi 6 indikator yaitu mendefinisikan matriks, menjelaskan kesamaan matriks, menjelaskan transpose matriks, memahami operasi-operasi matriks, menentukan model matematika dari suatu masalah nyata yang berkaitan dengan matriks ke dalam bentuk matriks, dan menerapkan konsep matriks dan operasinya untuk menyelesaikan masalah kontekstual.

2. Tahap Desain (*Design*)

Berdasarkan hasil analisis, tahap yang akan dilakukan selanjutnya yaitu mendesain atau merancang produk yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, peneliti membuat *flowchart* dan *storyboard* untuk memudahkan dalam pembuatan media.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

a) Data Hasil Validasi

Sebelum media pembelajaran yang telah dikembangkan diujicobakan pada pengguna, media harus melalui tahap validasi terlebih dahulu. Validasi dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan ahli praktisi. Ahli materi dan media serta ahli praktisi yang ditunjuk dalam penelitian ini yaitu bapak Syaiful Hamzah Nasution, S.Si, M.Pd. Beliau merupakan dosen jurusan Matematika Universitas Negeri Malang. Untuk validator kedua yaitu bapak Andri Nurhidayat, S.Pd. Beliau merupakan guru matematika SMA Antartika Sidoarjo.

a. Validasi Materi

Pada tahap pertama validasi materi, validator materi memberikan saran. Berdasarkan kritik dan saran yang diberikan oleh dosen ahli materi tersebut, dilakukan revisi berdasarkan kritik dan saran tersebut. Tahap selanjutnya validator materi memberikan penilaian ulang pada materi yang telah dikembangkan dalam media pembelajaran. Data hasil validasi materi dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Hasil Validasi Materi

Validator	Skor	Persentase	Keterangan
V.1	35	87,5%	Sangat Layak
V.2	40	100%	Sangat Layak
Total	75	93,7%	Sangat Layak

Hasil skor rata-rata yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 2 di atas yaitu mencapai 93,7%. Sehingga materi yang dikembangkan dalam media pembelajaran sangat valid yang artinya media pembelajaran tersebut sangat layak digunakan pada penelitian.

b. Validasi Media

Pada tahap pertama validasi media, validator media memberikan saran. Berdasarkan kritik dan saran yang diberikan oleh validator media, maka dilakukan revisi agar media pembelajaran yang dikembangkan menjadi layak untuk diujicobakan di lapangan. Tahap selanjutnya, validator media memberikan validasi ulang. Hasil validasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Validasi Media

Validator	Skor	Persentase	Keterangan
V.1	44	78,5%	Sangat Layak
V.2	55	98,2%	Sangat Layak
Total	99	88,3%	Sangat Layak

Hasil skor rata-rata yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3 di atas yaitu mencapai 88,3%. Sehingga media pembelajaran sangat valid yang artinya media pembelajaran tersebut sangat layak digunakan pada penelitian.

c. Validasi Kepraktisan Media

Pada tahap ini, validator ahli praktisi memberikan penilaian terhadap media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint*. Tabel 4 merupakan data hasil validasi kepraktisan media oleh ahli praktisi.

Tabel 4. Data Hasil Validasi Kepraktisan Media

Validator	Skor	Persentase	Keterangan
V.1	27	84,4%	Sangat Praktis
V.2	30	93,7%	Sangat Praktis
Total	57	89%	Sangat Praktis

Berdasarkan tabel 4 hasil validasi kepraktisan media oleh ahli praktisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa media yang dikembangkan sangat praktis dan dapat digunakan tanpa revisi.

b) Revisi Produk

Tahap ini adalah merevisi desain media yang telah dikembangkan sehingga menjadi media pembelajaran yang dapat digunakan secara praktis, serta dapat menumbuhkan minat siswa dalam belajar matematika. Revisi dilakukan atas saran dari validator ahli materi, ahli media, dan ahli praktisi. Beberapa revisi yang dilakukan yaitu revisi materi dan revisi media.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Uji coba media pembelajaran yang telah dikembangkan berdasarkan saran dari para validator dilakukan pada tanggal 10 September di SMA Antartika Sidoarjo kelas XI MIPA BAHASA sejumlah 37 orang. Uji coba tersebut dilakukan untuk mengetahui respon siswa mengenai kelayakan dan kepraktisan media pembelajaran yang dikembangkan.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap terakhir yaitu melakukan evaluasi. Evaluasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menganalisis data angket kepraktisan untuk mengetahui praktis atau tidaknya media pembelajaran interaktif *powerpoint*. Pada tabel 5 berikut ini merupakan ringkasan hasil analisis kevalidan dan kepraktisan media pembelajaran.

Tabel 5. Ringkasan Hasil Analisis

Validator	Total Persentase Hasil Analisis	
	Kevalidan	Kepraktisan
V.1 & V.2	91%	89%
Siswa	90%	83,5%
Rata-rata	90,5%	86,25%
Kriteria	Sangat Valid	Sangat Praktis

Ringkasan hasil analisis kevalidan dan kepraktisan pada tabel 5 menunjukkan bahwa kevalidan media mencapai kriteria sangat valid dengan skor rata-rata 90,5% sehingga media sangat layak digunakan dalam pembelajaran. Sedangkan kepraktisan media mencapai kriteria sangat praktis dengan skor rata-rata 86,25%.

Untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran yang dikembangkan digunakan uji *wilcoxon*. Namun sebelum dianalisis menggunakan uji *wilcoxon*, data perlu dicek terlebih dahulu apakah data yang dimiliki berdistribusi normal atau tidak. Berikut ini merupakan *output* SPSS untuk uji normalitas dan uji *wilcoxon* data *pre test* dan *post test*.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai Pre Test	.108	37	.200*	.965	37	.290
Nilai Post Test	.256	37	.000	.573	37	.000

Sumber : Data Olahan SPSS 22, 2021

Tabel 7. Hasil Uji Wilcoxon

	Nilai Post Test - Nilai Pre Test
Z	-5.108
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Sumber : Data Olahan SPSS 22, 2021

Berdasarkan pada tabel 6 hasil analisis normalitas data, nilai Sig. dari hasil *pre test* adalah 0,290. Dimana $0,290 > 0,05$, maka data tersebut berdistribusi normal. Sedangkan nilai Sig. *post test* adalah 0,000. Dimana $0,000 < 0,005$, sehingga data tersebut tidak berdistribusi normal. Karena terdapat data yang tidak terdistribusi normal, maka data pada penelitian ini dikatakan tidak normal. Sehingga untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada hasil *pre test* dengan *post test* menggunakan uji statistik non-parametrik, yaitu uji *wilcoxon*.

Hasil uji *wilcoxon* dapat dilihat pada tabel 7. Nilai Asymp. Sig. (2-tailed) dari hasil nilai *pre test* dan *post test* adalah 0,000. Karena nilai $0,000 < 0,05$, maka data tersebut dapat disimpulkan bahwa hipotesis diterima. Artinya, terdapat perbedaan antara hasil belajar sebelum menggunakan media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint* dengan sesudah menggunakan media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan berupa media pembelajaran interaktif berbasis *powerpoint* pada matriks telah valid dan praktis. Aspek validitas ditinjau dari penilaian para ahli dan mencapai kategori valid. Aspek kepraktisan ditinjau dari penilaian guru dan siswa. Aspek kepraktisan tersebut mencapai kategori sangat praktis. Sehingga dapat disimpulkan bahwa media yang dikembangkan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran matematika.

Saran yang dapat dikemukakan dalam penelitian ini yaitu media pembelajaran interaktif *powerpoint* yang dikembangkan hanya dapat digunakan melalui laptop. Oleh karena itu, untuk peneliti selanjutnya dapat mengembangkan media interaktif berbasis *powerpoint* yang dapat digunakan pada laptop maupun *smartphone*. Sehingga, media dapat dikatakan lebih praktis karena dapat dibawa kemana saja. Selain itu, peneliti selanjutnya dapat mengembangkan media interaktif berbasis *powerpoint* pada materi matematika atau mata pelajaran yang lain.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Harpeni Dewantara, "Kreativitas Guru Dalam Memanfaatkan Media Berbasis It Ditinjau Dari Gaya Belajar Siswa," *J. Prim. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–28, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.iain-bone.ac.id/index.php/algurfah/index>.
- [2] D. N. Rohmasari, "MINAT SISWA TERHADAP PELAJARAN MATEMATIKA DAN HUBUNGANNYA DENGAN METODE PEMBELAJARAN DAN EFIKASI DIRI," 2017.
- [3] I. Y. Rahmawati and B. Yulianti, "Kreativitas guru dalam proses pembelajaran

- ditinjau dari penggunaan metode pembelajaran jarak jauh di tengah wabah,” vol. 5, no. 1, pp. 27–39, 2020.
- [4] Sapriyah, “Media pembelajaran dalam proses belajar mengajar,” vol. 2, no. 1, pp. 470–477, 2019.
- [5] Y. D. Puspitarini and M. Hanif, “Using Learning Media to Increase Learning Motivation in Elementary School,” *Anatol. J. Educ.*, vol. 4, no. 2, pp. 53–60, 2019, doi: 10.29333/aje.2019.426a.
- [6] Badriyah, “Efektifitas Proses Pembelajaran Dengan Pemanfaatan Media Pembelajaran,” *J. Lentera Komun.*, vol. 1, no. 1, pp. 21–36, 2015.
- [7] E. Marpanaji and M. I. M. and R. A. S. Putra, “Survey on How to Select and Develop Learning Media Conducted by Teacher Professional Education Participants Survey on How to Select and Develop Learning Media Conducted by Teacher Professional Education Participants,” 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1140/1/012014.
- [8] A. M. Jones, “The use and abuse of PowerPoint in Teaching and Learning in the Life Sciences : A Personal Overview,” vol. 7860, no. March, 2016, doi: 10.3108/beej.2003.02000004.
- [9] P. Ayu and A. Qohar, “Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Interaktif Berbasis Powerpoint pada Materi Kerucut,” vol. 10, no. 2, pp. 119–124, 2019.
- [10] E. Mulyatiningsih, “Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan,” p. 35,110,114,120,121, 2013.

ANALISIS KEMAMPUAN MAHASISWA DALAM PEMECAHAN MASALAH FUNGSI KOMPLEKS

Yulia Nurrahmawati^{1, a)}, Sukoriyanto^{2, b)}, Mochammad Hafizh^{3, c)}

^{1,2,3)}FMIPA, Universitas Negeri Malang

^{a)}yulia.nurrahmawati.2003118@students.um.ac.id

^{b)}sukoriyanto.fmipa@um.ac.id

^{c)}moch.hafizh.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Untuk dapat memahami materi fungsi kompleks dengan baik maka dibutuhkan kemampuan pemecahan masalah yang baik pula. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah matematika mahasiswa pada mata kuliah fungsi kompleks. Subyek dalam penelitian ini adalah tiga mahasiswa offering A semester V yang memiliki kemampuan berbeda, yaitu rendah, sedang, dan tinggi yang dipilih berdasarkan hasil pengerjaan mengenai soal fungsi kebalikan dan pangkat, pada subyek dengan kemampuan rendah dalam proses pemecahan masalah belum mampu memahami permintaan soal sehingga mendapat kesulitan dalam memecahkan permasalahan, untuk subyek yang memiliki kemampuan sedang dalam pemecahan masalah masih belum mampu merencanakan dengan baik proses penyelesaian masalah sehingga tidak bisa menggambarkan proses dari pengerjaan soal, sedangkan pada subjek berkemampuan tinggi dalam memecahkan masalah mampu memahami permasalahan soal sehingga proses penyelesaian dapat terlihat dengan rinci. Hal ini yang nantinya akan menjadi dasar evaluasi dalam perbaikan pembelajaran.

Kata kunci : pemecahan masalah, fungsi kompleks

PENDAHULUAN

Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan yang esensial dan fundamental, karena kemampuan ini mendasar dan sangat penting (Rahayu dalam Mariam [1]). Hal ini karena untuk menguasai kemampuan atau *skill* berfikir tingkat tinggi seperti kemampuan berfikir kreatif dan kemampuan berfikir kritis, mahasiswa harus memiliki kemampuan pemecahan masalah matematika terlebih dahulu. NCTM juga menyatakan bahwa pemecahan masalah adalah hal terpenting dalam matematika sekolah, tanpa kemampuan untuk memecahkan masalah, kegunaan dan kekuatan ide matematika, pengetahuan, dan keterampilan sangat terbatas [2].

Dahlan menyatakan bahwa belajar matematika akan lebih bermakna manakala dalam proses pembelajaran memuat standar proses dalam pembelajaran matematika, yaitu pemahaman, penalaran, komunikasi, koneksi, pemecahan masalah, dan representasi [3]. Jadi, Mahasiswa akan merasakan makna matematika melalui pemecahan

masalah. Mahasiswa yang memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis yang baik dapat mentransfer kemampuannya tersebut dalam memecahkan masalah sehari-hari (Shadiq dalam Afri [4]). Karena matematika adalah “*mother of knowledge*” yang mendasari bidang yang lainnya.

Kemampuan pemecahan masalah merupakan kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah yang kompleks dan nonrutin. Mahasiswa dapat memahami masalah yang kompleks tersebut dan menyusun rencana pemecahan masalah tersebut sehingga akhirnya mahasiswa dapat menentukan solusi dari masalah yang kompleks dan non rutin tersebut. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Polya terdapat empat langkah yang dilakukan mahasiswa dalam memecahkan masalah, yaitu (1) memahami masalah; (2) merencanakan strategi pemecahan masalah; (3) melaksanakan strategi pemecahan masalah, dan (4) mengecek kembali solusi yang diperoleh [5]. Jadi seseorang dikatakan memiliki kemampuan pemecahan masalah yang baik yaitu seseorang yang mampu memahami informasi yang terdapat pada masalah secara utuh dan menggunakan informasi tersebut untuk menyusun strategi pemecahan masalah dan memecahkan masalah tersebut.

Kemampuan pemecahan masalah sangat penting dan harus dikembangkan dalam pembelajaran matematika. Namun pada kenyataannya kemampuan pemecahan masalah ini belum dikuasai oleh mahasiswa. Masih banyak mahasiswa belum optimal dalam memecahkan masalah. Hayat mengatakan bahwa rendahnya kemampuan pemecahan masalah mahasiswa di Indonesia dibuktikan dengan adanya hasil tes yang dilakukan dua studi Internasional, *Programme for International Student Assessment (PISA)* pada tahun 2018 dan *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* pada tahun 2015 [6]. Tujuan PISA adalah untuk mengukur tingkat kemampuan mahasiswa dalam menggunakan pengetahuan, keterampilan matematikanya dalam menangani masalah sehari-hari.

Hasil survei yang dilakukan *Programme for International Student Assessment 2018 (PISA)* menyatakan bahwa kemampuan matematika mahasiswa Indonesia berada dalam kategori sangat rendah. Indonesia berada pada peringkat 73 dari 79 negara peserta. Puspendik mengemukakan bahwa Indonesia hanya berhasil meraih skor rata-rata 379 [7]. Selain itu temuan dari *Trends International Mathematic and Science Study* sebuah riset internasional untuk mengukur kemampuan mahasiswa di bidang matematika menunjukkan Indonesia masih berada pada urutan bawah, skor matematika 397 menempatkan Indonesia di nomor 45 dari 50 negara. Hasil survei tersebut merupakan stimulus yang mengharuskan adanya usaha untuk memperbaiki pembelajaran matematika, khususnya kemampuan pemecahan masalah matematika mahasiswa.

Hal ini sejalan dengan hasil observasi yang dilakukan di mahasiswa S1 pendidikan matematika Universitas Negeri Malang. Berdasarkan hasil observasi awal ini kemampuan pemecahan masalah mahasiswa S1 pendidikan matematika Universitas Negeri Malang. Berdasarkan hasil observasi awal ini kemampuan pemecahan masalah mahasiswa S1 belum optimal. Hal ini dikarenakan ketika siswa diberikan soal pemecahan masalah yang berbentuk rutin maka mahasiswa mampu untuk menyelesaikan persoalan tersebut, akan tetapi jika muncul suatu permasalahan yang non-rutin maka mahasiswa akan mengalami kesulitan. Pada saat kegiatan belajar mengajar

mahasiswa mampu menyelesaikan permasalahan apabila disajikan soal-soal dengan tipe yang sama. Akan tetapi, jika diberikan soal yang bervariasi sebagian mahasiswa sudah mengalami kesulitan. Masih banyak mahasiswa yang hanya mampu melaksanakan pada tahap awal yaitu menulis hal yang diketahui saja. Sedangkan pada tahap selanjutnya para mahasiswa kebingungan sehingga tidak menjawab soal yang diberikan atau mencari jalan keluar dengan meminta jawaban dari teman sekelasnya.

Proses memecahkan masalah kita dituntut untuk berpikir dan bekerja keras menerima tantangan agar mampu memecahkan masalah yang kita hadapi. Rumus, teorema, hukum, aturan pengerjaan, tidak dapat secara langsung digunakan dalam pemecahan masalah, maka antara masalah yang satu dan masalah yang lain tidak selalu sama dalam penyelesaian. Untuk memecahkan masalah kita perlu merencanakan langkah-langkah apa saja yang harus ditempuh guna memecahkan masalah tersebut secara sistematis. Menurut Polya langkah-langkah yang perlu diperhatikan untuk pemecahan masalah sebagai berikut [5] :

1. Pemahaman teradap masalah, maksudnya mengerti masalah dan melihat apa yang dikehendaki;
Cara memenuhi suatu masalah lain: (a) Masalah harus dibaca berulang-ulang agar dapat dipahami kata demi kata, kalimat demi kalimat. (b) Menentukan/mengidentifikasi apa yang diketahui dari masalah. (c) Menentukan/mengidentifikasi apa yang ditanyakan/apa yang dikehendaki dari masalah. (d) Mengabaikan hal-hal yang tidak relavan dengan masalah. (e) Sebaiknya tidak menambah hal-hak yang tidak perlu agar tidak menimbulkan masalah yang berbeda dengan masalah yang seharusnya diselesaikan.
2. Perencanaan pemecahan masalah, maksudnya melihat bagaimana macam soal dihubungkan dan bagaimana ketidakjelasan dihubungkan dengan data agar memperoleh ide membuat suatu rencana pemecahan masalah. Untuk itu dalam menyusun perencanaan pemecahan masalah dibutuhkan suatu kreativitas dalam menyusun strategi pemecahan masalah. Wheeler [8] mengemukakan strategi pemecahan masalah, antara lain sebagai beriku: (a) Membuat suatu tabel. (b) Membuat suatu gambar. (c) Menduga, mengetes, dan memperbaiki. (e) Mencari pola. (f) Menyatakan kembali permasalahan. (g) Menggunakan penalaran. (h) Menggunakan variabel. (i) Menggunakan persamaan (j) Mencoba menyederhanakan permasalahan. (k) Menghilangkan situasi yang tidak mungkin. (l) Bekerja mundur. (m) Menyusun model. (o) Menggunakan algoritma. (p) Menggunakan penalaran tidak langsung. (q) Menggunakan sifat-sifat bilangan. (r) Menggunakan kasus atau membagi masalah menjadi bagian-bagian. (s) Memvalidasi semua kemungkinan. (t) Menggunakan rumus. (u) Menyelesaikan masalah yang ekuivalen. (v) Menggunakan simetri. (w) Menggunakan informasi yang diketahui untuk mengembangkan informasi baru.
3. Melaksanakan perencanaan pemecahan masalah.
4. Melihat kembali kelengkapan pemecahan masalah, maksudnya sebelum menjawab permasalahan, perlu mereview apakah penyelesaian masalah sudah sasuai. Hal ini dilakukan dengan kegiatan sebagai berikut : mengecek hasil, menginterpretasi jawaban yang diperoleh, meninjau kembali apakah ada cara lain yang dapat digunakan untuk mendapatkan penyelesaian yang sama, dan meninjau kembali apakah ada penyelesaian

yang lain. Sehingga dalam memecahkan masalah dituntut tidak cepat puas dari satu hasil penyelesaian saja, tetapi perlu dikaji dengan beberapa cara penyelesaian.

Menurut Rosalina, indikator kemampuan pemecahan masalah matematis yaitu: a) mengidentifikasi unsure-unsur yang diketahui, ditanyakan, dan kecukupan untuk yang diperlukan, b) merumuskan masalah matematik atau menyusun model matematik, c) menerapkan strategi untuk menyelesaikan masalah sehari-hari, d) menjelaskan atau menginterpretasikan hasil sesuai permasalahan awal, e) menggunakan matematika secara bermakna. Sedangkan indikator kemampuan pemecahan masalah menurut Budiman, adalah; a) mengidentifikasi kecukupan data untuk memecahkan masalah, b) membuat model matematik dari suatu masalah dan menyelesaikannya, c) memilih dan menerapkan strategi untuk menyelesaikan masalah matematik, d) memeriksa kebenaran hasil atau jawaban.

Indikator-indikator tersebut sering digunakan untuk menjadi kerangka acuan dalam menilai kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan pemecahan masalah matematis yang baik juga berpengaruh kepada hasil belajar matematika untuk menjadi lebih baik yang merupakan tujuan umum dari pembelajaran matematika. Karena kemampuan pemecahan masalah matematis dapat membantu dalam memecahkan persoalan, baik itu dalam pembelajaran ataupun kehidupan social. Kemampuan pemecahan masalah matematis yang masih rendah atau kurang, perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui apa sebenarnya penyebab rendahnya tingkat kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa tersebut. Pada penelitian ini indicator pemecahan masalah matematik yang digunakan adalah indikator menurut Polya yang terdiri dari memahami masalah, merencanakan penyelesaian, menjalankan rencana dan melakukan pemeriksaan.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan maka peneliti melakukan analisis kemampuan mahasiswa dalam pemecahan masalah fungsi kompleks dengan materi fungsi kebalikan dan pangkat pada mahasiswa S1 semester V Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2021/2022, yaitu pada bulan November di Universitas Negeri Malang. Subyek dalam penelitian ini adalah mahasiswa S1 Offering A semester V Universitas Negeri Malang. Subyek dikelompokkan ke dalam tiga kelompok kategori tingkat kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa yaitu tinggi, sedang dan rendah. Subyek penelitian ini akan diambil dari masing-masing kategori, terdiri atas satu orang mahasiswa secara acak yang memiliki kemampuan tinggi, satu orang mahasiswa secara acak yang memiliki kemampuan sedang, dan satu orang mahasiswa secara acak yang memiliki kemampuan rendah. Penelitian diawali dengan pemberian tes kemampuan pemecahan masalah berbentuk esai dengan materi Fungsi Kebalikan dan Pangkat. Hasil tes diberikan skor sesuai dengan rubrik kemampuan pemecahan masalah berikut [9].

Tabel 1. Lembar Penilaian Pemecahan Masalah Matematis

Aspek Yang Dinilai	Reaksi Terhadap Soal (Masalah)	Skor
Memahami Masalah	Tidak menuliskan/tidak menyebutkan apa diketahui dan apa yang ditanyakan dari soal.	1
	Hanya menuliskan/menyebutkan apa yang diketahui	2
	Menuliskan/menyebutkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dari soal dengan kurang tepat.	3
	Menuliskan/menyebutkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dari soal dengan tepat.	4
Merencanakan Penyelesaian	Tidak menyajikan urutan langkah penyelesaian.	1
	Menyajikan urutan langkah penyelesaian, tetapi urutan-urutan penyelesaian yang disajikan kurang tepat.	2
	Menyajikan urutan langkah penyelesaian yang benar, tetapi mengarah pada jawaban yang salah.	3
	Menyajikan urutan langkah penyelesaian yang benar dan mengarah pada jawaban yang benar.	4
Menyelesaikan Rencana Penyelesaian	Tidak ada penyelesaian sama sekali	1
	Ada penyelesaian, tetapi prosedur tidak jelas.	2
	Menggunakan prosedur tertentu yang benar tetapi jawaban yang salah.	3
	Menggunakan prosedur tertentu yang benar dan hasil yang benar.	4
Memeriksa Kembali	Tidak melakukan pengecekan terhadap proses dan jawaban serta tidak memberikan kesimpulan.	1
	Tidak melakukan pengecekan terhadap proses dan jawaban serta memberikan kesimpulan yang salah.	2
	Melakukan pengecekan terhadap proses dan jawaban dengan kurang tepat serta memberikan kesimpulan yang benar	3
	Melakukan pengecekan terhadap proses dan jawaban dengan tepat serta membuat kesimpulan dengan benar.	4

Adapun cara perhitungan nilai akhir adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{\text{skor perolahan}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Dengan N sebagai nilai akhir.

Nilai kemampuan pemecahan masalah yang diperoleh dari perhitungan kemudian dikualifikasikan sesuai dengan table berikut ini :

Tabel 2. Kategori Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis

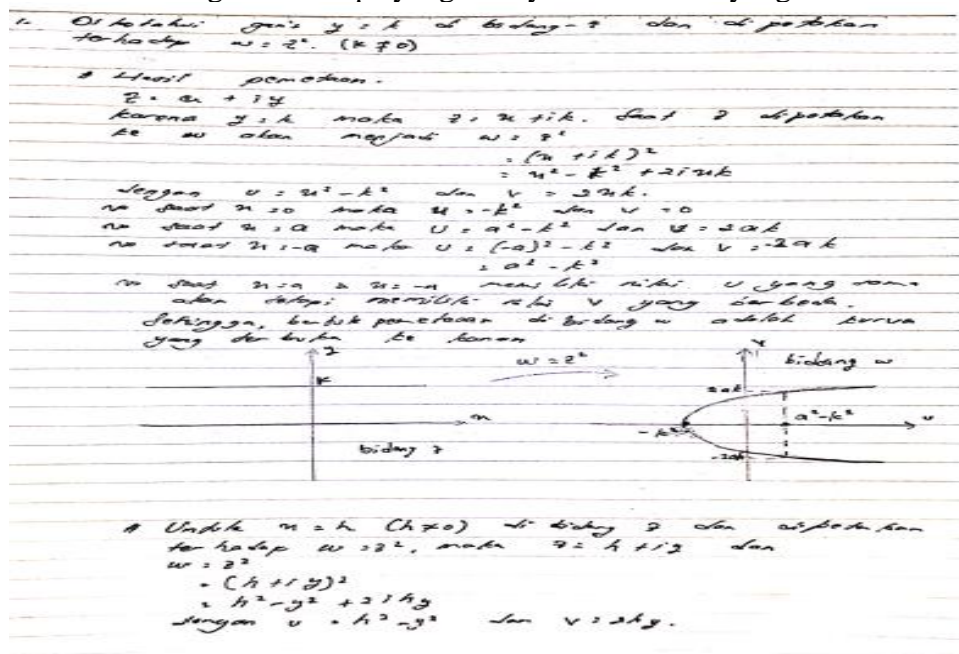
Nilai	Kategori
80-100	Tinggi
65-79	Sedang
56-64	Rendah

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dalam bentuk kualitatif. Data diperoleh berdasarkan hasil tes mahasiswa dan wawancara. Selanjutnya dipilih secara acak masing-masing satu orang mahasiswa dari kelompok mahasiswa kategori tinggi, sedang, dan rendah untuk dianalisis jawabannya dan di wawancarai terkait proses mahasiswa dalam memecahkan masalah pada tes kemampuan pemecahan masalah yang diberikan. Data yang diperoleh kemudian di uji keabsahan datanya dengan melakukan triangulasi sumber dan data. Selanjutnya data disajikan dan ditarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Dengan Kemampuan Tinggi

Hasil tes tertulis yang telah diselesaikan oleh mahasiswa menunjukkan bahwa mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi pada tahap memahami masalah dapat dikatakan sudah dapat menuliskan apa yang diketahui dari soal yang diberikan. Mahasiswa dapat mengidentifikasi informasi yang diketahui dari soal yang diberikan dan dapat juga menuliskan dengan benar apa yang ditanyakan dari soal yang diberikan.



Gambar 1. Jawaban Mahasiswa Kemampuan Tinggi

Kemudian pada tahap menentukan rencana pemecahan masalah mahasiswa dengan kemampuan tinggi dapat menuliskan model matematika yang tepat untuk digunakan untuk

menyelesaikan soal yang diberikan. Mahasiswa dapat menuliskan model yang digunakan dikarenakan mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi sudah memahami langkah-langkah apa yang harus dia laksanakan untuk menyelesaikan soal tersebut. Pada tahap melaksanakan pemecahan masalah mahasiswa dengan kemampuan tinggi sudah dapat menjalankan langkah-langkah penyelesaian sesuai dengan model matematika yang telah ditentukan. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi juga konsisten dalam menyelesaikan soal dan melakukan operasi perhitungan dengan benar. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi juga dapat melakukan pemeriksaan kembali jawaban yang telah diselesaikan dengan baik. Mahasiswa melakukan pemeriksaan kembali dengan menunjukkan hasil akhir yang didapatkan dengan tepat.

Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Dengan Kemampuan Sedang

Hasil tes tertulis yang telah diselesaikan mahasiswa dengan kemampuan sedang menunjukkan bahwa, pada tahap memahami masalah, mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang sudah dapat menuliskan apa yang diketahui dari soal yang diberikan dengan baik, dan mampu menuliskan apa yang ditanyakan dari soal dengan benar. Kemudian pada tahap merencanakan pemecahan masalah, mahasiswa dengan kemampuan sedang tidak mampu menuliskan rencana yang digunakan untuk menyelesaikan soal tersebut. Berdasarkan hasil wawancara yang didapatkan diketahui bahwasanya mahasiswa tidak menggambarkan pemetaan kebidang-w karena mahasiswa masih sulit dalam memahami materi yang disampaikan secara tidak langsung.

$z = ki$
 dipetakan terhadap $w = z^2$
 • bidang z
 $z_0 = ki$
 $z_1 = x_1 + ki$
 $z_2 = x_2 + ki$
 $z_n = x_n + ki$
 $y = k$
 $z = ki$
 • dipetakan terhadap $w = z^2$
 $w_0 = (z_0)^2$ $w_1 = (x_1 + ki)^2$
 $w_0 = (ki)^2$ $w_1 = x_1^2 + 2x_1ki + k^2i^2$
 $w_0 = k(i)^2$ $w_1 = x_1^2 + 2x_1ki - k^2$
 $w_0 = -k$ $w_1 = x_1^2 + k^2 + 2x_1ki$
 $w_2 = x_2^2 - k^2 + 2x_2ki$ $w_n = x_n^2 - k^2 + 2x_nki$
 • Kesimpulan :
 Bingung menggambarkan hasil pemetaan ke bidang w .

Gambar 2. Jawaban Siswa kemampuan Sedang

Kemudian pada tahap merencanakan pemecahan masalah, mahasiswa dengan kemampuan sedang tidak mampu menuliskan rencana yang digunakan untuk menyelesaikan soal tersebut. Berdasarkan hasil wawancara yang didapatkan dari mahasiswa diketahui bahwasanya mahasiswa tidak menggambarkan pemetaan w

dikarenakan mahasiswa mempunyai kendala dalam memahami materi untuk menggambarkan hasil pemetaan.

Pada tahap melaksanakan pemecahan masalah, mahasiswa dengan kemampuan sedang sudah menjalankan proses pemecahan masalah dengan baik. Dapat dilihat dari hasil jawaban mahasiswa bahwasanya langkah-langkah yang telah dituliskan oleh mahasiswa sudah sesuai dengan langkah-langkah untuk menjawab soal yang diberikan. Mahasiswa tidak melakukan pemeriksaan kembali jawaban yang telah diselesaikan dikarenakan mahasiswa menganggap bahwa setelah mahasiswa selesai menjawab soal maka sudah selesai tugas yang mahasiswa kerjakan tanpa harus melakukan pemeriksaan kembali jawaban.

Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa Dengan Kemampuan Rendah

Hasil tes tertulis yang telah diselesaikan mahasiswa dengan kemampuan rendah menunjukkan bahwa pada memahami masalah mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah sudah mampu menuliskan apa yang diketahui dari soal dengan baik. Namun masih salah dalam menentukan pertanyaan yang seharusnya dituliskan.

$y = ax$ dibidang z dipetakan terhadap $w = 1/z$. ($a, b \in \mathbb{R}$, $a \neq 0$ dan $b \neq 0$)

$\therefore z = x + iy$
 $= x + i(ax)$

$\therefore f(z) = w = \frac{1}{z} = \frac{1}{x + axi}$

Misal: $z_0 = 3 + 3ai$, $z_1 = 1 + ai$, $z_2 = 2 + 2ai$

Maka,

$w_0 = \frac{1}{3 + 3ai}$, $w_1 = \frac{1}{1 + ai}$, $w_2 = \frac{1}{2 + 2ai}$

Kemudian pada tahap merencanakan pemecahan masalah, mahasiswa dengan kemampuan rendah mengalami kesalahan dalam menuliskan atau membuat model matematika apa yang harus digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Pada tahap melaksanakan pemecahan masalah, mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah dapat dikatakan tidak mampu untuk menjalankannya, mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah juga tidak menyadari bahwa jawaban yang diberikan adalah salah. Dengan tidak terpenuhinya indikator pemecahan masalah maka pada tahap memeriksa kembali mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah juga tidak dapat menjalankan proses pemeriksaan kembali dengan baik.

Diketahui lingkaran $y^2 + x^2 = c$ di bidang $-z$. Lingkaran tersebut dipetakan ke $w = z^2$.
Tentukan ide kamu bagaimana menemukan hasil pemetaannya? pemetaannya di bidang w .
Apa hasil pemetaannya? Bagaimana kamu memverifikasi jawaban?

Jawaban

$y^2 + x^2 = c$ bidang $-z$

Petakan z^2

$x = \frac{u}{u^2+v^2}$ $y = \frac{-v}{u^2+v^2}$

$\left(\frac{-v}{u^2+v^2}\right)^2 + \left(\frac{u}{u^2+v^2}\right)^2 = c$

$\frac{v^2}{(u^2+v^2)^2} + \frac{u^2}{(u^2+v^2)^2} = c$

$\frac{v^2+u^2}{(u^2+v^2)^2} = c$

$\frac{1}{u^2+v^2} = c$

$\frac{1}{c} = u^2+v^2$

Berbentuk lingkaran

Gambar 3. Jawaban Siswa Kemampuan Rendah

Berdasarkan hasil tes dan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti maka pembahasan akan dipaparkan sesuai indikator kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa sebagai berikut:

a. Kemampuan Memahami Masalah

Berdasarkan hasil penelitian dapatlah diketahui bahwasanya kemampuan memahami masalah dari setiap mahasiswa memiliki tingkatan yang berbeda. Mahasiswa dengan kategori kemampuan pemecahan masalah tinggi dan sedang lebih mampu dalam menuliskan dan menjelaskan hal-hal yang diketahui dan ditanyakan dari soal yang diberikan. Mahasiswa dengan kemampuan tinggi dan sedang juga pada saat dilakukan wawancara mampu menjelaskan dengan jelas apa saja hal yang diketahui dan ditanyakan dari soal tersebut. Bahkan mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi dan sedang juga menjelaskan dengan sangat rinci bagaimana cara dia menentukan hal yang diketahui dengan sangat rinci.

Sedangkan mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah hanya mampu menuliskan hal yang diketahui dari soal saja, namun untuk menuliskan apa yang ditanyakan mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah masih kurang mampu. Hal ini juga sejalan dengan hasil wawancara yang telah didapatkan dari subyek berkemampuan rendah. Mahasiswa berkemampuan rendah hanya mampu untuk menjelaskan apa yang diketahui dan memisalkan hal yang diketahui tersebut dengan kode-kode yang telah mahasiswa ketahui, namun dalam menjelaskan hal yang ditanyakan mahasiswa masih salah dalam mengartikannya.

b. Kemampuan Merencanakan Penyelesaian

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwasanya kemampuan merencanakan masalah dari setiap mahasiswa memiliki tingkatan yang berbeda. Mahasiswa dengan kategori kemampuan pemecahan masalah tinggi mampu dalam menuliskan dan menjelaskan rencana penyelesaian yang akan digunakan. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi juga sudah tepat dalam menjawab dan menentukan model matematika yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal. Berdasarkan hasil wawancara yang didapatkan mahasiswa dengan kemampuan tinggi dapat menjelaskan secara yakin dan memberikan penjelasan kenapa mahasiswa tersebut menggunakan model matematika yang dituliskan di lembar jawaban tersebut. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang belum mampu untuk menuliskan proses perencanaan masalah.

Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang tidak menuliskan rumus/rencana yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal, namun pada saat wawancara dilakukan mahasiswa menjelaskan rencana penyelesaian untuk menyelesaikan soal tersebut. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan sedang menjelaskan bahwa mahasiswa dengan kemampuan sedang terkadang lupa untuk menuliskan rencana penyelesaian yang akan digunakan, namun sebenarnya mahasiswa dengan kemampuan sedang memahami rencana penyelesaian yang harus digunakan.

Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah juga belum mampu untuk menuliskan dan menjelaskan proses perencanaan masalah. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah tidak menuliskan rencana yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal, bahkan mahasiswa dengan kemampuan rendah pada saat diwawancara tidak mampu menjelaskan harus menggunakan rencana penyelesaian yang harus digunakan.

c. Kemampuan Menjalankan Rencana

Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi sudah mampu untuk menuliskan proses menjalankan rencana yang telah mahasiswa tentukan. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi juga lebih kreatif dalam proses penyelesaian. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan mahasiswa berkemampuan tinggi dapat diketahui bahwa mahasiswa dengan kemampuan tinggi sudah mengerti langkah-langkah apa yang harus mahasiswa kerjakan, misalnya menggambarkan pemetaan kebidang-w. Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah kategori tinggi juga menjelaskan dengan sangat yakin langkah-langkah penyelesaian yang mahasiswa kerjakan.

Mahasiswa dengan kemampuan sedang, lebih sering melakukan kesalahan dalam proses melaksanakan pemecahan masalah, bahkan mahasiswa dengan kemampuan sedang juga kebanyakan tidak menyadari kesalahan yang telah mahasiswa lakukan. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dapat diketahui bahwasanya mahasiswa tetap melanjutkan proses pelaksanaan penyelesaian walaupun rumus yang telah mahasiswa selesaikan itu sebenarnya salah. Bahkan pada proses pelaksanaan pemecahan masalah mahasiswa dengan kemampuan sedang mengaku bahwa mahasiswa tersebut selalu kurang teliti dalam melakukan perhitungan.

Mahasiswa dengan kemampuan rendah juga sering melakukan kesalahan dalam proses melaksanakan pemecahan masalah, mahasiswa dengan kemampuan rendah dapat dilihat dari lembar jawaban lebih sering melanjutkan proses penyelesaian dari rencana penyelesaian yang sebenarnya salah. Berdasarkan hasil wawancara dapat diketahui bahwa mahasiswa dengan kemampuan rendah tidak menelaah proses pelaksanaan penyelesaian yang telah mahasiswa lakukan. Bahkan mahasiswa dengan kemampuan rendah sering memasukkan nilai-nilai yang mahasiswa anggap merupakan elemen dari penyelesaian tanpa menyadari bahwa yang mahasiswa lakukan itu adalah merupakan kesalahan dalam penyelesaian soal.

d. Kemampuan Memeriksa Kembali

Pada tahap memeriksa kembali, mahasiswa dengan kemampuan tinggi terkadang menuliskan kembali hasil akhir yang telah dia selesaikan dengan memberikan kalimat penguat pernyataan. Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa mahasiswa dengan kemampuan tinggi selalu memeriksa dan melihat kembalijawaban yang telah mahasiswa tersebut selesaikan, dengan demikian mahasiswa tersebut dapat mengetahui apakah langkah penyelesaian yang telah mahasiswa tersebut lakukan sudah benar atau belum.

Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang juga terkadang melakukan pemeriksaan kembali dari proses pengerjaan yang telah mahasiswa tersebut selesaikan. Berdasarkan lembar jawaban dapat dilihat bahwa mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang menekankan jawabannya dengan menuliskan pernyataan penguat. Berdasarkan hasil wawancara dapat diketahui bahwa mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah sedang memang selalu memeriksa kembali jawaban yang telah mahasiswa tersebut selesaikan. Namun dapat diketahui dari hasil wawancara bahwasanya mahasiswa tidak menyadari proses penyelesaian yang mahasiswa tersebut lakukan adalah salah, walaupun telah melakukan pemeriksaan kembali.

Mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah, sangat jarang melakukan pemeriksaan kembali. Berdasarkan lembar jawaban mahasiswa dapat dilihat, bahwa mahasiswa sangat jarang menuliskan kembali kalimat pernyataan sebagai penguat jawaban yang telah mahasiswa selesaikan. Berdasarkan hasil wawancara dapat diketahui bahwa mahasiswa dengan kemampuan rendah tidak pernah melakukan pemeriksaan kembali setelah menyelesaikan proses penyelesaian soal yang diberikan, mahasiswa dengan kemampuan rendah jarang melakukan pemeriksaan kembali dikarenakan mahasiswa sebenarnya tidak paham dan merasa bingung dengan apa yang mahasiswa selesaikan sehingga mahasiswa merasa tidak perlu lagi melakukan pemeriksaan kembali jawabannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Kushendri dan Zanthi [10] mahasiswa tidak memahami masalah dengan baik, sehingga pada saat proses melaksanakan strategi dan melaksanakan perhitungan mahasiswa belum mampu mengelaborasikannya, begitu juga dengan memeriksa kembali, mahasiswa tidak melakukannya dengan baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, kemampuan pemecahan masalah matematis mahasiswa terbentuk dalam tiga kategori yaitu kemampuan pemecahan masalah siswa tinggi, sedang dan rendah. Pada tahap memahami masalah mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah tinggi dan sedang dikategorikan mampu untuk menjalankan proses memahami masalah dengan baik. Sedangkan mahasiswa dengan kemampuan pemecahan masalah rendah hanya mampu menuliskan apa yang diketahui dari soal yang diberikan dan masih salah menuliskan apa yang ditanyakan dari soal. Kemudian kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kemampuan pemecahan masalah matematis terletak pada proses merencanakan strategi pemecahan masalah dan melaksanakan perhitungan. Kemudian pada tahap memeriksa kembali, mahasiswa juga masih salah dalam melakukannya dan rata-rata mahasiswa tidak melakukan pemeriksaan kembali. Berdasarkan hasil jawaban mahasiswa dapat dikatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah pada materi fungsi kebalikan dan pangkat mahasiswa di S1 Pendidikan Matematika Semester V Offering A Universitas Negeri Malang tergolong cukup walau masih banyak yang kesulitan mengerjakan pada indikator menjalankan rencana penyelesaian dan memeriksa kembali jawaban yang telah dikerjakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mariam, S., Nurmala, N., Nurdianti, D., Rustyani, N., Desi, A., & Hidayat, W. (2019). *Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa mtsn dengan menggunakan metode open ended di Bandung Barat*. Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 3(1), 178-186.
- [2] NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- [3] Dahlan, J. A. (2011). *Materi Pokok Analisis Kurikulum Matematika*. Universitas Terbuka: Jakarta
- [4] Afri, Lisa Dwi. (2017). *Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada pembelajaran inkuiri terbimbing dengan pendekatan CRA*. Math Educa Journal, 1(1), 25-36.
- [5] Polya, G. (1973). *How to Solve It (2nd ed.)*. New Jersey: Prence University Press.
- [6] Hayat, Bahrul. (2010). *Benchmark internasional mutu pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [7] Puspendik. (2016). *Hasil TIMSS Indonesia tahun 2015*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan.
- [8] Winarni, E. S. & dan Harmini, S. (2017). *Matematika untuk PGSD*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [9] Hamzah, Ali. (2014). *Evaluasi pembelajaran matematika*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- [10] Kushendri, K. & Zanthi, L. S. (2019). *Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMA*. Jurnal On Education, 1(1), 94-100.

ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH FUNGSI INVERS BERDASARKAN TAHAPAN POLYA

Saiful Anwar^{1,a)}, Khalisa Naura Imanda^{2,b)}, Ulin Liulinuha^{3,c)}, Sukoriyanto^{4,d)},
Indriati Nurul Hidayah^{5,e)}

^{1,2,3,4,5)} FMIPA, Universitas Negeri Malang

^{a)}saiful.anwar200311@students.um.ac.id

^{b)}khalisa.naura.2003118@students.um.ac.id

^{c)}ulin.liulinuha.2003118@students.um.ac.id

^{d)}sukoriyanto.fmipa@um.ac.id

^{e)}indriati.nurul.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kesalahan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan masalah fungsi invers berdasarkan tahapan polya. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Subjek pada penelitian ini terdiri dari tiga mahasiswa offering A 2021/2022 S1 pendidikan matematika Universitas Negeri Malang. Subjek penelitian dipilih berdasarkan tingkat keaktifan mahasiswa dalam kegiatan pembelajaran luring. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah tes tulis dan wawancara. Tes Tulis yang diberikan berupa dua soal uraian mengenai fungsi invers. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa dengan keaktifan tinggi (M-1), sedang (M-2) dan rendah (M-3), dapat memahami masalah satu dan dua. Namun terdapat perbedaan pada tahapan merencanakan dan menyelesaikan masalah, dimana mahasiswa dengan tingkat keaktifan rendah (M-3) mampu merencanakan dan menyelesaikan masalah satu dan dua, sedangkan mahasiswa dengan tingkat keaktifan tinggi (M-1) dan sedang (M-2) hanya mampu merencanakan dan menyelesaikan masalah satu. .

Kata Kunci : Analisis Kesalahan, Soal Uraian, Fungsi Invers

PENDAHULUAN

Matematika dikenal sebagai salah satu masalah yang paling signifikan dalam kehidupan individu. Siswa membutuhkan matematika ketika mereka lulus dari sekolah atau ketika mereka mulai bekerja [1]. Untuk itu, pembelajaran matematika yang diterapkan di sekolah harus lebih bermakna agar siswa lebih aktif dan mengerti tentang mata pelajaran yang diajarkan [2]. Matematika bukan hanya sekedar ilmu hitung menghitung, tetapi juga dapat digunakan untuk membuktikan kebenaran ide dan memecahkan masalah dengan melalui cara berpikir yang logis dan terstruktur. Keterampilan mengerjakan soal matematika yang sesuai sangat diperlukan dalam mempelajari bidang studi lain [3]. Tercapainya keberhasilan pembelajaran matematika dalam perguruan tinggi dapat diukur dari kemampuan mahasiswa dalam memahami, mendalami dan mengaplikasikan ilmunya dalam menyelesaikan masalah yang ada. Akan tetapi hal ini berbanding terbalik dengan penemuan di lapangan terkait keterampilan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah terutama terkait masalah fungsi invers yang masih ditemui beberapa kesalahan.

Kesalahan dalam matematika merupakan penyimpangan solusi yang tepat dari suatu masalah, baik secara konsep maupun prosedur penyelesaian [4]. Roselizawati mengungkapkan kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa terjadi karena mahasiswa tidak memperhatikan dengan baik penjelasan dosennya di kelas [5]. Selain itu Dirgantoro, Saragih, & Listiani [6], juga menjelaskan bahwa hal yang dapat menjadi penyebab terjadinya kesalahan yaitu kurangnya pemahaman mahasiswa akan materi pokok atau bahkan materi prasyarat, kurangnya penguasaan siswa dalam bahasa atau simbol matematika, siswa keliru dalam menafsirkan atau menggunakan rumus, siswa salah atau kurang teliti dalam perhitungan, siswa lupa konsep, cara mengajar guru yang kurang mendukung pemahaman atas materi atau konsep yang diajarkan, serta guru kurang memperhatikan siswa dalam belajar.

Menurut Polya [7] masalah dalam matematika dikelompokkan dalam dua jenis yaitu (1) *problem to find* yaitu soal mencari dan (2) *problem to prove* yaitu soal membuktikan. Setiap masalah matematika memiliki penyelesaian, langkah – langkah yang tepat dalam menyelesaikan suatu masalah merupakan salah satu faktor keberhasilan siswa mendapatkan hasil yang maksimal. Menurut Polya [7] pemecahan masalah matematika terdiri dari empat langkah penyelesaian yaitu (1) memahami masalah, (2) membuat rencana, (3) melaksanakan rencana, dan (4) memeriksa kembali jawaban.

Kesalahan-kesalahan mahasiswa sudah selayaknya untuk diidentifikasi, terutama pada soal yang presentase kesalahannya paling banyak. Menurut beberapa studi yang relevan, disimpulkan bahwa siswa sering mengalami kesalahan konsep dalam mempelajari konsep fungsi invers ([8]; [9]). Penyebab kesalahan tersebut berdasarkan kenyataan bahwa konsep fungsi invers umumnya diajarkan berdasarkan hafalan dan aturan rutin [10]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kolins, A. Y., dkk menyatakan bahwa kesalahan penyelesaian pada soal fungsi invers terdapat pada kesalahan penggunaan data, kesalahan interpretasi bahasa dan kesalahan teknis [11].

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti merasa perlu untuk menggali lebih dalam mengenai kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa pendidikan matematika dalam menyelesaikan soal fungsi invers. Selain itu, akan dideskripsikan setiap poin kesalahan yang dialami mahasiswa pendidikan matematika dalam menyelesaikan soal fungsi invers.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Dalam penelitian ini akan dideskripsikan mengenai kesalahan apa saja yang dilakukan mahasiswa pendidikan matematika dalam menyelesaikan soal-soal Fungsi Invers. Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Negeri Malang. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2021/2022. Subjek pada penelitian ini terdiri dari tiga mahasiswa offering A 2021/2022 S1 pendidikan matematika Universitas Negeri Malang. Subjek penelitian dipilih berdasarkan tingkat keaktifan mahasiswa dalam mengikuti empat kali kegiatan pembelajaran yang dilakukan secara daring. Secara umum berdasarkan hasil analisa pekerjaan 29 Mahasiswa pada matakuliah Pengantar Aljabar materi fungsi invers dan indikator keaktifan mahasiswa menurut Sudjana yaitu (1) siswa ikut serta dalam melaksanakan tugas; (2) aktif mengajukan pertanyaan apabila tidak dimengerti baik bertanya kepada guru maupun teman; (3) ikut melaksanakan diskusi, akan dipilih 3 mahasiswa sebagai subjek penelitian dengan kategori mahasiswa dengan keaktifan tinggi yaitu subjek M-1, mahasiswa dengan keaktifan sedang yaitu subjek M-2 dan

mahasiswa dengan keaktifan rendah (pasif) yaitu subjek M-3. Pada Tabel 1 berikut disajikan data berdasarkan indikator tingkat keaktifan mahasiswa [12].

Tabel 1. Deskripsi Keaktifan Mahasiswa

Indikator Keaktifan	Subjek		
	M-1	M-2	M-3
Mahasiswa ikut serta dalam melaksanakan tugas	√	√	√
Aktif mengajukan pertanyaan apabila tidak dimengerti baik bertanya kepada guru maupun teman	√		
Ikut melaksanakan diskusi	√	√	

Metode pengumpulan data pada penelitian ini melalui tes tulis dan wawancara. Soal terdiri dari dua soal uraian berdasarkan indikator pemecahan masalah siswa pada materi fungsi invers. Tipe soal uraian dipilih karena dapat digunakan untuk mengetahui bagaimana jalan berfikir mahasiswa. Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan pada tahapan Sugiyono yaitu analisis data melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan [13].

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Penjabaran Hasil Pekerjaan Subjek M-1 (Keaktifan Tinggi)

- **Soal Nomor 1 bagian A dan B**

a) $f(u) = 50.000u + 20.000$
 u merupakan banyak penonton yang menyaksikan pertandingan.
 a) Invers fungsi pendapatan dari tiket klub sepak bola.
 $y = 50.000u + 20.000$
 $u = 50.000y + 20.000$
 $u - 20.000 = 50.000y$
 $\frac{u - 20.000}{50.000} = y$
 $f^{-1}(u) = \frac{u - 20.000}{50.000}$

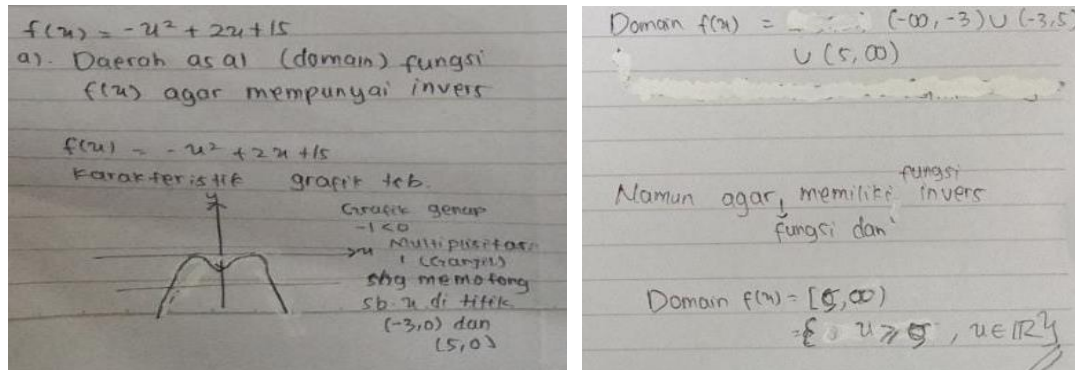
b) $f(u) = 55.570.000$
 \rightarrow Hasil penjualan tiket penonton klub sepak bola
 $f(u) = 50.000u + 20.000$
 $55.570.000 = 50.000u + 20.000$
 $55.570.000 - 20.000 = 50.000u$
 $55.550.000 = 50.000u$
 $\frac{55.550.000}{50.000} = u$
 $1111 = u$
 \rightarrow Banyak penonton.

Gambar 1. Jawaban M-1 pada soal nomor 1

Berdasarkan Gambar 1 di atas, M-1 telah memenuhi keempat tahapan polya. M-1 dapat memahami dan menyelesaikan permasalahan pada soal dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil pekerjaan M-1 dan didukung oleh hasil wawancara yang telah dilakukan.

- **Soal Nomor 2 bagian A**

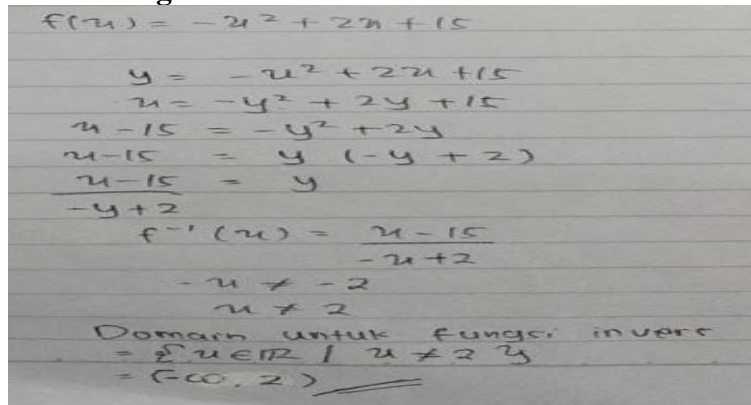
Pada soal nomor 2 bagian A, M-1 tidak dapat menjawab soal dengan benar. M-1 mengalami kesalahan ketika menggambar grafik fungsi yang diberikan. Ketika menggambar grafik, M-1 menggunakan konsep multiplisitas sehingga menyebabkan M-1 menjadi rancu ketika diminta menggambar fungsi kuadrat. Berdasarkan tahapan Polya, M-1 memahami masalah yang diberikan. Akan tetapi M-1 melakukan kesalahan pada tahap merencanakan masalah sehingga mengakibatkan M-1 juga melakukan kesalahan pada jawaban akhirnya.



Gambar 2. Jawaban M-1 pada soal nomor 2A

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa grafik fungsi $f(x) = -x^2 + 2x + 15$ yang digambarkan M-1 belum tepat sehingga mengakibatkan M-1 salah ketika menemukan domain pada fungsi tersebut. Saat merekstriksi domain agar menghasilkan invers yang juga merupakan fungsi, M-1 mengalami kesalahan karena M-1 terpacu pada grafik tersebut.

- **Soal Nomor 2 Bagian B**



Gambar 3. Jawaban M-1 pada soal nomor 2B

Pada gambar 3 terlihat bahwa M-1 hanya memenuhi tahapan pertama polya. dengan baik. Dalam tahap merencanakan masalah, M-1 dapat menjelaskan masalah dengan baik. Ketika di wawancarai M-1 mengerti bagaimana cara mencari invers fungsi akan tetapi pada saat mengaplikasikan pengetahuannya M-1 melakukan kesalahan. M-1 hanya terbiasa dengan bentuk fungsi $f(x) = ax^2$. Ketika diberikan fungsi dengan bentuk umum $f(x) = ax^2 + bx + c$ M-1 kesulitan. M-1 mengalami kesalahan konsep dalam mengganti variabel y pada penyebut menjadi x . Hal ini sejalan dengan pendapat Widodo [14] Mahasiswa yang melakukan kesalahan konsep mengakibatkan mereka tidak mampu menyelesaikan masalah pada tahap berikutnya.

2) Penjabaran Hasil Pekerjaan Subjek M-2 (Keaktifan Sedang)

• Soal Nomor 1 Bagian A dan B

① Diket : $\rightarrow f(x) = 50.000x + 20.000$

a) $f^{-1}(x) = \frac{x - 20000}{50.000}$

b) $f(x) = 55.570.000$
 $50.000x + 20.000 = 55.570.000$
 $50.000x = 55.550.000$
 $x = \frac{55.550.000}{50.000} = 1111$

penonton yg menyaksikan sebanyak 1111 orang

Gambar 4. Jawaban M-2 pada soal nomor 1

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa M-2 sudah mampu menyelesaikan soal sesuai dengan 4 tahapan Polya dengan baik. Hal ini diperkuat dengan hasil wawancara yang menyatakan bahwa M-2 mampu memahami masalah yang diberikan dan tidak mengalami kesulitan dalam penyelesaiannya, Selain itu M-2 juga mampu menjelaskan kembali jawabannya dengan baik.

• Soal Nomor 2 Bagian A

② Diket : $\rightarrow f(x) = -x^2 + 2x + 15$

a) Domain agar punya fungsi invers untuk $f(x)$

Solusi : \rightarrow Grafik $f(x)$

\rightarrow bentuk $\Rightarrow \cap$
 \rightarrow pembuat nol $\Rightarrow -x^2 + 2x + 15 = 0$
 $(-x - 3)(x - 5) = 0$
 $-x = 3 \quad \vee \quad x = 5$
 $x = -3$

\rightarrow intersec sumbu y $\Rightarrow f(0) = -(0)^2 + 2(0) + 15 = 15$

\therefore Domain $f(x)$ agar punya fungsi invers yaitu $D_f: [0, \infty)$

Gambar 5. Jawaban M-2 pada soal nomor 2A

Pada gambar 5 terlihat bahwa M-2 tidak mampu menjawab soal dengan benar. Gambar grafik yang disajikan belum sesuai dengan fungsi yang diberikan sehingga domain yang yang dituliskan belum tepat. Berdasarkan tahapan Polya M-2 hanya mampu memenuhi tahapan pertama. M-2 mampu memahami masalah dengan baik tetapi pada saat wawancara M-2 menyatakan masih bingung dalam mencari nilai inversnya dan lupa cara mencari titik puncak suatu fungsi.

• Soal Nomor 2 Bagian B

b) fungsi invers dari $f(x)$ yaitu $\pm\sqrt{x+15}$

$$\begin{aligned} &\rightarrow f(x) = -x^2 + 2x + 15 \\ &x - 15 - 2x = -x^2 \\ &-x - 15 = x^2 \end{aligned}$$

$$\pm\sqrt{x+15} = x$$

$$f^{-1}(x) = \pm\sqrt{x+15}$$

\rightarrow Grafik fungsi invers

$\rightarrow f^{-1}(0) = \pm\sqrt{0+15}$
 $= \pm\sqrt{15}$
 $= \pm 3, \dots$

$\rightarrow x+15 \geq 0$
 $x \geq -15$

Domain $f^{-1}(x) : [-15, \infty)$ pada range $f^{-1}(x) : (-\infty, 0]$

Gambar 6. Jawaban M-2 pada soal nomor 2B

Berdasarkan gambar 6 terlihat bahwa M-2 hanya memenuhi tahapan pertama Polya dengan baik. Namun pada tahap perencanaan M-2 melakukan kesalahan, M-2 tidak menemukan invers fungsinya. M-2 mengalami kesalahan dimana seharusnya $f(x) = y$, akan tetapi M-2 menganggap bahwa $f(x) = x$ sehingga pada tahap melakukan rencana M-2 mengalami kesalahan. M-2 tidak dapat menggambar grafik dengan benar dikarenakan fungsi invers yang diperoleh salah sehingga domain fungsi invers salah. Hal ini sejalan dengan pendapat Widodo [14] Mahasiswa yang melakukan kesalahan konsep mengakibatkan mereka tidak mampu menyelesaikan masalah pada tahap berikutnya

3) Penjabaran hasil pekerjaan Subjek M-3 (Keaktifan Rendah)

• Soal Nomor 1

besar Pendapatan dan pendapatan trust Penonton

$$P(x) = 50.000x + 20.000$$

$x =$ banyak Penonton yang menyaksikan Pertandingan

a.

$$\begin{aligned} P(x) &= 50.000x + 20.000 \\ 50.000x &= y - 20.000 \\ 50.000x &= y - 20.000 \\ x &= \frac{y - 20.000}{50.000} \\ P^{-1}(x) &= \frac{x - 20.000}{50.000} \end{aligned}$$

Jadi invers fungsi Pendapatan dan pendapatan trust

$$P^{-1}(x) = \frac{x - 20.000}{50.000}$$

b.

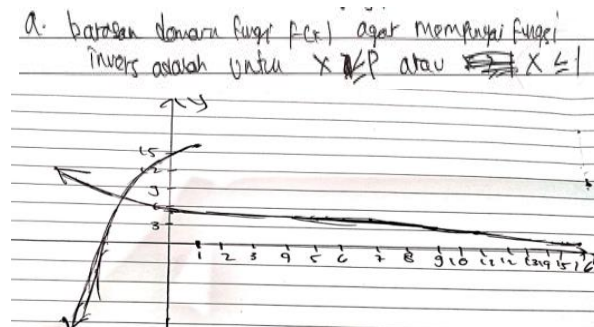
$$\begin{aligned} 50.000x + 20.000 &= 55.570.000 \\ 50.000x &= 55.550.000 \\ x &= \frac{55.550.000}{50.000} \\ x &= 1111 \end{aligned}$$

Jadi banyak Penonton yang menyaksikan Pertandingan tersebut sebanyak 1.111 Penonton

Gambar 7. Jawaban M-3 pada soal nomor 1

Berdasarkan gambar 7 terlihat bahwa M-3 sudah mampu menyelesaikan soal sesuai dengan 4 tahapan Polya dengan baik. Meskipun tidak menuliskan yang diketahui dan ditanyakan tetapi ketika proses wawancara M-3 tersebut mampu menjelaskan kembali jawabannya dengan baik dan rinci.

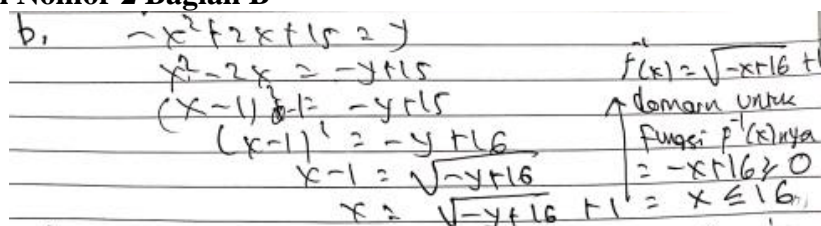
• **Soal Nomor 2 Bagian A**



Gambar 8. Jawaban M-3 pada soal nomor 2A

Berdasarkan gambar 8 terlihat bahwa M-3 mampu menyelesaikan soal sesuai dengan 3 tahapan Polya yaitu memahami masalah, membuat rencana dan melaksanakan rencana dengan baik, tetapi M-3 masih kurang teliti sehingga hasil yang diperoleh kurang tepat. Hal ini diperkuat melalui hasil wawancara yang menyatakan bahwa M-3 memahami konteks dari soal yang diberikan akan tetapi M-3 masih bingung pada penentuan batas domain dari fungsi $f(x)$ harus menggunakan $x \geq 1$ atau $x \leq 1$ agar inversnya juga fungsi..

• **Soal Nomor 2 Bagian B**



Gambar 9. Jawaban M-3 pada soal nomor 2B

Berdasarkan gambar 9 terlihat bahwa M-3 sudah mampu menyelesaikan soal sesuai dengan 4 tahapan Polya dengan baik. Ketika proses wawancara M-3 mampu menjelaskan cara menyelesaikan permasalahan tersebut dengan baik. Penjabaran data hasil pekerjaan M-1, M-2 dan M-3 berdasarkan tahapan Polya dideskripsikan pada Tabel. 2 berikut:

Tabel 2. Deskripsi Hasil Penelitian

Indikator Polya	Keaktifan baik (tinggi)				Keaktifan sedang				Keaktifan rendah (pasif).			
	Subjek M-1				Subjek M-2				Subjek M-3			
	1A	1B	2A	2B	1A	1B	2A	2B	1A	1B	2A	2B
Memahami masalah	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Merencanakan penyelesaian masalah	√	√		√	√	√			√	√	√	√
Melaksanakan rencana penyelesaian masalah	√	√			√	√			√	√	√	√
Melihat kembali	√	√			√	√			√	√		√

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa secara umum mahasiswa memahami langkah-langkah penyelesaian menggunakan 4 tahapan Polya. Hanya saja terjadi kesalahan pemahaman konsep pada proses perencanaan yang mengakibatkan pada tahapan pelaksanaan rencana mahasiswa melakukan kesalahan. Selain itu juga terdapat kesalahan dalam tahapan pelaksanaan rencana yang diakibatkan oleh kurangnya ketelitian mahasiswa dalam mengerjakan.

Mahasiswa dengan tingkat keaktifan yang berbeda tidak dapat menunjukkan bagaimana kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Hal ini dibuktikan dari hasil analisis pada penelitian ini menyatakan bahwa mahasiswa dengan tingkat keaktifan yang tinggi dan sedang memiliki kemampuan menyelesaikan masalah yang hampir merata. Akan tetapi mahasiswa yang memiliki keaktifan yang kurang (pasif) memiliki kemampuan yang berada di atas mahasiswa dengan keaktifan yang tinggi dan sedang. Keaktifan mahasiswa dapat memberikan pengaruh yang optimal dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah jika dikombinasikan dengan metode pembelajaran yang tepat. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Firdaus, E.F. [15] yang menyatakan bahwa keaktifan siswa dalam pembelajaran *probing prompting* mendukung untuk memfasilitasi pemecahan masalah matematika.

Dari hasil penelitian ini, peneliti menyampaikan saran sebagai berikut: Sebaiknya pendidik juga memberikan latihan soal yang bervariasi dan untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan materi yang lebih menyeluruh dan soal yang lebih bervariasi sehingga dapat menambah pengetahuan kita terkait kesalahan apa saja yang mungkin dialami mahasiswa dalam menyelesaikan soal yang diberikan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Tok, S., & Keskin, A. (2012) *The Effect of Fast Draw Learning Strategy on The Academic Achievement and Attitudes Towards Mathematics*. International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education, 1(20).
- [2] Gunawan, M. S., Putri, R. I. I., & Zulkardi. (2017). *Learning Fractions Through Swimming Context for Elementary School Students*. Advances In Social Science, Education and Humanities Research 100.
- [3] Rosmayadi. (2018). *Analisis Kesalahan Penyelesaian Soal Aljabar Pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Stkip Singkawang*. Journal Pendidikan Matematika, 12(1), 59-70
- [4] Young, R dan O'Shea, T. (1981). Errors in Children Subtraction Cognitive Science, 5(2): 152-177.
- [5] Roselizawati, Sarwadi, Masitah Shahrill. (2014). *Understanding Students Mathematical Errors and Misconceptions : The Case of Year 11 Repeating Students*. Mathematics Education Trends and Research2014 (2014) 1-10
- [6] Dirgantoro, K. P. S., Saragih, M. J., & Listiani, T. (2019). *Analisis kesalahan mahasiswa PGSD dalam menyelesaikan soal statistika penelitian pendidikan ditinjau dari prosedur Newman*. JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education, 2(2), 83-96. <https://doi.org/10.19166/johme.v2i2.1203>
- [7] Polya, G. (1973). *How To Solve it: A New Aspect of Mathematical Method*. New Jersey, USA: Pricenton University Press.
- [8] Okur, M. (2013). *Learning difficulties experienced by students and their misconceptions of the invers function concept*. Academic Journals, 8(12), pp. 901-910

- [9] Carlson, M. & Oehrtman, M. (2005). *Research sampler 9: Key aspects of knowing and learning the concept of function*. Retrieved June 29, 2017, from The Mathematical Association of America Research Sampler, <http://www.maa.org/programs/faculty-and-departments/curriculum-department-guidelines-recommendations/teaching-and-learning/9-keyaspects-of-knowing-and-learning-the-concept-of-functi>
- [10] Wilson, F.C., Adamson, S., Cox, T. & O'Bryan, A. (2011). *Inverse Functions what our teachers didn't tell us*. *Mathematics Teacher*, 104, pp. 501-507.
- [11] Kolins, A. Y., dkk (2020) *Analisis Kesalahan Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Pada Fungsi Komposisi Dan Fungsi Invers*. *Jurnal : Department of Mathematics Education, UMP, Purwokerto, Indonesia. (Online)*
Tersedia: <http://jurnal.nasional.ump.ac.id/index.php/alphamath/>
- [12] Sudjana, N. (2010). *Cara Belajar Siswa Aktif dalam Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- [13] Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi*. Bandung: Alfabeta.
- [14] Widodo, S. A. 2013. *Analisis Kesalahan Dalam Pemecahan Masalah Divergensi Tipe Membuktikan Pada Mahasiswa Matematika*. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*. 46(2), Hal 106 – 113
- [15] Firdaus, E.F. (2019). *Pengaruh Keaktifan Siswa dalam Pembelajaran Metode Probing Promting terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Materi Logika*. *Jurnal : Jurnal Edukasi dan Sains Matematika (JES-MAT)*

ANALISIS KESALAHAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL CERITA PROGRAM LINEAR BERDASARKAN PROSEDUR NEWMAN

Aprilia Darmayanti^{1,a)}, Slamet^{2,b)}

^{1,2)}Universitas Negeri Malang

^{a)}*aprilia.darmayanti.1703116@students.um.ac.id*

^{b)}*slamet.fmipa@um.ac.id*

ABSTRAK

Siswa umumnya mengalami kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika berbentuk cerita, khususnya pada materi program linear. Hal tersebut disebabkan oleh rendahnya daya serap siswa saat memahami materi ketika pembelajaran berlangsung. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu analisis untuk dapat mengetahui jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa kelas XI SMA Kertanegara dalam menyelesaikan soal cerita materi program linear berdasarkan Prosedur Newman. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase data sebagai berikut, kesalahan membaca 26,67%, kesalahan memahami masalah 86,67%, kesalahan transformasi 56,67%, kesalahan keterampilan proses 33,33% dan kesalahan penulisan jawaban akhir 66,67%. Dari data yang diperoleh jenis kesalahan yang sering dilakukan oleh siswa adalah kesalahan memahami masalah, sehingga mengakibatkan kesalahan siswa dalam menulis jawaban akhir. Analisis kesalahan ini dapat dijadikan referensi dasar pembelajaran oleh guru dalam menentukan letak kesalahan siswa.

Kata Kunci : *Analisis Kesalahan, Soal Cerita, Prosedur Newman.*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu faktor penting untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM). Dengan kualitas Pendidikan yang tinggi, maka kehidupan manusia akan meningkat. Salah satu ilmu terapan yang berkaitan erat dengan kehidupan masyarakat sehari-hari adalah matematika. Matematika adalah mata pelajaran yang melekat pada fakta, konsep, prosedur serta prinsip bersifat abstrak. Secara teori konsep matematika itu saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Dengan kata lain, konsep-konsep yang telah dipelajari siswa, dapat dijadikan panduan dalam memahami konsep materi berikutnya. Pada proses pembelajaran matematika, siswa diminta agar dapat mengaitkan konsep apa yang akan digunakan di dalam proses penyelesaian masalah pada soal. Priyanto [1] menjelaskan bahwa penyelesaian masalah pada matematika di sekolah umumnya dapat dicapai melalui soal cerita.

Soal cerita merupakan salah satu model soal yang bisa dipakai untuk mengukur kemahiran siswa ketika memecahkan masalah, dikarenakan dalam soal cerita banyak menuntut siswa untuk mengaitkan konsep matematika dengan permasalahan sehari-hari [2]. Menurut Susanti [3], dalam memecahkan masalah cerita dianggap lebih sulit untuk diselesaikan daripada menyelesaikan soal yang hanya berisi angka saja. Sedangkan menurut Satoto, dkk. [4] dalam memecahkan permasalahan soal cerita, siswa dituntut untuk mencerna maksud soal, memahami objek-objek yang mesti dirampungkan, mampu mengubah soal menjadi matematis, serta mampu menentukan operasi hitung yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal dengan tepat sampai tahap penarikan kesimpulan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemahiran

siswa dalam melibatkan masalah kontekstual dengan materi matematika maka perlu adanya soal cerita [5].

Dalam tingkat satuan Pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) kebanyakan siswa memandang aljabar sebagai materi yang sulit. Aljabar dianggap siswa sebagai pelajaran yang sulit untuk diselesaikan, dikarenakan dalam menyelesaikan aljabar siswa dituntut untuk memahami pola serta penggunaan model matematika yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan [6]. Salah satu pokok bahasan dalam aljabar yaitu program linear. Materi ini dipelajari di kelas XI semester ganjil. Pada materi program linear ini penyajian masalahnya berupa soal cerita. Soal cerita disini berupa suatu kalimat dimana didalamnya termuat persoalan serta permasalahan yang membutuhkan keterampilan berhitung dalam penyelesaiannya [7]. Soal cerita terkait program linear mengharuskan siswa memahami permasalahan dalam bentuk kalimat dan apabila siswa tidak dapat memahami permasalahan yang ada dalam soal, sekiranya berdampak menjadi kesalahan-kesalahan lain disaat menyelesaikan masalah.

Kesalahan merupakan penyimpangan dari suatu hal yang benar. Menurut Young dan O'Shea [8], kesalahan dalam matematika adalah penyimpangan dari penyelesaian permasalahan yang benar, baik secara konseptual maupun prosedural. Sedangkan menurut Wijaya dan Masriyah [9] kesalahan adalah suatu bentuk penyimpangan dari sesuatu yang dianggap benar atau suatu bentuk penyimpangan dari sesuatu yang telah disepakati/ditetapkan sebelumnya. Sandhu [10] memaparkan bahwa kesalahan timbul ketika siswa mengetahui apa yang harus dilakukan berikutnya, akan tetapi mereka melakukan kesalahan dalam menyelesaikan langkah penyelesaiannya. Novitasari menjelaskan bahwa kesalahan siswa bermula dari kesalahan menerima informasi meliputi kesalahan dalam menulis apa yang diketahui dan dalam menentukan apa yang ditanyakan. Sejalan dengan itu, Mazlan, dkk. [11] menelaah dan memperoleh bahwa kesalahan yang dilakukan siswa dibagi menjadi tiga yakni, kesalahan konseptual: salah dalam penggunaan prosedur matematika, kesalahan prosedural: tidak menuliskan langkah-langkah penyelesaian dengan lengkap, dan kesalahan teknis: kesalahan operasi perkalian. Sedangkan studi yang dilakukan Humaerah [12], terdapat beberapa bentuk kesalahan yang dilakukan oleh siswa berdasarkan tahapan Newman, meliputi (1) kesalahan membaca: siswa tidak cakap membaca kata-kata maupun simbol yang terdapat dalam soal; (2) kesalahan memahami: (a) siswa tidak menuliskan hal yang diketahui dan ditanyakan dari soal atau hanya menuliskan salah satunya dan (b) salah dalam menangkap informasi yang terdapat dalam soal; (3) kesalahan transformasi: (a) tidak mampu memilih atau menggunakan rumus, (b) tidak cakap menentukan langkah-langkah penyelesaian; (4) kesalahan keterampilan proses: (a) tidak mampu mengoperasikan perkalian dan penjumlahan dengan benar; dan (5) kesalahan penulisan jawaban akhir: (a) tidak menentukan jawaban akhir dan (b) tidak menuliskan kesimpulan.

Berdasarkan observasi awal, diketahui bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan ketika menyelesaikan permasalahan dalam soal cerita terutama permasalahan yang berkaitan dengan materi program linear sehingga menyebabkan berbagai kesalahan dalam pengerjaannya. Keadaan ini terlihat dari rendahnya daya serap siswa SMA Kertanegara Malang saat memahami materi ketika pembelajaran berlangsung. Hal tersebut mengindikasikan adanya hambatan yang dialami siswa pada saat mengerjakan soal-soal program linear. Hambatan yang dialami siswa dalam memecahkan masalah soal cerita ini dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dalam pemecahan masalah pada soal [13].

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, perlu adanya suatu upaya untuk mengatasi kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita. Kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika dapat diatasi dengan memetakan terlebih dahulu kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika [14]. Dengan letak kesalahan yang dialami siswa, maka guru dapat menentukan langkah pembelajaran yang efektif, sehingga diharapkan mengurangi terjadinya kesalahan. Menurut Satoto [15] salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kesalahan siswa adalah dengan melakukan kajian analisis kesalahan.

Hal ini sesuai dengan pendapat Nurussafa'at, dkk. [16] yang mengemukakan bahwa untuk mengetahui kesalahan yang dilakukan siswa perlu adanya analisis lebih lanjut untuk mengetahui gambaran yang jelas dan rinci atas kelemahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita.

Penelitian yang berkaitan dengan analisis kesalahan siswa sudah banyak dilakukan oleh para peneliti dengan topik matematika tertentu, seperti mendeskripsikan kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal materi pertidaksamaan kuadrat [17], sistem persamaan linier dua variabel [18], bangun ruang sisi datar [19], dan volume prisma [16]. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan prosedur Newman dalam menganalisis kesalahan siswa. Untuk mendapati wujud kesalahan yang sering dilakukan siswa maka perkara ini perlu dianalisis dan dideskripsikan lebih lanjut. Sehingga dibutuhkan suatu teknik yang bisa dijadikan dasar untuk mengetahui letak kesalahan yang dialami siswa pada saat mengerjakan soal cerita, terutama pada materi program linear. Satu diantaranya yaitu menggunakan prosedur atau tahapan Newman, untuk menganalisis kesalahan dalam uraian [20]. Prosedur Newman merupakan tahapan untuk memahami dan menganalisis bagaimana siswa menjawab sebuah permasalahan yang ada pada soal [21]. Prosedur Newman dikembangkan untuk membantu guru ketika berhadapan dengan siswa yang mengalami kesalahan dalam menyelesaikan permasalahan soal cerita matematis [22]. Pada teori ini, Newman mengungkapkan lima tahapan umum yang dapat dijadikan acuan untuk mengetahui jenis dan alasan di balik siswa melakukan kesalahan saat menyelesaikan masalah dalam bentuk deskripsi cerita. Tahapan-tahapan tersebut yaitu: (a) membaca (*reading*), (b) memahami masalah (*comprehension*), (c) transformasi (*transformation*), (d) keterampilan proses (*process skill*), dan (e) penulisan jawaban akhir (*encoding*).

Berdasarkan uraian di atas, maka analisis kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal-soal seputar program linear perlu untuk diketahui. Sehingga peneliti terdorong untuk menganalisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita program linear berdasarkan prosedur newman. Dengan demikian, tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui bentuk-bentuk kesalahan berdasarkan prosedur newman serta alternatif pemecahan masalah dalam menyelesaikan soal cerita khususnya materi program linear.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Tujuan penelitian ini ialah untuk memperoleh gambaran mendalam serta informasi secara terperinci mengenai jenis-jenis kesalahan yang dilakukan siswa tingkat II ketika mengerjakan soal cerita program linear menggunakan teori Newman. Penelitian ini dilakukan di SMA Kertanegara Malang. Subjek dari penelitian ini ialah siswa siswi kelas XI dengan kemampuan heterogen (rendah, sedang, dan tinggi) dari masing-masing siswa.

Instrumen utama daripada studi ini ialah peneliti sendiri dengan instrumen pendukung berupa soal tes, wawancara, dan dokumentasi. Instrumen tersebut sebelumnya telah dikaji oleh ahli dari dosen Matematika UM dan guru yang menemani berlangsungnya penelitian. Dalam studi ini, peneliti melakukan tes kepada siswa dengan memberikan dua soal cerita tentang program linear.

Dalam menganalisis permasalahan, peneliti menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Analisis data yang didapatkan dari studi ini dikelompokkan menurut jenis kesalahan yang dirujuk dari teori Newman yaitu kesalahan tahap membaca (*reading error*), kesalahan tahap memahami masalah (*comprehension error*), kesalahan tahap transformasi (*transformation error*), kesalahan tahap keterampilan proses (*process skill error*) serta kesalahan tahap penulisan jawaban akhir (*encoding error*). Data yang didapatkan dari studi ini yaitu lembar jawaban siswa. Lembar jawaban ini nantinya akan dijadikan sebagai bahan untuk mengidentifikasi dan menentukan besarnya persentase dari setiap jenis kesalahan yang telah dilakukan siswa. Untuk mengetahui besarnya persentase dari setiap jenis kesalahan dapat menggunakan rumus di bawah ini:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase setiap jenis kesalahan

n = Jumlah kesalahan yang dilakukan pada setiap jenis kesalahan

N = Banyaknya Kemungkinan Kesalahan

Selanjutnya data yang didapatkan dari jawaban siswa direduksi, kemudian dideskripsikan sesuai jenis kesalahan yang telah dilakukan oleh siswa pada proses penyelesaian soal cerita berdasarkan teori Newman untuk memperoleh kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut hasil analisis lembar jawaban tes siswa menggunakan analisis kesalahan Newman, bentuk kesalahan yang dilakukan siswa berdasarkan tingkat kemampuannya meliputi kesalahan membaca, kesalahan pemahaman, kesalahan transformasi, kesalahan keterampilan proses, serta kesalahan penulisan jawaban akhir. Untuk mengetahui bentuk kesalahan yang telah dilakukan siswa secara detail dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Jenis Kesalahan Siswa

Siswa	Jenis Kesalahan	
	Soal 1	Soal 2
1.	I, J	G, H
2.	-	G, H, I, J
3.	-	F, G, H, I, J
4.	G	G, H, I, J
5.	G, J	F, G, H, J
6.	F, G	F, G, H, I, J
7.	G	G, I
8.	G, H, J	N
9.	G, H, J	G, I, J
10.	G, H	G, H, J
11.	G, I, J	F, G, H, J
12.	G	G, H, J
13.	G, J	F, G, H, I, J
14.	F, G, H, I, J	G, H, J
15.	G, H, J	F, G, H, J

Keterangan :

- : Tidak ada kesalahan
- F : Kesalahan Membaca
- G : Kesalahan Memahami Masalah
- H : Kesalahan Transformasi
- I : Kesalahan Keterampilan Proses
- J : Kesalahan Penulisan Jawaban Akhir
- N : Soal tidak dikerjakan

Adapun pengelompokan hasil tes siswa dapat dilihat dari Tabel Klasifikasi berikut :

Tabel 2. Klasifikasi Kesalahan Berdasarkan Kategori Kemampuan Siswa

Skor	Kategori Kemampuan	Jumlah Siswa
0 – 75	Rendah	4
76 – 85	Sedang	8
86 - 100	Tinggi	3

Pada Tabel 2 di atas terlihat bahwa siswa yang berada pada kategori rendah sebanyak 4 siswa, kategori sedang sebanyak 8 siswa dan kategori tinggi sebanyak 3 siswa. Maka peneliti kemudian mengambil satu siswa dari masing-masing kategori yang dipilih secara random untuk dijadikan subjek penelitian. Subjek penelitian yang dipilih dari masing-masing kategori ini nantinya akan diwawancarai guna untuk menganalisis kesalahan yang dilakukan.

Dari masing-masing kesalahan yang dilakukan siswa dalam Tabel 1 dan juga klasifikasi pada Tabel 2, terlihat masih banyak kesalahan yang sering dilakukan siswa saat menyelesaikan soal cerita program linier. Berikut merupakan tabel gambaran persentase kesalahan yang dilakukan siswa dengan tingkat kemampuan heterogen (tinggi, rendah dan sedang) berdasarkan prosedur Newman.

Tabel 3. Persentase Data Kesalahan Siswa

Jenis Kesalahan	Kesalahan siswa		Jumlah	Persentase
	Soal 1	Soal 2		
Membaca	2	6	8	26,67 %
Memahami	12	14	26	86,67 %
Transformasi	5	12	17	56,67 %
Keterampilan Proses	3	7	10	33,33 %
Jawaban Akhir	8	12	20	66,67 %

Dalam Tabel 3 diatas terlihat bahwa persentase kesalahan terbesar adalah 86,67% ini berarti kesalahan dalam memahami masalah masih sering dilakukan. Dari hasil analisis terhadap lembar jawaban siswa, penyebab terjadinya kesalahan ialah siswa tidak menulis informasi apa yang diketahui dan juga ditanyakan dari soal. Berdasarkan data yang diperoleh, peneliti menemukan beberapa model kesalahan yang dilakukan siswa pada saat menyelesaikan soal cerita program linier. Berikut ini pembahasan dan penjelasan setiapkesalahan siswa dengan tingkat kemampuan heterogen (tinggi, rendah dan sedang) menurut prosedur Newman.

Kesalahan Membaca Soal (*Reading Errors*)

Kesalahan ini dialami 7 siswa dimana 2 siswa dengan tingkat kemampuan tinggi, 2 siswa dengan kemampuan sedang dan 3 siswa dengan kemampuan rendah dengan rata-rata tingkat kesalahan membacanya sebesar 26,67%. Keadaan ini memperlihatkan jika kesalahan membaca

tergolong rendah. Menurut Rindyana [23] kesalahan membaca soal terjadi ketika siswa tidak dapat memaknai kalimat yang mereka baca secara tepat. Pada penelitian ini kesalahan membaca yang sering dilakukan siswa dengan kategori rendah ialah salah dalam menginterpretasikan kalimat dengan benar, salah saat mencari poin utama dalam soal, dan salah menemukan informasi serta simbol matematika pada soal. Untuk siswa dengan kategori sedang, kesalahan yang sering dilakukan ialah mampu membaca atau mengenali simbol akan tetapi kurang mampu memaknai arti setiap kata, istilah dalam soal sehingga salah saat mencari poin utama dalam soal. Sedangkan untuk siswa kategori tinggi kesalahan yang sering dilakukan ialah mampu membaca informasi dan memaknai arti kata dalam soal dengan baik namun kurang teliti dalam memahami soal sehingga salah dalam menyampaikan informasi yang diperoleh. Subjek S-6 adalah subjek yang berasal dari kategori berkemampuan sedang. Kesalahan yang dilakukan subjek ini relatif sedikit dari subjek yang lain. Gambar 1 di bawah ini merupakan salah satu contoh kesalahan yang dilakukan siswa (S-6) pada saat mengerjakan soal nomor 2.

<p>Tempat parkir seluas 600 m^2 hanya mampu menampung bus dan mobil sebanyak 58 buah. Tiap mobil memerlukan tempat 6 m^2 dan bus 24 m^2. Biaya parkir tiap mobil Rp5.000,- dan bus Rp7.000,-. Jika semua tempat parkir penuh, maka hasil biaya parkir yang paling banyak adalah. . .</p>	$\begin{aligned} x + y &= 58 \dots (1) \\ 6x + 24y &= 600 \dots (2) \\ 2 &= 5.000x + 7.500y \end{aligned}$ $\begin{aligned} x + y &= 58 & 1 \times 61 \\ 6x + 24y &= 600 & 1 \times 11 \\ \hline -18y &= -252 \\ y &= 14 \end{aligned}$ $\begin{aligned} \dots x + (14) &= -58 \\ x &= 44 \\ 2 &= 5000 \times 44 + 7.500 \times 14 \\ &= 5000(44) + 7.500(14) \\ &= \text{Rp } 325.000 \end{aligned}$
---	---

Gambar 1. Kesalahan Membaca Subjek 6 (S-6)

Dari Gambar 1 ditunjukkan bahwa kesalahan membaca dilakukan S-6 yaitu tidak membaca penjelasan soal dengan cermat dan teliti. Padahal dalam soal dijelaskan bahwa “biaya parkir tiap mobil Rp5.000,- dan bus Rp7.000,-“ kemudian siswa diminta menentukan berapa hasil biaya parkir paling banyak, apabila tempat parkir terisi penuh. Namun, karena S-6 tidak membaca secara cermat terkait biaya parkir mobil dan bus yang terdapat pada soal, maka ia salah memasukkan biaya parkir bus (lingkaran merah pada Gambar 1) sehingga menyebabkan kesalahan perhitungan jawaban akhir. Selain itu, S-6 salah dalam memodelkan kaidah matematika menjadi simbol matematika seperti simbol “=” seharusnya “ \leq ”. Selain itu dari penelitian yang telah dilakukan siswa dengan kemampuan sedang dan rendah juga mengalami beberapa kesalahan diantaranya yaitu tidak membaca soal dengan cermat sehingga mengakibatkan tidak menemukan poin utama dalam soal dan tidak mencermati simbol matematika yang berada dalam soal.

Menurut hasil analisis jawaban siswa serta hasil wawancara yang telah dilakukan terlihat bahwa kesalahan membaca yang dilakukan oleh siswa berdasarkan kemampuannya (tinggi, sedang, dan rendah) disebabkan oleh beberapa hal diantaranya tidak menafsirkan kalimat dengan benar, tidak menemukan poin utama dalam soal, dan tidak mencermati informasi serta simbol matematika pada soal dengan cermat. Keadaan ini setara dengan pendapat Singh, dkk. [24] yang menyatakan bahwa pada umumnya siswa mampu membaca soal akan tetapi tidak mampu memahami maksud/pertanyaan soal, sehingga akan timbul kesalahan yang menyebabkan siswa tidak dapat menyelesaikan masalah sesuai dengan langkah penyelesaian yang sesuai. Vilenius-Tuohimaa, dkk. [25] dalam penelitiannya juga mengemukakan bahwa

semakin baik teknik membaca seseorang, maka semakin baik pula kemampuannya dalam menyelesaikan soal matematika.

Kesalahan Memahami Masalah (*Comprehension Errors*)

Sebanyak 15 siswa mengalami kesalahan ini dimana 5 siswa dengan tingkat kemampuan tinggi, 6 siswa kemampuan sedang dan 4 siswa kemampuan rendah. Persentase kesalahan memahami masalah sebesar 86,67%. Keadaan ini menunjukkan bahwa persentase kesalahan masih relatif tinggi. Hartini [26] memaparkan bahwa faktor penyebab kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita yaitu kurang terbiasanya siswa dalam menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal serta keinginan siswa untuk menyingkat penulisan jawaban.

Kesalahan memahami masalah merupakan hal yang sering dialami siswa. Dalam proses memahami masalah ini, banyak siswa yang merasa gagal dalam memahami soal seperti halnya kesalahan yang dialami oleh siswa dengan kemampuan rendah. Mereka mengalami kesalahan dengan tidak memahami serta menemukan apa saja yang dan ditanyakan dengan lengkap dari soal serta kurang paham terhadap pertanyaan yang ada dalam soal yang mengakibatkan siswa tidak menjelaskan apa yang diketahui serta ditanyakan dari soal. Sedangkan untuk siswa dengan kemampuan sedang kesalahan yang dilakukan ialah tidak memahami serta menemukan apa saja yang dan ditanyakan dengan lengkap dari soal sehingga tidak mampu dalam mengkoneksikan antara kata kunci dan informasi dalam soal dengan yang ditanyakan pada soal. Lain halnya dengan siswa berkemampuan tinggi, mereka mengalami kesalahan dengan tidak menjelaskan (menuliskan) apa yang diketahui dan ditanyakan dari soal. Gambar 2 di bawah ini merupakan contoh kesalahan yang dilakukan oleh subjek (S-15) dengan kemampuan rendah saat mengerjakan soal nomor 2.

<p>Tempat parkir seluas 600 m^2 hanya mampu menampung bus dan mobil sebanyak 58 buah. Tiap mobil memerlukan tempat 6 m^2 dan bus 24 m^2. Biaya parkir tiap mobil Rp5.000,- dan bus Rp7.000,-. Jika semua tempat parkir penuh, maka hasil biaya parkir yang paling banyak adalah. . .</p>	<p>Jawab: $x = \text{Bus}$ $x + y = 58$ $y = \text{Mobil}$ $24x + 6y = 600$ $2 = 7.000x + 5.000y$</p> $\begin{array}{r} x + y = 58 \quad (\times 6) \\ 6x + 6y = 348 \\ 24x + 6y = 600 \quad - \\ \hline -18x = -252 \\ x = 14 \end{array}$ <p>Jumlah bus ada 14</p> $\begin{array}{r} x + y = 58 \\ 14 + y = 58 \\ y = 44 \end{array}$ <p>Jumlah mobil ada 44</p> $\begin{array}{r} z = 7.000x + 5.000y \\ z = 7.000(14) + 5.000(44) \\ z = 98.000 + 220.000 \\ z = 318.000 \end{array}$ <p>Hasil biaya maksimum, jika tempat parkir penuh adalah Rp. 318.000</p>
---	---

Gambar 2. Kesalahan Memahami Masalah Subjek 15 (S-15)

Dari Gambar 2 ditunjukkan bahwa S-15 melakukan kesalahan dengan tidak menulis informasi yang diketahui dan ditanyakan dari soal. Pada dasarnya, kesalahan yang dilakukan oleh kebanyakan siswa ialah menulis hal-hal yang mereka ketahui tetapi kurang tepat. Akan tetapi S-15 (subjek 15) hanya membuat pemisalan $x = \text{bus}$ dan $y = \text{mobil}$, dan langsung membuat kalimat matematis tanpa menyertakan apa yang diketahui serta ditanyakan dari soal. Selain itu S-3 juga salah dalam memodelkan soal seperti " $x + y = 58$ " seharusnya " $x + y \leq 58$ " kemudian " $6x + 24y \leq 600$ " akan tetapi S-15 menuliskan " $24x + 6y = 600$ ". Seharusnya S-3 mendeskripsikan terlebih dahulu apa yang diketahui dan ditanyakan dari soal seperti "diketahui misal banyaknya mobil = x , banyaknya bus = y kemudian tempat parkir ini mampu menampung bus dan mobil sebanyak 58 buah $\Rightarrow x + y \leq 58$ yang mana setiap mobil memerlukan tempat 6 m^2 dan bus 24 m^2 . Tempat parkir seluas $600 \text{ m}^2 \Rightarrow 6x + 24y \leq 600$, fungsi objektif = Biaya parkir tiap mobil Rp5.000,- dan bus Rp7.000,- $\Rightarrow 5000x + 7000y$ ".

Menurut hasil analisis jawaban siswa dari ketiga kategori serta hasil wawancara yang telah dilakukan terlihat bahwa kesalahan memahami masalah timbul dikarenakan siswa tidak

memahami apa saja yang diketahui dengan lengkap serta tidak bisa memahami apa saja yang ditanyakan dengan lengkap dan tidak menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dari soal. Keadaan ini sesuai dengan pendapat Chusnul, dkk. [27] dalam studi yang dilakukan, bahwa kesalahan yang terjadi diakibatkan oleh siswa yang tidak menuliskan informasi juga pertanyaan yang termuat dalam soal. Hal ini disebabkan siswa kurang memahami atau tidak memahami masalah dari soal, sehingga siswa tidak menulis informasi yang didapat secara lengkap. Muncarno [28] dalam studinya menjelaskan bahwa kesalahan pemahaman yang terjadi pada siswa dalam menyelesaikan soal cerita disebabkan oleh siswa yang kurang cermat dalam membaca dan memahami kalimat demi kalimat serta mengenai apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal.

Kesalahan Transformasi (*Transformation Errors*)

Sebanyak 14 siswa mengalami kesalahan ini saat mengerjakan soal dengan 3 siswa berkemampuan tinggi, 5 siswa berkemampuan sedang dan 7 siswa berkemampuan rendah yang mana jumlah persentasenya sebesar 56,67%. Keadaan ini menunjukkan bahwa persentase kesalahan masih relatif tinggi. Dalam hal ini, kesalahan yang dilakukan oleh siswa dengan kemampuan rendah yaitu salah dalam membuat model matematis dari informasi yang didapatkan, salah dalam menentukan rumus yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal dan tidak mengetahui operasi hitung yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal. Sedangkan untuk siswa dengan kemampuan sedang kesalahan yang dilakukan ialah salah dalam mengubah informasi yang diperoleh menjadi model matematika, salah dalam menentukan rumus. Untuk siswa dengan kemampuan tinggi kesalahan yang dilakukan ialah salah dalam mengubah informasi yang diperoleh menjadi model matematika. Kesalahan-kesalahan yang dialami siswa ini dapat mempengaruhi terjadinya kesalahan lain, seperti kesalahan keterampilan proses serta kesalahan penulisan jawaban akhir. Berikut dapat diamati contoh kesalahan yang dilakukan oleh subjek dengan kemampuan rendah (S-3) pada saat mengerjakan soal nomor 2.

<p>Tempat parkir seluas 600 m² hanya mampu menampung bus dan mobil sebanyak 58 buah. Tiap mobil memerlukan tempat 6 m² dan bus 24 m². Biaya parkir tiap mobil Rp5.000,- dan bus Rp7.000,-. Jika semua tempat parkir penuh, maka hasil biaya parkir yang paling banyak adalah. . .</p>	
--	--

Gambar 3. Kesalahan Transformasi Subjek 3 (S-3)

Gambar 3 di atas menunjukkan kesalahan transformasi yang dilakukan S-3, ialah tidak dapat mengkonversikan permasalahan dalam soal menjadi model matematika. Subjek 3 juga tidak teliti dalam mengoperasikan penjumlahan, pengurangan maupun perkalian saat menyelesaikan soal. Dari gambar yang disajikan, model matematika $x + y \geq 58$ dan $6x + 24y \geq 600$ yang ditulis S-3 salah, seharusnya model matematika yang ditulis adalah $x + y \leq 58$ dan $6x + 24y \leq 600$ (dilingkari merah pada Gambar 3). Selain itu, S-3 juga salah dalam menuliskan fungsi tujuan (dilingkari merah pada Gambar 3), sehingga operasi yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah juga salah.

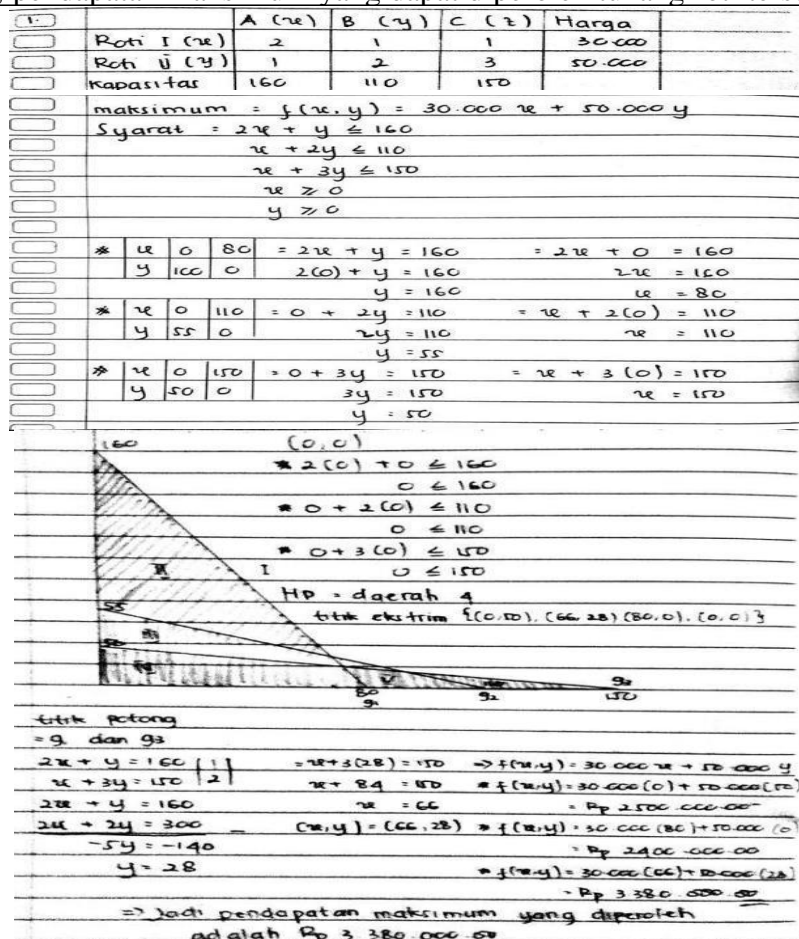
Menurut hasil analisis jawaban siswa serta hasil wawancara yang telah dilakukan terlihat bahwa hal-hal penyebab siswa melakukan kesalahan transformasi antara lain tidak dapat membentuk model matematika, tidak dapat menentukan rumus dan tidak dapat menyelesaikan soal menggunakan langkah penyelesaian yang tepat. Kesalahan transformasi ini sejalan dengan

pandangan Mahmudah & Sutarni [29] bahwa kesalahan transformasi umumnya timbul dikarenakan siswa salah saat mengubah susunan kalimat dalam soal menjadi model matematika, sehingga siswa salah dalam mengembangkan/menemukan langkah-langkah penyelesaian masalah dalam soal. Suhita [30] juga mengatakan bahwa dalam menyelesaikan soal cerita siswa banyak mengalami kesalahan pada pemodelan dan penafsiran terhadap soal yang diberikan dan salah satu faktor penyebabnya yaitu karena siswa tidak memahami isi dan siswa kurang menguasai konsep dari soal.

Kesalahan Keterampilan Proses (*Process Skill Errors*)

1. Sebanyak 9 siswa mengalami kesalahan ini dengan 2 siswa berkemampuan tinggi, 3 berkemampuan sedang dan 4 siswa berkemampuan rendah dimana persentasenya sebesar 33,33%. Keadaan ini dapat digolongkan ke dalam persentase kesalahan sedang. *Process skills errors* diakibatkan oleh *omitted data* dan *skills hierarchy problem* dengan berbagai macam kesalahan siswa diantaranya kesalahan saat melakukan operasi hitung, tidak melakukan operasi untuk mencari solusi maupun tidak menuntaskan penyelesaian masalah [18]. Dalam hal ini kesalahan yang dilakukan oleh siswa dengan kemampuan tinggi dan sedang diantaranya yaitu, kesalahan sewaktu menggunakan kaidah atau aturan matematika dengan benar, tidak mampu melanjutkan langkah-langkah untuk menyelesaikan soal serta kesalahan dalam perhitungan. Sedangkan siswa dengan kemampuan rendah kesalahan yang dilakukan ialah salah dalam menggunakan kaidah atau aturan matematika dengan benar serta tidak mengetahui langkah-langkah yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal dan tidak mampu melakukan prosedur atau langkah-langkah yang digunakan dengan tepat. Gambar 4 di bawah ini menunjukkan bahwa S-9 (subjek dengan kemampuan sedang) melakukan kesalahan saat menyelesaikan soal nomor

Seorang tukang roti mempunyai bahan A,B dan C masing-masing sebanyak 160 kg, 110 kg dan 150 kg. Roti I memerlukan 2 kg bahan A, 1 kg bahan B dan 1 Kg bahan C Roti II memerlukan 1 kg bahan A, 2 kg bahan B dan 3 Kg bahan C Sebuah roti I dijual dengan harga Rp.30.000 dan sebuah roti II dijual dengan harga Rp.50.000, pendapatan maksimum yang dapat diperoleh tukang roti tersebut adalah. .



1.

Gambar 4. Kesalahan Keterampilan Proses Subjek 9 (S-9)

Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa S-9 salah saat menemukan titik potong. Sebenarnya S-9 dapat menentukan koordinat titik sudut daerah hasil dari masalah yang diberikan, akan tetapi cara S-9 menggambar daerah hasil salah yaitu koordinat titik-titik yang telah ditemukan tidak cantumkan dengan tepat. Jadi meskipun S-9 melanjutkan langkah-langkah untuk menyelesaikan masalah dengan benar, namun hasil akhirnya tidak sesuai dengan hasil yang sebenarnya.

Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa serta hasil wawancara yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa siswa mengetahui langkah-langkah yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal tetapi salah dalam pengoperasiannya, serta kesalahan prosedural seperti salah menuliskan fungsi tujuan yang ingin didapatkan sehingga salah saat melakukan perhitungan, dan lain sebagainya. Hasil analisis ini sepemikiran dengan Jha [31] yang menjelaskan bahwa dalam kesalahan keterampilan proses, siswa mampu menentukan langkah yang akan digunakan, akan tetapi tidak bisa menyelesaikan langkah-langkah tersebut sampai tuntas.

Kesalahan Penulisan Jawaban Akhir (*Ecoding Errors*)

Sebanyak 13 siswa mengalami kesalahan ini yang mana kesalahan ini dilakukan oleh 4 siswa dengan kemampuan tinggi, 4 siswa kemampuan sedang dan 5 siswa kemampuan rendah

dimana persentase kesalahannya sebesar 66,67%. Persentase kesalahan ini terbilang tinggi dikarenakan siswa dengan kemampuan rendah tidak menuliskan jawaban akhir, tidak dapat menampilkan jawaban akhir dengan benar, dan tidak dapat menuliskan jawaban akhir berdasarkan perhitungan yang dilakukan sedangkan siswa dengan kemampuan tinggi dan sedang kebanyakan tidak menuliskan kesimpulan berdasarkan penyelesaian yang diperoleh. Menurut Singh, dkk. [24] dalam menentukan jawaban akhir meskipun siswa sudah mampu mengerjakan permasalahan matematika dengan benar, tetapi penulisan jawaban akhir bisa saja terjadi akibat kecerobohan yang dilakukan. Gambar 5 di bawah ini menunjukkan bahwa saat mengerjakan soal nomor 2 S-12 melakukan kesalahan.

<p>Tempat parkir seluas 600 m^2 hanya mampu menampung bus dan mobil sebanyak 58 buah. Tiap mobil memerlukan tempat 6 m^2 dan bus 24 m^2. Biaya parkir tiap mobil Rp5.000,- dan bus Rp7.000,-. Jika semua tempat parkir penuh, maka hasil biaya parkir yang paling banyak adalah. . .</p>	<p>Tempat parkir seluas 600 m^2 hanya mampu menampung bus dan mobil sebanyak 58 buah. Tiap mobil memerlukan tempat 6 m^2 dan bus 24 m^2. Biaya parkir tiap mobil Rp. 5.000,- dan bus Rp 7.000,-. Jika tempat parkir penuh, hasil dari biaya parkir paling banyak adalah...</p> <p>Ket: bus = x, mobil = y, dananya = z</p> $\begin{aligned} x + y &= 58 \quad (\times 6) & x + y &= 58 \\ 6x + 6y &= 348 & 1x + y &= 58 \\ \underline{24x + 6y} &= \underline{600} & & & y &= 44 \text{ (mobil)} \\ -18x &= -252 & & & & \\ x &= 14 \text{ (bus)} & & & & \end{aligned}$ <p>$z = 7000x + 5000y$ $z = 7000(14) + 5000(44)$ $z = 98.000 + 220.000$ $z = \text{Rp. } 318.000$</p>
---	---

Gambar 5. Kesalahan Jawaban Akhir Subjek 12 (S-12)

Terlihat dari gambar di atas bahwa S-12 melakukan kesalahan penulisan jawaban akhir. Pada gambar diatas hasil akhir yang diperoleh S-12 sebenarnya sudah benar yaitu hasil biaya parkir maksimal sebesar Rp 318.000, akan tetapi S-12 tidak menuliskan jawaban akhir yang diminta soal dengan benar yaitu tidak menuliskan kesimpulan yang serupa dengan jawaban akhir. Kesimpulan yang diminta dari penyelesaian soal tersebut ialah “Jadi, hasil biaya parkir paling banyak adalah Rp 318.000”.

Dari hasil analisis jawaban siswa serta wawancara yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa bentuk kesalahan pada saat siswa menyusun jawaban akhir adalah tidak dapat menunjukkan hasil penyelesaian soal, tidak dapat menampilkan jawaban akhir yang diminta pada soal, dan tidak dapat menuliskan kesimpulan berdasarkan jawaban akhir. Sangat disayangkan jika penulisan jawaban akhir yang ditunjukkan salah, karena siswa telah berhasil menggapai tahap pengolahan data tetapi gagal dalam menuliskan penyelesaian akhir. Kesalahan ini terjadi karena siswa kurang memahami masalah yang terkait [32]. Zakaria juga mengemukakan bahwa kesalahan pada tahap penulisan jawaban akhir disebabkan oleh faktor kecerobohan dalam menyelesaikan soal cerita.

KESIMPULAN DAN SARAN

Mengacu pada hasil analisis data yang telah dilakukan, masih didapati beberapa bentuk kesalahan yang dilakukan siswa pada saat menyelesaikan soal cerita khususnya materi program linear sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa 26,67 % siswa mengalami kesalahan membaca yang ditandai dengan siswa tidak menafsirkan kalimat dengan benar, tidak menemukan poin utama dalam soal, dan tidak mencermati informasi serta simbol matematika dalam soal dengan cermat. 86,67% siswa mengalami kesalahan memahami masalah, kesalahan ini ditandai dengan siswa tidak menjelaskan/menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan dari soal atau menulis apa yang diketahui dan ditanyakan tetapi kurang sesuai. 56,67% siswa mengalami kesalahan transformasi, kesalahan ini ditandai dengan siswa yang tidak dapat membentuk model

matematika, tidak dapat menentukan rumus dan tidak dapat menyelesaikan soal menggunakan langkah penyelesaian yang tepat. 33,33% siswa mengalami kesalahan keterampilan proses, kesalahan ini ditandai dengan siswa mengetahui langkah- langkah yang akan digunakan untuk menyelesaikan soal tetapi salah dalam pengoperasiannya, serta kesalahan prosedural seperti salah saat menuliskan fungsi tujuan yang ingin dicapai sehingga salah dalam melakukan perhitungan atau tidak menyelesaikan operasi hitungnya. Dan 66,67% siswa melakukan kesalahan penulisan jawaban akhir, kesalahan ini ditandai dengan siswa tidak dapat menunjukkan hasil penyelesaian soal, tidak dapat menampilkan jawaban akhir yang diminta pada soal, dan tidak dapat menuliskan jawaban akhir berdasarkan kesimpulan. Dari data yang diperoleh kesalahan memahami masalah merupakan bentuk kesalahan yang sering dilakukan siswa, sehingga mengakibatkan kesalahan siswa dalam menulis kesimpulan.

Berdasarkan pemaparan kesalahan diatas maka informasi ini bisa dijadikan referensi guru ketika mengembangkan media pembelajaran yang akan digunakan pada proses pembelajaran sehingga dapat menekan terjadinya kesalahan serupa. Adapun saran yang bisa diterapkan untuk mengurangi adanya kesalahan ini ialah menggunakan terapi belajar (*Learning Therapy*). Menurut Junaedi, dkk. [33] salah satu upaya meminimalkan terjadinya kesalahan tersebut adalah dengan memberikan terapi belajar (*Learning Therapy*). Terapi belajar (*Learning Therapy*) ini dilakukan dengan menyampaikan berbagai macam penyelesaian masalah matematika seperti berikut. (1) Mendalami materi prasyarat untuk memecahkan masalah, (2) Belajar menginterpretasikan masalah dengan mencantumkan atau menulis informasi yang diketahui dan ditanyakan dengan benar, (3) Belajar menulis rumus atau strategi penyelesaian masalah dengan jelas dan benar sehingga pekerjaannya yang dihasilkan menjadi terstruktur, (4) Memecahkan masalah dengan cermat, detail dan menyeluruh sesuai dengan rumus dan strategi yang dipilih, (5) Membiasakan siswa untuk memeriksa ulang pekerjaan mereka. Sedangkan menurut Suyitno [34], pentingnya memberikan *Learning Therapy* pada siswa yaitu untuk memudahkan siswa dalam mengemukakan pendapat atau solusi secara akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Priyanto, A., Suharto, & Trapsilasiwi, D. 2015. Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pokok Bahasan Teorema Pythagoras Berdasarkan Kategori Kesalahan Newman di Kelas VIII A SMP Negeri 10 Jember. *Artikel Ilmiah Mahasiswa*1(1), 1-5.
- [2] Seifi, M., Haghverdi, M., & Azizmohamadi, F. 2012. Recognition of Students' Difficulties in Solving Mathematical Word Problems From the Viewpoint of Teachers Contextual and Conceptual Rewording View Project. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(3), 2923–2928.
- [3] Susanti. 2017. Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Program Linier Berdasarkan Tahapan Newman. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*2 (6),7176.
- [4] Satoto, S., Sutarto, H., & Pujiastuti, E. 2013. Analisis Kesalahan Hasil Belajar Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Dengan Prosedur Newman. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.15294/ujme.v1i2.1757>
- [5] Angateeah, K. S. 2017. An Investigation Of Student's Difficulties In Solving Non-routine World Problem At Lower Secondary. *International Journal of Learning And Teaching*, 3(1), 46-50. <https://doi.org/10.18178/ijlt.3.146-50>
- [6] Yunarni, A., Awi, & Asdar. 2015. Profil Pemahaman Notasi Aljabar Ditinjau dari Kemampuan Verbal Siswa di Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Daya Matematis* 3 (1), 1-9.
- [7] Budiyo, B. 2008. *Kesalahan Mengerjakan Soal Cerita Dalam Pembelajaran Matematika*. Paedagogia : Jurnal Penelitian Pendidikan, 11(1), 1-8.

- <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v11i1.35977>
- [8] Young, R dan O'Shea, T. 1981. Errors in Children's Subtraction. *Cognitive Science*, 5(2): 152-177
- [9] Wijaya, A. A., & Masriyah. 2013. Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *MATHEdunesa Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(1).
- [10] Sandhu, D. 2013. *Does anyone have any information on the differences between misconceptions and errors in mathematics*. Research Gate., (Online), (http://www.researchgate.net/post/Does_anyone_have_any_information_on_the_differences_between_misconceptions_and_errors_in_mathematics), diakses 9 Agustus 2021.
- [11] Mazlan, dkk. 2020. Analisis Kesalahan Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar. *Jurnal Kajian Teori dan Praktik Kependidikan*. Vol.V. No. 1.
- [12] Humaerah, S.R. 2017. *Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Geometri dengan Prosedur Newman Kelas VII MTs Muhammadiyah Tanetea Kabupaten Jeneponto*. Skripsi Dipublikasikan Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.
- [13] Fitriatien, S. R. 2019. Analisis kesalahan dalam menyelesaikan soal cerita matematika berdasarkan Newman. *JIPMat: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 4(1). 53–64. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v4i1.3550>
- [14] Hadi, S., Retnawati, H., Munadi, S., Apino, E., & Wulandari, N. F. (2018). The difficulties of high school students in solving higher-order thinking skills problems. *Problems of Education in the 21st Century*, 76(4), 520–532. <https://dx.doi.org/10.33225/pec/18.76.520>
- [15] Satoto, S. 2012. *Analisis kesalahan hasil belajar siswa kelas X SMA Negeri 1 Kendal dalam menyelesaikan soal materi jarak pada bangun ruang* [Undergraduate thesis, Universitas Negeri Semarang]. <http://lib.unnes.ac.id/id/eprint/18693>
- [16] Nurussafa'at, F. A., Sujadi, I., & Riyadi, R. (2016). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita pada materi volume prisma dengan Fong's schematic model for error analysis ditinjau dari gaya kognitif siswa. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, 4(2), 174–187.
- [17] Jamal, F. 2018. Analisis kesalahan dalam menyelesaikan soal cerita pertidaksamaan kuadrat berdasarkan prose-dur Newman. *Maju: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 5(2), 41–51.
- [18] Sangadah, M. 2016. Analisis Kesalahan Siswa SMP Menyelesaikan Soal Matematika Pokok Bahasan Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Ekuivalen*, 20(1), 12–18. <https://doi.org/10.37729/ekuivalen.v20i1.2865>
- [19] Darmawan, I., Kharismawati, A., Hendriana, H., & Purwasih, R. 2018. Analisis kesalahan siswa SMP berdasarkan Newman dalam menyelesaikan soal kemampuan berpikir kritis matematis pada materi bangun ruang sisi datar. *Juring: Journal for Research in Mathematics Learning*, 1(1), 71–78.
- [20] Praktikpong, N. & Nakamura, S. 2006. Analysis of Mathematics Performance of Grade Five Students in Thailand Using Newman Procedure. *Journal of International Cooperation in Education* 9 (1), 111-122.
- [21] Rahmawati, D., & Permata, L. D. (2018). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita program linear dengan prosedur Newman. *Jurnal Elektronik Pembelajaran Matematika*, 5(2), 173–185.
- [22] Newman, A. 1983. *Newman language of mathematics kit: Strategies for diagnosis and remediation*. Pearson Education Australia.

- [23] Rindyana, Bunga Suci Bintara, Tjang Daniel Chandra. 2012. Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Berdasarkan Analisis Newman (Studi Kasus MAN Malang 2 Batu). *Artikel Ilmiah Universitas Negeri Malang*.
- [24] Singh, P., Rahman, A.A. & Hoon, T.S. 2010. The Newman Procedure for Analyzing Primary Four Pupils Errors on Written Mathematical Tasks: A Malaysian Perspective. *International Conference on Mathematics Education Research* 264-271.
- [25] Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. -E. 2008. The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409–426. <https://doi.org/10.1080/01443410701708228>
- [26] Hartini. 2007. *Analisis kesalahan siswa menyelesaikan soal cerita pada kompetensi dasar menemukan sifat dan menghitung besar-besaran segi empat siswa kelas VII semester II tahun pelajaran 2006/2007*. Tesis. Surakarta: Pendidikan Matematika UNS.
- [27] Chusnul, Rr.C., Mardiyana, & Retno, D.S. 2017. Errors Analysis of Problem Solving Using The Newman Stage After Applying Cooperative Learning of TTW Type. *International Conference and Workshop on Mathematical Analysis and its Applications*, AIP Conf. Proc. 1913, 020028-1–020028-7.
- [28] Muncarno. 2008. Penerapan Model penyelesaian Soal Cerita dengan Langkah- Langkah Pemecahan Masalah untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Matematika Siswa Kelas 1 SMP. *Jurnal Nuansa Pendidikan*. Vol.VI. No.1.
- [29] Mahmudah, I. D., & Sutarni, S. 2017. Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Program Linier Bentuk Cerita Berbasis Newman di MAN Salatiga. *Prosiding SEMPOA 3 (Seminar Nasional, Pameran Alat Peraga, dan Olimpiade Matematika)*, Universitas Muhammadiyah Surakarta (pp. 1–8).
- [30] Suhita, Rintis. 2013. Analisis Kesalahan dalam Menyelesaikan Soal Cerita dalam Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika STKIP PGRI Sidoarjo*. Vol. 1. No. 2. Hal. 45.
- [31] Jha, K.S. 2012. Mathematics Performance Of primary School Students In Assam (India) : An Analysis Using Newman Procedure. *International Journal of Computer Application in Engineering Sciences* 2 (1), 17-21.
- [32] Santoso, D. A., Farid, A., & Ulum, B. 2017. Error Analysis of Students Working About Word Problem of Linear Program With NEA Procedure. *Journal of Physics: Conference Series*, 855(1), 012043.
- [33] Junaedi, I.,Suyitno, A., Sugiharti, E. & Eng, C.K. 2015.Disclosure Causes of Students Error in Resolving Discrete Mathematics Problems Based on NEA as A Means of Enhancing Creativity. *International Journal of Education* 7 (4), 31-42.
- [34] Suyitno, A. 2015. Learning Therapy for Students in Mathematics Communication Correctly Based On Application of Newman Procedure (A Case of Indonesia Student). *International Journal of Education and Research* 3 (1), 529-538.

KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS DALAM MENYELESAIKAN SOAL OPERASI BENTUK ALJABAR DITINJAU DARI GAYA BELAJAR SISWA KELAS VII-F SMPN 1 SUMBERGEMPOL TULUNGAGUNG

Rista Risqi Khoiriyah¹, Muniri Muniri²

¹ Universitas Negeri Malang, ² UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung
rista.risqi.2103118@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh fenomena tentang perbedaan gaya belajar dapat mempengaruhi kemampuan penalaran siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kemampuan penalaran matematis siswa kelas VII-F SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung dalam menyelesaikan soal operasi bentuk aljabar berdasarkan gaya belajar, yakni visual, auditori, dan kinestetik. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan desain penelitian deskriptif. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah tes dan wawancara. Teknik analisis datanya adalah reduksi data, paparan data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar visual sangat baik karena memenuhi empat indikator, kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar auditori baik karena memenuhi tiga indikator, dan kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar kinestetik baik, karena memenuhi tiga indikator penalaran.

Kata kunci: Kemampuan Panalaran Matematis, Operasi Bentuk Aljabar, Gaya Belajar.

PENDAHULUAN

Penalaran (*reasoning*) merupakan pondasi dari matematika. Hal ini didukung pendapat Ross yang menyatakan bahwa salah satu tujuan terpenting dari pembelajaran matematika adalah mengajarkan penalaran logis (*logical reasoning*) kepada siswa. Bila kemampuan bernalar tidak dikembangkan pada siswa, maka menurutnya matematika hanya menjadi materi yang mengikuti serangkaian prosedur dan meniru contoh-contoh, tanpa mengetahui maknanya.

Kemampuan penalaran sangat berperan penting untuk memahami matematika. Hal ini sejalan dengan pendapat Turmudi yang menyatakan bahwa penalaran dan pembuktian merupakan aspek fundamental dalam matematika. Lebih lanjut, Sumarmo menyatakan bahwa kemampuan penalaran matematis sangat penting dalam pemahaman matematis, mengeksplor ide, memperkirakan solusi, dan menerapkan ekspresi matematis dalam konteks matematis yang relevan, serta memahami bahwa matematika itu bermakna [1]. Penalaran matematis adalah berpikir mengenai permasalahan-permasalahan matematika secara logis untuk memperoleh penyelesaian. Penalaran matematis juga mensyaratkan kemampuan untuk memilah hal yang penting dan tidak penting dalam menyelesaikan sebuah permasalahan dan menjelaskan atau memberikan alasan atas sebuah penyelesaian (Wulandari, 2011 dalam Santoso, 2015)

Menurut Peraturan Dirjen Dikdasmen Depdiknas, indikator kemampuan penalaran meliputi: (1) mengajukan dugaan, (2) melakukan manipulasi matematika, (3) menarik kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran solusi, (4) menarik kesimpulan dari pernyataan, (5) memeriksa kesahihan suatu argument, (6) menemukan pola atau sifat dari gejala matematis untuk membuat generalisasi [2] Penelitian ini menggunakan empat indikator penalaran matematis dan penerapannya sebagai berikut:

Tabel 1. Penerapan Indikator Penalaran Matematika

Indikator Penalaran Matematis	Penerapan
Melakukan manipulasi matematika	Menggunakan strategi matematika dalam menyelesaikan soal
Memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran solusi	Menunjukkan hubungan setiap langkah penyelesaian soal
Menarik kesimpulan dari pernyataan	Menyimpulkan jawaban akhir
Memeriksa kesahihan suatu argumen	Memeriksa kembali langkah-langkah penyelesaian soal

Gaya belajar adalah sebuah pendekatan yang menjelaskan mengenai bagaimana individu belajar atau cara yang ditempuh oleh masing-masing orang untuk berkonsentrasi pada proses, dan menguasai informasi yang sulit dan baru melalui persepsi yang berbeda. Menurut James dan Gardner gaya belajar adalah cara yang kompleks dimana para siswa menganggap dan merasa paling efektif dan efisien dalam memproses, menyimpan dan memanggil kembali apa yang telah mereka pelajari.

Artikel ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar visual, auditori, dan kinestetik dalam menyelesaikan soal operasi bentuk aljabar di kelas VII-F SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung.

METODE

Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif. Denzin dan Lincoln menyatakan bahwa penelitian kualitatif adalah penelitian yang menggunakan latar alamiah, dengan tujuan menafsirkan peristiwa yang terjadi dan dilakukan dengan melibatkan bermacam-macam metode yang ada [3].

Desain Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan objek atau subjek yang diteliti sesuai dengan adanya, dengan tujuan menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek yang diteliti secara tepat [4].

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Rabu-Sabtu, 10-13 April 2019. Penelitian ini bertempat di SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung, Jl. Raya Sumbergempol No. 30 Sumberdadi, Kecamatan Sumbergempol, Kabupaten Tulungagung.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini diperoleh secara *purposive*, yakni dipilih dengan tujuan atau pertimbangan tertentu [5]. Subjeknya adalah enam siswa dari kelas VII-F SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung sebagai berikut:

Tabel 2. Pengodean Subjek

Gaya Belajar	Nama Siswa	Kode
Visual	DFH	SBV1
	RDA	SBV2
Auditori	ATS	SBA1
	RSP	SBA2
Kinestetik	MAG	SBK1
	NSK	SBK2

Sumber Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil pengerjaan tes kemampuan penalaran pada materi operasi bentuk aljabar, dan transkrip dari hasil wawancara. Instrumen utama dalam penelitian kualitatif adalah peneliti itu sendiri. Instrumen pendukungnya yaitu angket gaya belajar, soal tes kemampuan penalaran matematis dan pedoman wawancara. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah tes dan wawancara. Tes yang digunakan berupa tes tulis dan berbentuk *essay* (uraian).

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini, sesuai dengan Miles dan Huberman, yaitu data *reduction*, *data display*, dan *conclusion drawing* [6]. Reduksi data akan fokus pada kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar visual, audio, dan kinestetik. Data akan disajikan dalam bentuk teks deskriptif. Penarikan kesimpulan dilakukan dengan mengkategorikan kemampuan penalaran matematis siswa sebagai berikut.

Tabel 3. Kategori Penalaran Matematis

Kategori	Banyak Indikator Terpenuhi
sangat baik	4
Baik	3
Sedang	2
kurang baik	1
Buruk	0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tes dan wawancara terhadap siswa bergaya belajar visual, auditori, dan kinestetik, maka didapatkan hasil dan pembahasan sebagai berikut:

A. Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Bergaya Belajar Visual

1. Melakukan Manipulasi Matematika

Subjek bergaya belajar visual cenderung melakukan manipulasi matematika dengan menggunakan metode substitusi di langkah awalnya. Kedua subjek visual sama-sama menggunakan substitusi. Hal ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

$$\begin{array}{l} p = (1x - 6) \text{ m} \\ = (1 \cdot 30) - 6 \text{ m} \\ = 120 - 6 \text{ m} \\ = 114 \text{ m} \end{array} \quad \begin{array}{l} l = (2x + 12) \text{ m} \\ = (2 \cdot 30) + 12 \text{ m} \\ = 60 + 12 \text{ m} \\ = 72 \text{ m} \end{array}$$

Gambar 1. Substitusi oleh Subjek Visual

Subjek mengatakan “*Karena nilai x sudah diketahui, tinggal substitusi x ke persamaan panjang dan lebar*”. Setelah menggunakan metode substitusi, subjek bergaya belajar visual melanjutkan dengan operasi hitung tertentu, yakni luas persegi panjang.

$$\begin{array}{l} L = p \times l \\ = 114 \text{ m} \times 72 \text{ m} \\ = 8.208 \text{ m}^2 \end{array}$$

Gambar 2. Operasi Hitung Tertentu setelah Substitusi oleh Subjek Visual

Penggunaan rumus luas persegi panjang dapat digunakan untuk menyelesaikan soal, karena yang ditanyakan adalah luas lahan yang tersisa. Hal ini membuktikan bahwa subjek visual pandai dalam merencanakan penyelesaian dari soal. Sejalan dengan pendapat yang mengungkapkan bahwa salah satu ciri-ciri individu yang bergaya belajar visual adalah perencana dan pengatur jangka panjang yang baik [7].

2. Memberikan Alasan atau Bukti terhadap Kebenaran Solusi

Subjek bergaya belajar visual memberikan alasan dengan logis terkait hubungan dari setiap langkah penyelesaiannya. Ketika ditanya tentang alasan mengurangi luas jalan dari luas lahan pada soal no. 1, SBV2 menjawab “*Karena yang dicari luas lahan yang tersisa setelah dibuat jalan.*” SBV1 memberikan alasan mengapa ia mencari luas lahan seluruhnya yakni “*Sepaham saya mencari luas lahan seluruhnya.*”, padahal yang ditanyakan adalah luas lahan yang tersisa. Dalam hal ini, SBV1 salah memahami maksud soal sehingga mengakibatkan strategi penyelesaiannya salah. Pada kasus ini, strategi penyelesaian salah karena subjek kurang baik dalam memahami maksud soal. Hal ini didukung oleh pendapat yang mengungkapkan tentang salah satu faktor yang mempengaruhi siswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal cerita adalah kurang baik dalam pemahaman memaknai soal dan membaca.

3. Menarik Kesimpulan dari Pernyataan

Subjek bergaya belajar visual cenderung menarik kesimpulan dari pernyataan dengan menggunakan penalaran deduktif yakni menarik kesimpulan berdasarkan pernyataan-pernyataan pada langkah-langkah penyelesaian. Subjek bergaya belajar visual mampu menyimpulkan jawaban akhir dari soal berdasarkan langkah-langkah penyelesaian yang sudah dilakukan. Subjek mengatakan “*luas lahan yang tersisa diperoleh 7.480 m^2* ”, di soal lain subjek mengatakan “*Panjang kawat yang dibutuhkan untuk membuat kerangka balok adalah 252 cm .*”. Dalam hal ini, subjek bergaya belajar visual memenuhi dalam menarik kesimpulan dari pernyataan. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu warindikator penalaran matematis adalah menarik kesimpulan dari pernyataan [2].

Subjek bergaya belajar visual tidak menuliskan kesimpulan dari langkah-langkah penyelesaiannya. Dari hasil wawancara, SBV2 tidak menuliskan kesimpulan dari kedua soal karena lupa. Hal ini dapat dilihat dari lembar jawaban subjek. Kasus ini menunjukkan bahwa subjek visual tidak teliti. Hal ini bertentangan dengan pendapat Bobbi Deporter yang menyatakan bahwa salah satu ciri-ciri individu yang bergaya belajar visual adalah teliti terhadap detail [7].

4. Memeriksa Kesahihan Suatu Argumen

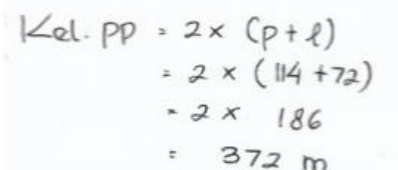
Subjek bergaya belajar visual cenderung memeriksa kesahihan suatu argumen dengan menghitung lagi jawaban yang sudah diperoleh. Setelah dihitung lagi, pada soal nomor satu dan dua, subjek memperoleh hasil akhir yang sama dengan hitungan awal. Subjek diminta menghitung ulang agar subjek meneliti jawabannya. Saat subjek diminta untuk menghitung ulang jawabannya, ia mengatakan “*Iya (sambil menghitung lagi).*” Setelah menghitung ulang jawabannya, subjek ditanya apakah hasilnya sama, dan ia menjawab “*Sama*”. Dalam hal ini, subjek bergaya belajar visual memenuhi dalam memeriksa kesahihan suatu argumen. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu indikator penalaran matematis adalah memeriksa kesahihan suatu argumen [2].

Ketika diminta menghitung lagi jawaban soal nomor satu, SBV2 menghitung lagi dengan cara lain. Cara lain yang dimaksud diketahui dari petikan wawancara “*(Mengerjakan). (114 - (2 × 2)) × (72 - (2 × 2)) = (114 - 4) × (72 - 4) = 110 × 68 = 7.480 m².*”. Cara lain ini menghasilkan jawaban yang sama dengan hitungan sebelumnya yakni 7.480 m². Dalam hal ini, SBV2 dapat memberikan lebih dari satu rencana penyelesaian atas soal no. 1 dan menyelesaikan rencana yang dipilih sampai memperoleh hasil akhir. Hal ini sesuai dengan pendapat yang mengungkapkan bahwa salah satu ciri-ciri individu yang bergaya belajar visual adalah perencana dan pengatur jangka panjang yang baik [7].

B. Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Bergaya Belajar Auditori

1. Melakukan Manipulasi Matematika

Subjek bergaya belajar auditori cenderung melakukan manipulasi matematika dengan menggunakan metode substitusi di langkah awalnya. Pada soal nomor satu, subjek mengatakan “*Panjang balok = 3x = 3 × 10 = 30 cm, lebarnya = (2x - 5) = (2 × 10) - 5 = 20 - 5 = 15 dan tingginya = (x + 8) = 10 + 8 = 18 cm.*”, sedangkan salah satu subjek pada soal lain mengatakan “*Diketahui x = 30 sehingga panjangnya = 4x - 6 menjadi (4 × 30) - 6 = 120 - 6 = 114 m. Kemudian, lebarnya = 2x + 12 menjadi (2 × 30) + 12 = 60 + 12 = 72 m.*” Setelah menggunakan metode substitusi pada soal nomor satu, subjek bergaya belajar auditori menggunakan strategi yang berbeda dari subjek-subjek lainnya (visual dan kinestetik), yakni dengan menggunakan rumus keliling persegi panjang, padahal yang ditanyakan dalam soal adalah mencari luas lahan yang tersisa dan penyelesaian soal tidak membutuhkan keliling persegi panjang.


$$\begin{aligned} \text{Kel. pp} &= 2 \times (p+l) \\ &= 2 \times (114+72) \\ &= 2 \times 186 \\ &= 372 \text{ m} \end{aligned}$$

Gambar 3. Operasi Hitung Tertentu setelah Substitusi oleh Subjek Auditori

Hal ini menunjukkan bahwa subjek bergaya belajar auditori mempunyai masalah dalam pekerjaan yang melibatkan visualisasi, karena soal nomor satu mengandung unsur visualisasi. Sejalan dengan pendapat yang mengungkapkan bahwa salah satu ciri-ciri individu bergaya auditori adalah mempunyai masalah dengan pekerjaan yang melibatkan visualisasi [7].

2. Memberikan Alasan atau Bukti terhadap Kebenaran Solusi

Subjek bergaya belajar auditori tidak mampu memberikan alasan dengan logis terkait hubungan dari setiap langkah penyelesaiannya. SBA2 tidak dapat memberikan alasan untuk soal no. 2 karena ia asal menggunakan strategi. Hal ini diketahui melalui pernyataannya ketika ditanya tentang alasan menggunakan rumus volume balok (SBA2 menyebut “luas balok”) yakni “*Karena yang saya tahu adalah rumus luas balok, jadi, saya gunakan rumus itu.*”. Dalam kasus ini, siswa belum bisa menghubungkan pengetahuan-pengetahuan yang dimiliki. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan siswa yang tidak mampu memberikan alasan atau bukti terhadap beberapa solusi berarti belum paham terhadap materi yang dipelajari, siswa belum mengetahui definisi atau rumus yang harus digunakan, siswa belum mampu menerapkan pengetahuan yang dimiliki, siswa belum mampu memecahkan konsep yang ada, serta belum bisa menghubungkan pengetahuan-pengetahuan yang dimiliki.

3. Menarik Kesimpulan dari Pernyataan

Subjek bergaya belajar auditori cenderung menarik kesimpulan dari pernyataan dengan menggunakan penalaran deduktif yakni menarik kesimpulan berdasarkan pernyataan-pernyataan pada langkah-langkah penyelesaian. Subjek bergaya belajar auditori menyimpulkan jawaban akhir dari soal berdasarkan langkah-langkah penyelesaian yang sudah dilakukan. Subjek mengatakan “*Sisa lahannya adalah 364 m.*”, dan pada soal lain, ia mengatakan “*Panjang kawat yang dibutuhkan untuk membuat kerangka balok adalah 252 cm.*” Dalam hal ini, subjek bergaya belajar auditori memenuhi menarik kesimpulan dari pernyataan. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu indikator penalaran matematis adalah menarik kesimpulan dari pernyataan [2].

Subjek bergaya belajar auditori tidak menuliskan kesimpulan dari soal. SBA1 tidak menuliskan kesimpulan dari soal no. 1. Ketika ditanya alasan SBA1 tidak menuliskan kesimpulan, mengatakan “*Lupa kak.*”. Ini berarti bahwa subjek mempunyai masalah dalam menulis. Sejalan dengan pendapat Bobbi Deporter yang mengungkapkan bahwa salah satu ciri-ciri individu bergaya belajar auditori adalah merasa kesulitan untuk menulis, tetapi hebat dalam bercerita [7].

4. Memeriksa Kesahihan Suatu Argumen

Subjek bergaya belajar auditori cenderung memeriksa kesahihan suatu argumen dengan menghitung lagi jawaban yang sudah diperoleh. Dalam memeriksa kesahihan argumen, peneliti menginstruksikan kedua subjek untuk menghitung kembali jawabannya agar keduanya meneliti jawabannya. Ketika diminta untuk menghitung ulang jawabannya, subjek mengatakan “*Iya kak, (menghitung lagi).*” Setelah menghitung ulang jawabannya, subjek ditanya apakah hasilnya sama, dan ia menjawab “*Tetap seperti yang tadi.*”. Dalam hal ini, subjek bergaya belajar auditori memenuhi dalam memeriksa kesahihan suatu argumen. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu indikator penalaran matematis adalah memeriksa kesahihan suatu

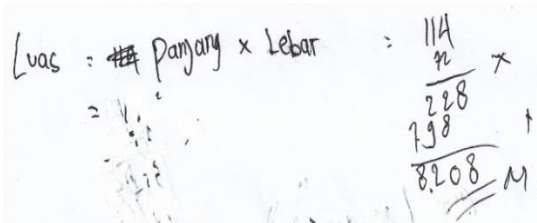
argument [2].

Ketika memeriksa kembali langkah-langkah penyelesaian soal no. 1, SBA2 tidak teliti dalam menghitung. Begitu pula dalam menyelesaikan soal no. 2. Ketika ditanya tentang apakah jawabannya sama dengan jawaban awalnya, ia mengatakan “*Tetap kak.*”. Pada soal yang lainnya, ia mengatakan “*Tetap 3.150 cm.*”. Ini menunjukkan bahwa subjek auditori bermasalah dalam menghitung karena tidak mengetahui kalau hitungannya salah. Dengan kata lain, subjek mempunyai masalah dengan pekerjaan-pekerjaan yang melibatkan visualisasi. Hal ini didukung oleh pendapat yang mengungkapkan bahwa salah satu ciri-ciri individu bergaya auditori adalah mempunyai masalah dengan pekerjaan-pekerjaan yang melibatkan visualisasi [7].

C. Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Bergaya Belajar Kinestetik

1. Melakukan Manipulasi Matematika

Subjek bergaya belajar kinestetik cenderung melakukan manipulasi matematika dengan menggunakan metode substitusi di langkah awalnya. Subjek mengatakan “*Panjang = $3 \times 10 = 30$ cm, lebar = $2 \times 10 - 5 = 15$, cm, dan tinggi = $10 + 8 = 18$ cm.....*”, dan pada soal lain subjek mengatakan “ *$x = 30$, jadi, panjangnya = $(4x - 6) = (4 \times 30) - 6 = 120 - 6$, dan diperoleh $p = 114$ m. Kemudian, lebarnya = $(x + 12) = (2 \times 30) + 12 = 60 + 12$ dan diperoleh $l = 72$ m.....*”. Setelah menggunakan metode substitusi, subjek bergaya belajar kinestetik melanjutkan dengan operasi hitung tertentu, yakni luas persegi panjang.


$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= \frac{114}{2} \times 72 \\ &= 798 \times 10 \\ &= 8208 \text{ M} \end{aligned}$$

Gambar 4. Operasi Hitung Tertentu setelah Substitusi oleh Subjek Kinestetik

Penggunaan rumus luas persegi panjang dapat digunakan untuk menyelesaikan soal, karena yang ditanyakan adalah luas lahan yang tersisa, walaupun jawaban akhir subjek salah. Hal ini menunjukkan bahwa subjek bergaya belajar kinestetik memiliki kemampuan manipulasi. Sejalan dengan pendapat Deporter yang mengungkapkan bahwa salah satu ciri-ciri individu bergaya kinestetik adalah belajar melalui manipulasi dan praktik [7].

2. Memberikan Alasan atau Bukti terhadap Kebenaran Solusi

Subjek bergaya belajar kinestetik tidak mampu memberikan alasan dengan logis terkait hubungan dari setiap langkah penyelesaiannya. SBK2 tidak dapat memberikan alasan untuk soal no. 1 karena ia asal menggunakan strategi. Hal ini diketahui melalui pernyataannya ketika ditanya tentang alasan mencari luas lahan yang tersisa dengan cara luas lahan dikurangi lebar jalan yakni “*Nggak tahu kak, ngawur cara saya tadi.*”. Ia mengatakan alasan mengerjakan dengan asal-asalan karena “*Bingung sama soalnya.*” subjek belum paham terhadap soal sehingga mengakibatkan strategi yang dilakukan salah. Hal ini didukung oleh pendapat yang mengungkapkan tentang salah satu faktor yang mempengaruhi siswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal cerita adalah kurang baik dalam pemahaman memaknai soal dan membaca [1].

3. Menarik Kesimpulan dari Pernyataan

Subjek bergaya belajar kinestetik cenderung menarik kesimpulan dari pernyataan dengan menggunakan penalaran deduktif yakni menarik kesimpulan berdasarkan pernyataan-pernyataan pada langkah-langkah penyelesaian. Subjek bergaya belajar kinestetik menyimpulkan jawaban akhir dari soal berdasarkan langkah-langkah penyelesaian yang sudah dilakukan. Subjek mengatakan “Luas lahan yang tersisa adalah 7.980 m.”, dan pada soal lain, ia mengatakan “*Panjang kawat yang dibutuhkan untuk membuat kerangka balok adalah 252 cm.*”. Dalam hal ini, subjek bergaya belajar kinestetik memenuhi dalam menarik kesimpulan dari pernyataan. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu indikator penalaran matematis adalah menarik kesimpulan dari pernyataan [2].

Subjek bergaya belajar kinestetik tidak menuliskan kesimpulan dari soal. Subjek tidak menuliskan kesimpulan. Ia mengatakan “*Supaya gak ribet kak.*”. Ini berarti bahwa subjek tidak suka bila duduk diam terlalu lama. Sejalan dengan pendapat Deporter dan Hernacki yang mengungkapkan bahwa salah satu ciri-ciri individu bergaya belajar kinestetik adalah tidak dapat duduk diam untuk waktu lama [7].

4. Memeriksa Kesahihan Suatu Argumen

Subjek bergaya belajar kinestetik cenderung memeriksa kesahihan suatu argumen dengan menghitung lagi jawaban yang sudah diperoleh. Dalam memeriksa kesahihan argumen, peneliti menginstruksikan kedua subjek untuk menghitung kembali jawabannya agar keduanya meneliti jawabannya. Ketika diinstruksikan untuk menghitung ulang jawabannya, subjek mengatakan “*Iya (menghitung ulang jawabannya).*” Setelah menghitung ulang jawabannya, subjek ditanya apakah hasilnya sama, dan ia menjawab “*Iya sama kak.*” Dalam hal ini, subjek bergaya belajar kinestetik memenuhi dalam memeriksa kesahihan suatu argumen. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa salah satu indikator penalaran matematis adalah memeriksa kesahihan suatu argumen [2].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar visual dalam menyelesaikan soal operasi bentuk aljabar di kelas VII-F SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung sangat baik, karena memenuhi empat indikator kemampuan penalaran matematis yakni (1) melakukan manipulasi matematika, (2) memberikan alasan atau bukti terhadap kebenaran solusi, (3) menarik kesimpulan dari pernyataan, (4) memeriksa kesahihan suatu argumen.
2. Kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar auditori dalam menyelesaikan soal operasi bentuk aljabar di kelas VII-F SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung baik, karena memenuhi tiga indikator kemampuan penalaran matematis yakni (1) melakukan manipulasi matematika, (2) menarik kesimpulan dari pernyataan, (3) memeriksa kesahihan suatu argumen.
3. Kemampuan penalaran matematis siswa bergaya belajar kinestetik dalam menyelesaikan soal operasi bentuk aljabar di kelas VII-F SMPN 1 Sumbergempol Tulungagung baik, karena memenuhi tiga indikator penalaran yakni (1) melakukan manipulasi matematika, (2) menarik kesimpulan dari pernyataan, (3) memeriksa kesahihan suatu argumen.



DAFTAR RUJUKAN

- [1] Widyaningrum, A. Z. 2016. *Analisis Kesulitan Siswa dalam Mengerjakan Soal Cerita Matematika Materi Aritmatika Sosial Ditinjau dari Gaya Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 5*. Journal IAIMNU Metro Lampung, 1 (2), 187,
- [2] Wardhani, S. 2008. *Analisis SI dan SKL Mata Pelajaran Matematika SMP/MTs untuk Optimalisasi Tujuan Mata Pelajaran Matematika*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Matematika.
- [3] Moleong, L. J. 2005. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2005.
- [4] Darmadi, H. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- [5] Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: CV Alfabeta.
- [6] Gunawan, I. 2013. *Metode Penelitian Kualitatif, Teori & Praktik*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [7] Deporter, B. Dan Hernacki, M. 2015. *Quantum Learning: Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan*. Bandung: Kaifa.



**PENGEMBANGAN LKPD PADA MATERI PERSAMAAN
KUADRAT DAN METODE PERMAINAN KELOMPOK UNTUK
MENINGKATKAN KEAKTIFANSISWA KELAS 9 SMP NEGERI 13
MALANG**

Priatinik
SMP Negeri 13 Malang
Email: priatinik75@gmail.com

Abstrak

Penulisan artikel ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD dan metode permainan kelompok untuk meningkatkan keaktifan siswa kelas 9 pada pembelajaran matematika dengan menggunakan metode permainan di SMP Negeri 13 Malang. Penelitian pengembangan dengan menggunakan model Plomp yang terdiri dari (1) *preliminary research* (penelitian awal), (2) *prototyping phase* (fase pengembangan), (3) *assessment phase* (fase penilaian). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan keaktifan siswa. Peningkatan keaktifan siswa dapat ditunjukkan dengan indikator-indikator yaitu; a) Kemauan siswa untuk berdiskusi meningkat dari 5,55 % menjadi 55,5 %, mulai sikap diam dan cuek menjadi mau berpendapat dan berkomunikasi dengan teman sekelompoknya b) Kemauan siswa melakukan presentasi meningkat 11,11 % menjadi 72,2 %, mulai dari yang malu-malu menjadi mau untuk presentasi c) Kemauan siswa dalam bertanya dan menjawab meningkat dari 0 % menjadi 66,66%, mulai dari siswa yang ragu dan pasif menjadi aktif. Dengan demikian penggunaan metode permainan kelompok pada pembelajaran matematika dapat meningkatkan keaktifan siswa kelas 9 SMP Negeri 13 Malang.

Kata Kunci: keaktifan, metode permainan kelompok, LKPD, persamaan kuadrat

PENDAHULUAN

Pada masa Covid-19 menjadi suatu kejadian luar biasa yang berefek sangat besar dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat dunia. Bidang pendidikan salah satunya yang sangat terdampak oleh pandemik ini. Sebagian sistem pembelajaran berubah, dunia pendidikan dipaksa lebih adaptif dalam menghadapi perubahan ini. Akibatnya terdapat hambatan sekaligus tantangan bagi pemerintah atau pihak terkait untuk tetap memberikan hak belajar bagi generasi bangsa. Salah satu perubahan dalam bidang pembelajaran karena adanya pandemik adalah Pembelajaran Tatap Muka (PTM) terbatas.

Pembelajaran Tatap Muka (PTM) terbatas dilaksanakan berdasarkan pada Surat Edaran (SE) Nomor 25 Wali kota Malang tentang pelaksanaan PTM terbatas yang dilaksanakan dengan pembatasan jam pembelajaran dan rombongan belajar 50%. Hal tersebut dilakukan dengan meminimalisir terjadinya kerumunan atau gerombolan dan penyebaran virus Covid-19.

SMP Negeri 13 Malang adalah salah satu Sekolah Menengah Pertama di Kota Malang yang menerapkan PTM Terbatas. Dengan adanya kegiatan PTM terbatas keaktifan siswa berkurang, mulai dari keaktifan diskusi kelompok, keaktifan presentasi, keaktifan komunikasi dengan teman bahkan dengan guru pun demikian. Hal demikian terjadi pada kegiatan belajar mengajar pada mata pelajaran matematika. Salah satu mata

pelajaran di sekolah menengah yang perlu ditingkatkan kualitasnya adalah mata pelajaran Matematika. Mata pelajaran Matematika merupakan salah satu mata pelajaran yang memegang peranan penting dan wajib diberikan kepada setiap sekolah dari jenjang pendidikan dasar sampai perguruan tinggi [1]. Selama ini proses pembelajaran Matematika kebanyakan masih menggunakan paradigma yang lama dimana guru memberikan pengetahuan kepada siswa yang pasif. Guru mengajar dengan metode ceramah dan mengharapkan siswa duduk, diam, dengar, catat dan hafal, sehingga Kegiatan Belajar Mengajar menjadi monoton dan kurang menarik perhatian siswa. Kondisi seperti itu tidak akan meningkatkan kemampuan siswa dalam memahami mata pelajaran Matematika.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keaktifan siswa adalah melalui permainan dan melibatkan siswa dalam membangun pengetahuan melalui aktivitas dalam LKPD. Hal ini sesuai dengan Nasution [2], yang menyatakan bahwa “Minat dapat ditingkatkan dengan menggunakan berbagai bentuk mengajar seperti kerja kelompok, permainan, demonstrasi dan sebagainya.” Hal ini menunjukkan permainan dapat meningkatkan keaktifan dan minat belajar siswa. Dengan menggunakan metode permainan siswa akan memiliki ketertarikan terhadap pelajaran yang diajarkan. Permainan adalah suatu kegiatan yang menggembirakan bagi siswa yang dapat menghilangkan suasana tegang sehingga akan menimbulkan minat terhadap materi pelajaran yang diajarkan. Metode permainan kelompok melibatkan peran aktif siswa dalam mengikuti pembelajaran, dengan menggunakan LKPD secara berkelompok sehingga dapat memicu siswa untuk berkeinginan dalam mengikuti proses pembelajaran yang dilakukan.

Memperhatikan permasalahan di atas, sudah selayaknya dalam pengajaran Matematika dilakukan suatu inovasi. Jika dalam pembelajaran yang terjadi sebagian besar dilakukan oleh masing-masing siswa, maka dalam penelitian ini akan diupayakan peningkatan keaktifan siswa melalui metode permainan dalam kelompok dengan menggunakan metode plomp. Penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp [3] yang terdiri dari 3 fase, yaitu : (1) *preliminary research* (penelitian awal), (2) *prototyping phase* (fase pengembangan), (3) *assessment phase* (fase penilaian). Peneliti memilih model Plomp dikarenakan model Plomp dipandang lebih *luwes* dan fleksibel. Pada setiap langkahnya memuat kegiatan pengembangan yang dapat disesuaikan karakteristik penelitiannya.

Diharapkan melalui penggunaan metode permainan dalam kelompok dan aktivitas dalam LKPD dapat meningkatkan keaktifan dan pengembangan LKPD yang memfasilitasi siswa untuk aktif dalam membangun pengetahuan siswa kelas 9 SMP Negeri 13 Malang dan aktivitas dalam LKPD pada mata pelajaran Matematika, serta semangat kebersamaan dan saling membantu dalam menguasai materi Matematika, sehingga siswa dapat meningkatkan pemahaman yang Optimal terhadap mata pelajaran Matematika pada masa Pandemi Covid-19. Oleh karena itu tujuan dalam penelitian ini adalah pengembangan LKPD dalam metode permainan kelompok sehingga siswa aktif dalam kegiatan pembelajaran.

KAJIAN PUSTAKA

1. Pengertian LKPD

- 1 LKPD didefinisikan sebagai suatu bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas

pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik dengan mengacu Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai [4]. Hal ini sesuai dengan definisi LKPD menurut Trianto Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus dicapai. Menurut Depdiknas [5], LKPD (student worksheet) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas dengan mengacu Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapainya. Berdasarkan definisi LKPD di atas, dapat disimpulkan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik dalam proses pembelajaran, berisi petunjuk atau langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas sesuai dengan Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian hasil belajar yang harus dicapai.

2. Manfaat LKPD Wulandari menyatakan bahwa peran LKPD sangat besar dalam proses pembelajaran karena dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam belajar dan penggunaannya dalam pembelajaran dapat membantu guru untuk mengarahkan peserta didiknya menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri. Disamping itu LKPD juga dapat mengembangkan ketrampilan proses, meningkatkan aktivitas peserta didik dan dapat mengoptimalkan hasil belajar. Manfaat secara umum antara lain (1) membantu guru dalam menyusun rencana pembelajaran, (2) mengaktifkan peserta didik dalam proses belajar mengajar, (3) membantu peserta didik memperoleh catatan tentang materi yang akan dipelajari melalui kegiatan belajar mengajar, (4) membantu peserta didik untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui 16 kegiatan belajar secara sistematis, (5) melatih peserta didik untuk menemukan dan mengembangkan keterampilan proses, (6) mengaktifkan peserta didik dalam mengembangkan konsep. Berdasarkan uraian pandangan mengenai manfaat LKPD tersebut, pada penelitian ini disintesis bahwa manfaat LKPD yang akan dibuat dan dikembangkan yaitu mengaktifkan peserta didik dalam proses belajar mengajar, membantu peserta didik untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis, dan mengaktifkan peserta didik dalam mengembangkan konsep.
3. Unsur Yunitasari mengemukakan bahwa, unsur yang ada dalam LKPD meliputi (1) judul, (2) petunjuk belajar, (3) indikator pembelajaran, (4) informasi pendukung, (5) langkah kerja, serta (6) penilaian. Sedangkan, menurut Widyantini (2013: 3), LKPD sebagai bahan ajar memiliki unsur yang meliputi (1) judul, (2) mata pelajaran, (3) semester, (4) tempat, (5) petunjuk belajar, (6) kompetensi yang akan dicapai, (7) indikator yang akan dicapai oleh peserta didik, (8) informasi pendukung, (9) alat dan bahan untuk menyelesaikan tugas, (10) langkah kerja, serta (11) penilaian. Berdasarkan uraian pandangan mengenai unsur dalam LKPD tersebut, pada penelitian ini disintesis bahwa LKPD yang 17 akan dibuat dan dikembangkan memuat unsur judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar, indikator, peta konsep, alat dan bahan, langkah kerja dan tugas, dan penilaian.
4. Bentuk LKPD
LKPD yang akan dikembangkan memiliki beberapa macam bentuk yang dapat

digunakan sebagai acuan sifat LKPD yang akan dikembangkan. Menurut Andi Prastowo [4] LKPD dikelompokkan menjadi lima macam bentuk, yaitu (1) LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep, (2) LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan, (3) LKPD sebagai penuntun belajar, (4) LKPD sebagai penguatan, dan (5) LKPD sebagai petunjuk praktikum. LKPD yang dikembangkan peneliti merupakan perpaduan dari LKPD sebagai petunjuk praktikum saat peserta didik melakukan percobaan, LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep serta LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan.

5. Syarat LKPD Keberadaan LKPD memberikan pengaruh yang cukup besar dalam proses pembelajaran sehingga penyusunan LKPD harus memenuhi berbagai persyaratan. Das Salirawati menyebutkan tiga syarat suatu LKPD dikatakan layak, yaitu syarat didaktis, syarat konstruksi, dan syarat teknis. Syarat didaktis berkaitan dengan terpenuhinya asas-asas pembelajaran efektif dalam suatu LKPD. Syarat konstruksi berkaitan dengan kebahasaan. Syarat teknis berkaitan dengan penulisan berdasarkan kaidah yang telah ditetapkan.

Hendro Darmodjo dan Jenny R.E.Kaligis [6] menyatakan bahwa suatu LKPD dikatakan layak jika memenuhi syarat sesuai Tabel.

Tabel 1. Syarat Didaktik, Konstruksi, dan Teknis

No	Syarat	Indikator
1.	Didaktik	1. Mengajak peserta didik aktif dalam proses pembelajaran.
		2. Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep.
		3. Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik.
		4. Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri anak.
		5. Pengalaman belajar ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi.
2.	Konstruksi	1. Menggunakan Bahasa yang sesuai.
		2. Menggunakan struktur kalimat yang jelas.
		3. Kegiatan dalam LKPD jelas.
		4. Menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka.
		5. Tidak mengacu pada buku sumber diluar kemampuan peserta didik.
		6. Menyediakan ruang yang cukup pada LKPD sehingga peserta didik dapat menulis atau menggambarkan sesuatu pada LKPD.
		7. Menggunakan kalimat sederhana dan pendek.
		8. Menggunakan lebih banyak ilustrasi daripada kalimat.
		9. Memiliki tujuan belajar yang jelas serta bermanfaat.
		10. Memiliki identitas untuk memudahkan administrasinya.

Menurut Badan Standar Nasional [7] terdapat beberapa aspek yang harus ada



dalam pengembangan LKPD yang meliputi: aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek penyajian, dan aspek kegrafisan. Indikator kelayakan pengembangan LKPD disajikan dalam Tabel 2.

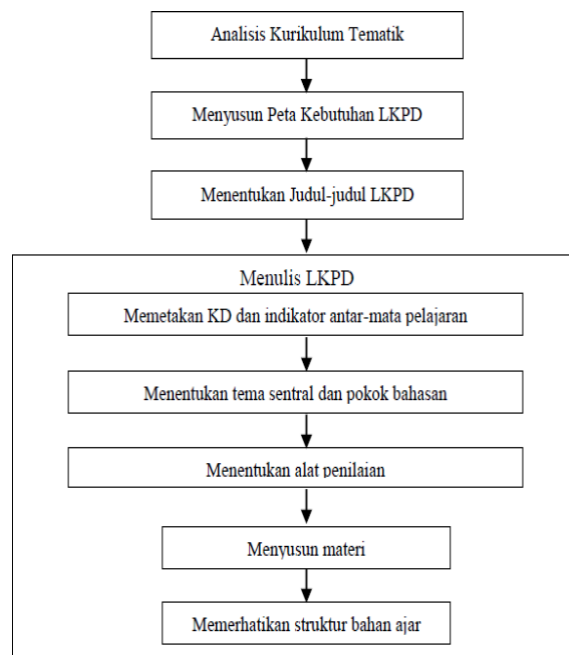
Aspek	Indikator
Kelayakan isi	Materi yang disajikan sudah sesuai dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar
	Setiap kegiatan yang disajikan mempunyai tujuan pembelajaran yang jelas
	Keakuratan fakta dalam penyajian materi
	Kebenaran konsep dalam penyajian materi
	Keakuratan teori dalam penyajian materi
	Keakuratan prosedur/metode dalam penyajian materi
	Keberadaan unsur yang mampu menanamkan nilai
Kebahasaan	Keinteraktifan komunikasi
	Ketepatan struktur kalimat
	Keterbakuan istilah yang digunakan
	Ketepatan tata bahasa sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
	Ketepatan ejaan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia
	Konsistensi penulisan nama ilmiah/asing
Penyajian	Kesesuaian teknik penyajian materi dengan sintaks model pembelajaran
	Keruntutan konsep
	Penyertaan rujukan/sumber acuan dalam penyajian teks, tabel, gambar, dan lampiran
	Kelengkapan identitas tabel, gambar, dan lampiran
	Ketepatan penomoran dan penamaan tabel, gambar, dan lampiran
Aspek	Indikator
Kegrafikan	Tipografi huruf yang digunakan memudahkan pemahaman, membaca, dan menarik
	Desain penampilan, warna, pusat pandang, komposisi, dan ukuran unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi
	Ilustrasi mampu memperjelas dan mempermudah pemahaman

Berdasarkan syarat kelayakan LKPD di atas, pada penelitian ini syarat kelayakan LKPD meliputi aspek didaktik atau kelayakan isi/materi, aspek konstruksi, dan aspek teknis sesuai Tabel 3.

No	Komponen	Aspek
1	Kesesuaian dengan syarat didaktik atau isi/materi	Kesesuaian dengan SK dan KD SMP/ MTs
		Kebenaran konsep
		Penyajian menuntut peserta didik belajar aktif
2	Aspek konstruksi	Penggunaan Bahasa yang tepat
		Penggunaan kalimat yang tepat
		Pertanyaan dalam LKPD
		Kegiatan/percobaan dalam LKPD
		LKPD menyediakan ruang untuk peserta didik menuliskan hasil kegiatan/percobaan
		Memiliki tujuan belajar yang jelas
		Mempunyai identitas peserta didik dalam LKPD untuk memudahkan administrasinya
3	Kesesuaian dengan syarat teknis	Penampilan LKPD
		Konsistensi tulisan yang digunakan
		Penggunaan gambar yang tepat

Dalam penyusunan LKPD, selain memperhatikan syarat penyusunan LKPD, yang perlu diperhatikan yaitu langkah penyusunan LKPD.

Langkah penyusunan LKPD menurut Andi Prastowo [4] sesuai Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Langkah Penyusunan LKPD

Sedangkan, menurut Slamet Suyanto, dkk [8] langkah-langkah penyusunan LKPD, yaitu (1) melakukan analisis kurikulum dari Standar Kompetensi, Kompetensi Dasar, indikator, dan materi pembelajaran, serta alokasi waktu; (2) menganalisis silabus dan memilih alternatif kegiatan belajar yang paling sesuai dengan hasil analisis SK, KD, dan indikator; (3) menganalisis RPP dan menentukan langkah-langkah kegiatan belajar; (4) menyusun LKPD sesuai dengan kegiatan belajar.

6. Keaktifan Belajar

1. Pengertian Keaktifan Belajar

Secara harfiah keaktifan berasal dari kata aktif yang berarti sibuk, giat aktif mendapat awalan ke- dan -an, sehingga menjadi keaktifan yang mempunyai arti kegiatan atau kesibukan. Jadi, keaktifan belajar adalah kegiatan atau kesibukan peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah maupun di luar sekolah yang menunjang keberhasilan belajar siswa. Keaktifan tersebut tidak hanya keaktifan jasmani saja, melainkan juga keaktifan rohani. Menurut Sriyono, dkk [9] keaktifan jasmani dan rohani yang dilakukan peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar adalah sebagai berikut: a. Keaktifan indera; pendengaran, penglihatan, peraba, dan sebagainya. Peserta didik harus dirangsang agar dapat menggunakan alat inderanya sebaik mungkin. Mendikte dan menyuruh mereka menulis sepanjang jam pelajaran akan menjemukan. Demikian pula dengan menerangkan terus tanpa menulis sesuatu di papan tulis. Maka pergantian dari membaca ke menulis, menulis ke menerangkan dan seterusnya akan lebih menarik dan menyenangkan. b. Keaktifan akal; akal peserta didik harus aktif atau dikatifikan untuk memecahkan masalah, menimbang, menyusun pendapat dan mengambil keputusan. c. Keaktifan ingatan; pada saat proses belajar mengajar peserta didik harus aktif menerima bahan pelajaran yang disampaikan oleh guru, dan menyimpannya dalam otak. Kemudian pada suatu saat ia siap dan mampu mengutarakan kembali. d. Keaktifan emosi dalam hal ini peserta didik hendaklah senantiasa berusaha mencintai pelajarannya, karena dengan mencintai pelajarannya akan menambah hasil belajar peserta didik itu sendiri. Sebenarnya semua proses belajar mengajar peserta didik mengandung unsur keaktifan, tetapi antara peserta didik yang satu dengan yang lainnya tidak sama. Oleh karena itu, peserta didik harus berpartisipasi aktif secara fisik dan mental dalam kegiatan belajar mengajar. Keaktifan peserta didik dalam proses belajar merupakan upaya peserta didik dalam memperoleh pengalaman belajar, yang mana keaktifan belajar peserta didik dapat ditempuh dengan upaya kegiatan belajar kelompok maupun belajar secara perseorangan.

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keaktifan Belajar Belajar merupakan aktifitas yang berlangsung melalui proses, tentunya tidak terlepas dari pengaruh baik dari dalam individu yang mengalaminya. Keaktifan belajar peserta didik dalam proses kadang-kadang berjalan lancar, kadang-kadang tidak, kadang-kadang dapat cepat menangkap apa yang dipelajari, dan kadang-kadang terasa amat sulit. Berjalannya proses belajar mengajar tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor yang sangat berpengaruh terhadap keaktifan belajar peserta didik. Muhibbin Syah mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi keaktifan belajar peserta didik dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu faktor internal (faktor dari dalam peserta didik), faktor eksternal (faktor dari luar peserta didik), dan faktor pendekatan

belajar (approach to learning). Secara sederhana faktor-faktor yang mempengaruhi keaktifan belajar peserta didik tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- (1) Faktor internal peserta didik, merupakan faktor yang berasal dari dalam diri peserta didik itu sendiri, yang meliputi: a. aspek fisiologis, yaitu kondisi umum jasmani dan tonus (tegangan otot) yang menandai tingkat kebugaran organ-organ tubuh dan sendi-sendinya, dapat mempengaruhi semangat dan intensitas peserta didik dalam mengikuti pelajaran. b. aspek psikologis, belajar pada hakikatnya adalah proses psikologis. Oleh karena itu, semua keadaan dan fungsi psikologis tentu saja mempengaruhi belajar seseorang. Adapun faktor psikologis peserta didik yang mempengaruhi keaktifan belajarnya adalah sebagai berikut: (1) inteligensi, tingkat kecerdasan atau inteligensi (IQ) peserta didik tidak dapat diragukan lagi dalam menentukan keaktifan dan keberhasilan belajar peserta didik. Ini bermakna bahwa semakin tinggi tingkat kecerdasannya maka semakin besar peluangnya untuk meraih sukses, begitu juga sebaliknya; (2) sikap, adalah gejala internal yang berdimensi afektif berupa kecenderungan untuk mereaksi atau merespon dengan cara yang relatif tetap terhadap objek orang, barang, dan sebagainya, baik secara positif maupun negatif; (3) bakat, adalah potensi atau kecakapan dasar yang dibawa sejak lahir yang berguna untuk mencapai prestasi sampai ke tingkat tertentu sesuai dengan kapasitas masing-masing; (4) minat, adalah kecenderungan atau kegairahan yang tinggi atau keinginan yang besar terhadap sesuatu; dan (5) motivasi, adalah kondisi psikologis yang mendorong seseorang untuk melakukan sesuatu. Jadi motivasi belajar adalah kondisi psikologis yang mendorong seseorang untuk belajar.
- (2) Faktor eksternal peserta didik, merupakan faktor dari luar siswa yakni kondisi lingkungan di sekitar siswa. Adapun yang termasuk dari faktor eksternal di antaranya adalah: (a) lingkungan sosial, yang meliputi: para guru, para staf administrasi, dan teman-teman sekelas; serta (b) lingkungan non sosial, yang meliputi: gedung sekolah dan letaknya, rumah tempat tinggal keluarga peserta didik dan letaknya, alat-alat belajar, keadaan cuaca dan waktu belajar yang digunakan peserta didik. (3) Faktor pendekatan belajar, merupakan segala cara atau strategi yang digunakan peserta didik dalam menunjang keefektifan dan efisiensi proses pembelajaran materi tertentu.

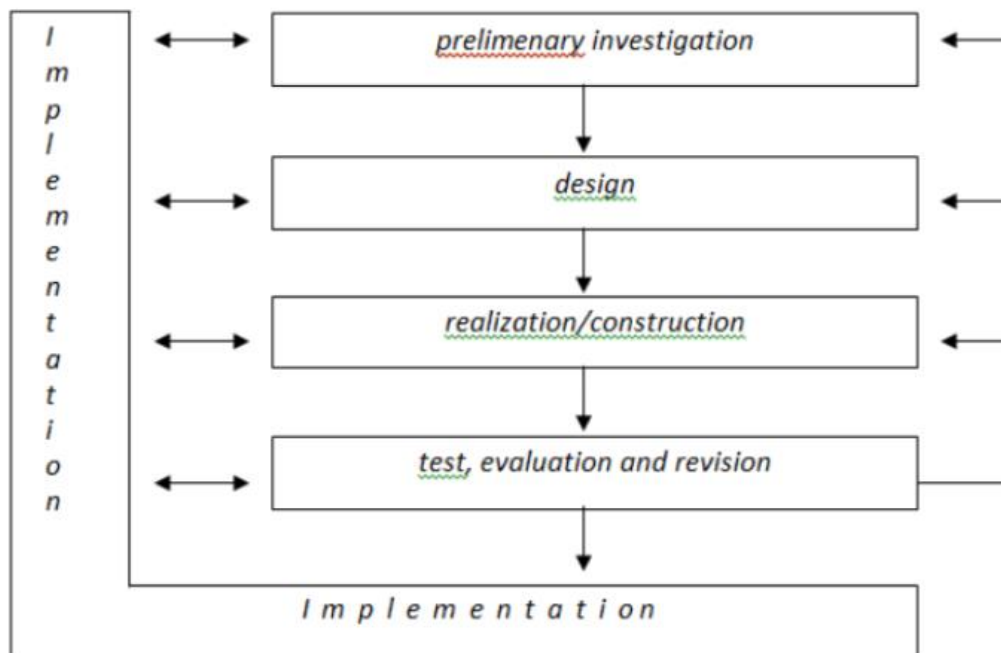
3 . Metode Permainan Kelompok

Metode permainan merupakan metode pembelajaran dimana siswa dirangsang dalam berpikir dengan bermain untuk menanamkan konsep-konsep matematika. Permainan kelompok adalah suatu kegiatan yang menggembirakan yang dapat menunjang tercapainya tujuan instruksional pengamatan matematika yang dilakukan dengan bekerjasama antar teman atau guru. Tujuan ini dapat menyangkut aspek kognitif, psikomotor, dan afektif. Dalam penerapan metode permainan kelompok dalam pembelajaran seharusnya direncanakan dengan tujuan instruksional yang jelas, tepat penggunaannya, dan tepat pula waktunya. Permainan yang mengandung nilai-nilai matematika dapat meningkatkan keterampilan, pemahaman konsep dan kemampuan memecahkan masalah matematika siswa. Metode permainan kelompok bisa dilaksanakan, karena pembelajaran diawali belajar melalui pengalaman bermain-main dengan benda konkret, sehingga memungkinkan mereka menitikberatkan pada proses

pelibatan dalam situasi yang member implikasi meningkatkan keterampilan, penanaman konsep, pemahaman, dan pemantapannya, meningkatkan kemampuan menemukan, memecahkan, memecahkan masalah, kerjasama, dan lain-lain.

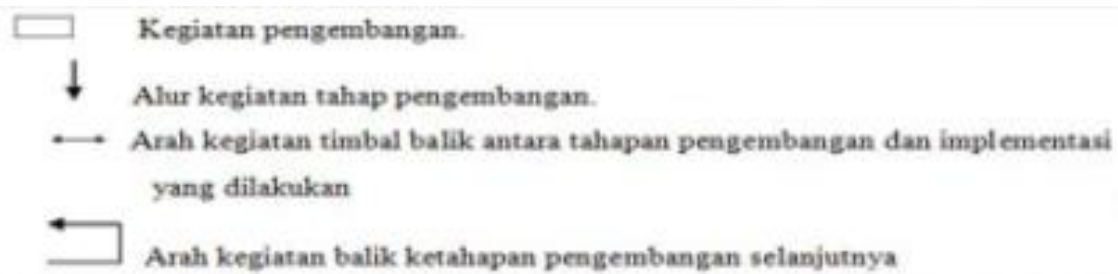
METODE

Model Plomp di pandang lebih luwes dan fleksibel dibanding model lainnya. Karena itu peneliti memilih menggunakan desain penelitian model Plomp. Model Plomp terdiri dari lima fase atau 5 tahapan yaitu: fase investigasi awal (*preliminary investigation*), fase desain (*design*), fase realisasi/konstruksi (*realization/construction*), dan fase tes, evaluasi dan revisi (*test, evaluation and revision*), dan implementasi (*implementation*). Adapun tahapan pada model Plomp, dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar I.1 Model Pengembangan Plomp

Keterangan :



Tahapan atau langkah-langkah penelitian merupakan rambu-rambu untuk melaksanakan penelitian agar dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan sehingga proses pelaksanaannya akan lebih terarah, sistematis, dan terstruktur.



Penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp yang terdiri dari 3 fase, yaitu : (1) *preliminary research* (penelitian awal), (2) *prototyping phase* (fase pengembangan), (3) *assessment phase* (fase penilaian) (Ratih, 2015). Peneliti memilih model Plomp dikarenakan model Plomp dipandang lebih *luwes* dan fleksibel. Pada setiap langkahnya memuat kegiatan pengembangan yang dapat disesuaikan karakteristik penelitiannya.

1. Investigasi Awal (Preliminary Investigation)

Tahap investigasi awal merupakan pengamatan secara cermat terhadap kondisi pembelajaran yang sedang berlangsung. Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan pengembang adalah (1) mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan permasalahan pembelajaran matematika dikelas dengan cara melakukan pengamatan secara langsung didalam kelas. Akibat pembelajaran secara daring, sehingga pada saat PTM siswa tidak mengenal teman di kelasnya dan tidak peduli dengan lingkungan sekitar karena keinginannya sudah terjawab dengan HP. (2) merumuskan rasional pemikiran pentingnya mengembangkan model dengan mempertimbangkan kondisi pembelajaran yang sedang berlangsung, lingkungan belajar, teknologi, dan karakteristik siswa melalui pengamatan; (3) mengumpulkan bahan acuan yang relevan dan mendukung.

Pada tahap ini dilakukan observasi di lapangan kepada 15 siswa mengenai keaktifan siswa dalam bertanya terdapat 1 siswa, kemauan menjawab pertanyaan 2 siswa, kemauan mengerjakan soal di depan kelas 0 siswa, kemauan siswa mengemukakan pendapat 0 siswa, dan 13 siswa lainnya hanya menunggu jawaban dari teman yang ada, termasuk menunggu arahan dari guru tanpa ada tindakan apapun.

2. Fase Pengembangan (*Prototyping Phase*)

Pada tahap pengembangan terdiri dari 2 tahap, yaitu : menyusun rancangan awal dan merealisasi rancangan. Pada tahap ini peneliti menyusun rancangan awal sebagai berikut:

- a. Merancang Buku Model dan Petunjuk Pelaksanaan Model Permainan Kelompok
 - b. Rancangan Perangkat Pembelajaran
 - c. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
 - d. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
 - e. Rubrik Penilaian
- #### 3. Fase Penilaian (*Assessment Phase*)

Berdasarkan prosedur pengembangan maka tahap pelaksanaan perlu penilaian untuk mendapatkan tanggapan mengenai kelayakan LKDP dan petunjuk pelaksanaan model permainan serta perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Jenis data yang diambil yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Hasil dari kegiatan validasi dan uji coba berupa hasil lembar validasi model dan perangkat pembelajaran. Hasil pengamatan aktivitas siswa, angket respon siswa, dan hasil penguasaan bahan ajar. Data yang diperoleh berupa data numerik dan data verbal deskriptif. Data numerik diperoleh dari skor pada lembar validasi, hasil pengamatan aktivitas siswa, angket respon siswa, dan hasil penguasaan bahan ajar. Sedangkan data verbal deskriptif diperoleh dari komentar, kritik, dan saran yang ditulis pada instrumen yang disusun. Data-data tersebut kemudian dikelompokkan sesuai dengan aspek yang dinilai, yaitu kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan model pembelajaran.

Penelitian yang dilaksanakan di SMP Negeri 13 Malang dilaksanakan selama dua minggu dimulai bulan September tahun 2021. Siswa yang dijadikan subjek adalah siswa kelas 9 A. Jumlah siswa yang terdapat pada kelas 9 A yaitu 29 orang terdiri dari 14 siswa perempuan dan 15 siswa laki-laki.

Pada tahap ini model pembelajaran dan perangkat pembelajaran diuji cobakan ke kelas lain dengan pengajar yang berbeda di sekolah yang sama.

HASIL

Proses pembelajaran di kelas mempelajari materi pada bab Persamaan Kuadrat, sub bab Menentukan akar-akar Persamaan Kuadrat. Penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp yang terdiri dari 3 fase, yaitu : (1) *preliminary research* (penelitian awal), (2) *prototyping phase* (fase pengembangan), (3) *assessment phase* (fase penilaian).

1. Tahap Penelitian Awal

Penelitian yang dilaksanakan di SMP Negeri 13 Malang dilaksanakan selama dua minggu dimulai bulan September tahun 2021. Siswa yang dijadikan subjek adalah siswa kelas 9 A. Jumlah siswa yang terdapat pada kelas 9 A yaitu 29 orang terdiri dari 14 siswa perempuan dan 15 siswa laki-laki. Akan tetapi pada saat pandemic siswa yang melakukan PTM hanya 50%, sehingga peneliti melakukan observasi kepada 15 siswa.

Pertemuan pertama dilaksanakan pada hari Senin tanggal 20 September 2021 pukul 8.45 – 9.10 WIB. Pada tahap ini dilakukan observasi di lapangan kepada 15 siswa mengenai keaktifan siswa dalam bertanya terdapat 1 siswa, kemauan menjawab pertanyaan 2 siswa, kemauan mengerjakan soal di depan kelas 0 siswa, kemauan siswa mengemukakan pendapat 0 siswa, dan 13 siswa lainnya hanya menunggu jawaban dari teman yang ada, termasuk menunggu arahan dari guru tanpa ada tindakan apapun.

2. Tahap Fase Pengembangan

Pada tahap pengembangan terdiri dari 2 tahap, yaitu : menyusun rancangan awal dan merealisasi rancangan. Pada siklus I materi yang dipelajari yaitu Menentukan Akar-akar Persamaan Kuadrat dengan Melengkapi Kuadrat Sempurna. Pada siklus II materi yang dipelajari yaitu Menentukan Akar-akar Persamaan Kuadrat dengan Rumus ABC.

Pelaksanaan pembelajaran pada pertemuan I menggunakan metode permainan dalam kelompok sebagai berikut:

- a) Guru menyampaikan Materi dan memotivasi siswa.
- b) Guru menyajikan informasi.
- c) Guru mengorganisasikan siswa dalam kelompok – kelompok belajar.
- d) Guru membimbing kelompok bekerja dan belajar.
- e) Evaluasi.
- f) Memberikan penghargaan.

Materi atau alur permainan

- a) Siswa di beri kesempatan untuk mempelajari materi yang ada pada LKPD secara berkelompok.

AKTIVITAS SISWA 1

Perhatikan bentuk persamaan – persamaan dibawah ini dan isilah dengan memberikan tanda (✓) pada kolom yang benar

Sebelum kamu isi tabel dibawah ini, baca dulu keterangan disamping ya...

Persamaan kuadrat adalah suatu persamaan polinomial berorde (beranekak) dua

Bentuk umum persamaan kuadrat
 $ax^2 + bx + c = 0$

$a \neq 0$ dan $a, b, c \in R$

No	Bentuk Persamaan	Persamaan Kuadrat	Bukan Persamaan Kuadrat	Keterangan
1	$3x^2 - 6x - 9 = 0$	✓		Karena mempunyai pangkat tertinggi 2 dalam persamaan
2	$3x^3 - 5x^2 + x = 9$			
3	$2x + 6y - 9 = 0$			
4	$-x^2 = 6x + 7$			
5	$2a^2 = 5a + 9$			
6	$5x^2 - 35x = 0$			
7	$3ab^2 + 9ab = 0$			
8	$16x^2 - 64 = 0$			
9	$x^4 + 5x^2 - 35x = 0$		✓	Karena mempunyai pangkat tertinggi 4 dalam persamaan
10	$-8y^2 - 18y + 5 = 0$			

mendapatkan skor dari guru.

- c) Kelompok lain di beri kesempatan untuk bertanya, memberi masukan atau saran dari hasil pengerjaan kelompok yang sudah di presentasikan. Bagi kelompok yang bertanya ataupun kelompok yang memberikan masukan dan saran juga akan mendapatkan skor dari guru sesuai dengan tanggapan dan kebenaran jawaban soal
- d) Bagi kelompok yang mengumpulkan skor paling tinggi bisa meminta kelompok yang skornya paling rendah untuk membersihkan ruangan (bisa ruang guru, kelas, atau ruang lain sesuai permintaan kelompok skor tertinggi) selama seminggu.

Berikut merupakan tabel penskoran siswa dalam penggunaan LKPD pada pelajaran matematika materi bab Persamaan Kuadrat, sub bab Menentukan akar-akar Persamaan Kuadrat, sebagai berikut.

Data Keaktifan Siswa													
NO	NAMA	Sebelum Tindakan				Siklus I				Siklus II			
		Bertanya	Menjawab	Mengerjakan soal	Mengemukakan Pendapat	Bertanya	Menjawab	Mengerjakan soal	Mengemukakan Pendapat	Bertanya	Menjawab	Mengerjakan soal	Mengemukakan Pendapat
1.	Achmad Daffa Adham					v	v			v	v	v	v
2.	Achmad Nur Herifudin									v	v		
3.	Ahmad IlhamArdiansah										v		
4.	Alvriil Puji Rahayu					v	v	v		v	v	v	v
5.	Anandhita Prajna W. I	v				v	v		v	v	v	v	v
6.	Aprilia Maulida Nur E.									v	v	v	v
7.	Arya Putra Rionanta		v				v			v	v	v	v
8.	Bagas Tri Wardoyo											v	
9.	Citra Prahesti R.		v			v			v	v	v	v	v
10.	Dilka Diya Alifiyah						v	v			v	v	v
11.	Doni Indra Mukti									v	v		v
12.	Fabian Pandiya P.						v			v	v	v	v
13.	Fadhil Ardiyan Rifandhy										v	v	v
14.	Fajar Nur Abidin											v	
15.	Fani Riski Ramadhani									v	v	v	v
	Jumlah	1	2	0	0	4	6	2	2	10	13	12	10

Gambar 1. Hasil Penskoran siswa

Penutup Suasana pembelajaran dapat dikendalikan karena siswa cenderung pasif dan memperhatikan selama pembelajaran di kelas.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data keaktifan siswa untuk siklus I dan II sebagai berikut:

Tabel 1. Data Peningkatan Keaktifan Siswa

No	Indikator Keaktifan Siswa	Sebelum Tindakan	Setelah Penggunaan LKPD dan Metode Permainan	
			Siklus I	Sisklus II
1	Kemauan siswa dalam Bertanya	1 siswa (5,55%)	4 siswa (22,22%)	10 siswa (55,55%)
2	Kemauan siswa menjawab	2 siswa (11,11%)	6 siswa (33,33%)	13 siswa (72,22%)
3	Kemauan siswa mengerjakan soal latihan di depan kelas	0 siswa (0%)	2 siswa (11,11%)	12 siswa (66,66%)
4	Kemauan siswa mengemukakan Pendapat	0 siswa (0%)	2 siswa (11,11%)	10 siswa (55,55%)

3. Fase Tahap Penilaian

Pada tahap ini model pembelajaran dan perangkat pembelajaran diuji cobakan ke kelas lain dengan pengajar yang berbeda di sekolah yang sama dengan menggunakan teknik analisis data yang diadaptasi dari Parta (2009) sebagai berikut: (1) Merekap skor dari masing-masing validator, (2) Menghitung skor rata-rata dari semua validator (4) Menghitung skor rata-rata keseluruhan aspek,



dan (5) Membuat kesimpulan tentang kevalidan model, perangkat pembelajaran, dan instrumen.

PEMBAHASAN

Proses pembelajaran dengan menggunakan metode permainan kelompok dapat mengakomodasi kebutuhan belajar siswa untuk belajar aktif dalam berdiskusi kelompok, belajar membangun kerja sama dalam menyelesaikan dan memecahkan masalah, aktif dalam presentasi dan membangun komunikasi yang baik dengan teman maupun guru dalam kegiatan belajar mengajar.

Data hasil penelitian menunjukkan indikator keaktifan siswa sebelum dilakukan tindakan dan sampai sesudah tindakan mengalami peningkatan. Peningkatan keaktifan siswa dapat ditunjukkan dengan indikator-indikator yaitu; a) Kemauan siswa untuk berdiskusi meningkat dari 5,55 % menjadi 55,5 %, mulai sikap diam dan cuek menjadi mau berpendapat dan berkomunikasi dengan teman sekelompoknya b) Kemauan siswa melakukan presentasi meningkat 11,11 % menjadi 72,2 %, mulai dari yang malu-malu menjadi mau untuk presentasi c) Kemauan siswa dalam bertanya dan menjawab meningkat dari 0 % menjadi 66,66%, mulai dari siswa yang ragu dan pasif menjadi aktif. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan penggunaan metode permainan kelompok dalam meningkatkan keaktifan siswa.

Proses pembelajaran dikelas dengan menggunakan metode permainan kelompok menjadikan siswa lebih aktif. Menurut Mahmood, dkk dalam artikel (2011) yang dalam penelitiannya membahas tentang inti pembelajaran dan strategi untuk belajar aktif sebagai alternatif pembelajaran yang pasif. Dalam penelitian ini yang menggunakan metode permainan kelompok, siswa terlibat aktif dalam diskusi, presentasi bahkan komunikasi dengan temannya.

Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok untuk berdiskusi memecahkan suatu permasalahan. Penelitian yang menyajikan implementasi model pembelajaran berbasis pembelajaran aktif dan membahas peran guru dalam pendekatan belajar aktif.

Proses pembelajaran diakhiri dengan penyimpulan dan evaluasi mengenai apa yang sudah dipelajari oleh siswa.

KESIMPULAN

Proses peningkatan keaktifan siswa pada pembelajaran matematika yang dilakukan oleh guru pada siswa kelas 9 SMP Negeri 13 Malang dengan pengembangan LKPD dan Metode permainan kelompok. Langkah-langkah penggunaan metode permainan kelompok diantaranya; Menyampaikan materi yang akan disajikan, Menetapkan siswa dalam kelompok, setiap kelompok terdiri dari 4 – 5 siswa, Memotivasi siswa, Menyajikan informasi, Membimbing kelompok bekerja dan belajar, Mengevaluasi hasil kerja kelompok, Memberikan penghargaan dan Penutup. Setelah menerapkan metode permainan kelompok, ada peningkatan keaktifan siswa dalam pembelajaran. Peningkatan keaktifan siswa dapat ditunjukkan dengan indikator-indikator yaitu ; Kemauan siswa untuk berdiskusi meningkat dari 5,55 % menjadi 55,5 %, Kemauan siswa melakukan presentasi meningkat dari 11,11 % menjadi 72,2 %, dan Kemauan siswa dalam bertanya dan menjawab meningkat dari 0 % menjadi 66,66%. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan metode permainan kelompok lebih afektif dari pada strategi yang digunakan sebelumnya. Metode permainan kelompok pada pembelajaran matematika dapat meningkatkan keaktifan



siswa kelas 9A SMPNegeri 13 Malang.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Erman Suherman, dkk. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Bandung: UPI
- [2] Nasution. 1995. *Didaktik Asas-asas Mengajar*. Bandung: Bumi Aksara.
- [3] Plomp, Tjeerd. 2010. Educational Design Research: An Introduction. Dalam Tjeerd Plomp & N. Nieveen (Eds). *An Intro An Introduction To Educational Design Research*. Enschede:
- [4] Andi Prastowo. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- [5] Depdiknas. 2006. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Balai Pustaka.
- [6] Endang Widjajanti, dkk. 2006. *Penilaian Lembar Kerja Siswa*. Makalah. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- [7] BSNP. 2012. *Diskripsi Item Kegerafikan SMP-SMA-SMK*. Jakarta: BSNP.
- [8] Slamet Suyanto, dkk. 2011. *Lembar Kerja Siswa*. Makalah. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- [9] Hendro Darmojo & Jenny Kaligis. 1992. *Pendidikan IPA 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan.

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *THINK TALK WRITE* TERHADAP KEMAMPUAN MATEMATIS SISWA KELAS X IPA

Monika Retno Wulandari^{1*}, Aty Nurdiana², Partono³

¹Universitas Negeri Malang

^{2,3}STKIP PGRI Bandar Lampung

* Email Korespondensi: monikaretnowulandari@gmail.com

Abstrak

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian berhubungan dengan rendahnya kemampuan komunikasi matematis siswa. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran *Think Talk Write* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X IPA. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu dengan menerapkan langsung model pembelajaran *Think Talk Write* pada kelas eksperimen dan model pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Penelitian dilakukan di salah satu SMA di kota Bandar Lampung. Populasinya seluruh siswa kelas X IPA pada semester genap yang tersebar dalam 4 kelas dengan jumlah keseluruhan 127 siswa. Teknik *Cluster Random Sampling* digunakan untuk mengambil kelas sampel dan didapat kelas X IPA 3 sebagai kelas eksperimen dan kelas X IPA 2 sebagai kelas kontrol dengan jumlah masing-masing 32 siswa. Pengumpulan data menggunakan teknik tes. Analisis data statistik menggunakan uji Wilcoxon. Berdasarkan hasil analisis uji Wilcoxon pada taraf 5% diperoleh $z_{hit} < z_{tab}$ yakni $1,64 < 1,96$. Dengan demikian, terdapat pengaruh positif penerapan model pembelajaran *Think Talk Write* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X IPA.

Kata kunci: *think talk write*, kemampuan komunikasi matematis

PENDAHULUAN

Matematika merupakan mata pelajaran yang sangat penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan. Oleh karena itu, matematika diajarkan mulai dari jenjang pendidikan Sekolah Dasar sampai dengan Perguruan Tinggi. Matematika memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan, terlebih lagi banyak permasalahan-permasalahan di kehidupan sehari-hari yang diselesaikan dengan prinsip-prinsip matematika. Sehingga, setiap siswa diharuskan memiliki kemampuan matematis.

Menurut *National Council of Teachers of Mathematics* [1] menyatakan bahwa ada lima kemampuan dasar yang harus dikuasai siswa, yang meliputi (1) pemecahan masalah, (2) penalaran dan bukti, (3) komunikasi, (4) koneksi, dan (5) representasi. Sejalan dengan pendapat tersebut, Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan [2] Nomor 21 Tahun 2016 yang tertuang dalam Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah menetapkan salah satu kecakapan atau kemahiran matematika siswa dari SD/MI sampai SMA/MA yang diharapkan terapai dalam belajar matematika yang di antaranya adalah memiliki kemampuan mengomunikasikan gagasan

matematika dengan jelas dan efektif. Dengan demikian, kemampuan komunikasi matematis menjadi salah satu kemampuan yang harus dimiliki siswa.

Bekal kemampuan komunikasi matematis penting dimiliki mengingat bahwa tanpa komunikasi yang baik maka pembelajaran dan hasil pembelajaran matematika tak akan baik. Komunikasi matematis sebagai cara untuk berbagi gagasan dan memperjelas pemahaman dapat berupa komunikasi tertulis maupun oral. Dengan komunikasi maka gagasan dapat digambarkan, diperbaiki, didiskusikan, dan dikembangkan sehingga apa yang dipelajari menjadi lebih bermakna dan bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Wardhana dan Lutfianto [3] menyatakan bahwa komunikasi dalam matematika dapat menolong guru memahami kemampuan siswa dalam menginterpretasi dan mengekspresikan pemahamannya tentang konsep dan proses matematika yang mereka pelajari. Menurut Yuniarti [4], kemampuan komunikasi dalam pembelajaran matematika perlu ditumbuhkembangkan dikalangan peserta didik, karena matematika tidak hanya sekedar alat bantu berfikir, alat untuk menemukan pola, menyelesaikan masalah atau mengambil kesimpulan tetapi matematika juga sebagai aktivitas sosial dalam pembelajaran matematika, matematika sebagai wahana interaksi antar peserta didik dan juga komunikasi antara guru dan peserta didik. Kemudian, Son [5] berpendapat bahwa ketika komunikasi ditekankan dalam pembelajaran matematika, siswa akan memiliki banyak kesempatan untuk mengembangkan keterampilan mereka dalam pemahaman konsep-konsep dan memecahkan masalah matematika, siswa harus membaca dan menginterpretasikan informasi, mengungkapkan pikiran mereka secara lisan dan tertulis, mendengarkan orang lain, dan berpikir kritis tentang ide-ide matematika. Sehingga, kemampuan komunikasi matematis memang penting dan harus dimiliki oleh setiap siswa.

Namun, pada kenyataannya masih ada permasalahan mengenai kemampuan matematis. Beberapa diantaranya yakni masih banyak siswa yang kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan mengenai kemampuan komunikasi matematis, masih banyak siswa yang mengosongkan jawabannya pada lembar kerja siswa, dan saat berdiskusi siswa masih kesulitan menyampaikan pendapat secara sistematis. Keadaan tersebut juga terjadi di kelas X IPA pada salah satu SMA di Kota Bandar Lampung.

Berdasarkan pretest (pra-penelitian) yang dilakukan oleh guru bersama peneliti pada kelas X IPA ditemui rendahnya kemampuan matematis siswa. Hal tersebut dilihat dari hasil pretest yaitu siswa diberikan 5 soal tes kemampuan matematis menunjukkan bahwa dari 31 siswa yang ada hanya sekitar 16% atau 5 siswa yang mampu menyelesaikan soal kemampuan komunikasi matematis. Artinya, ada sekitar 84% atau 26 siswa belum mampu menjawab soal tes kemampuan komunikasi matematis. Dengan kurang maksimalnya perolehan nilai ini, maka kemampuan komunikasi matematika siswa juga masih rendah.

Mengingat pentingnya kemampuan komunikasi matematis, maka diperlukan perbaikan pembelajaran agar kemampuan komunikasi matematis siswa menjadi lebih baik. Pada proses pembelajaran, siswa diberikan kesempatan untuk berargumen dan bekerja secara matematis dalam mengungkapkan pemikiran dan permasalahan matematikanya. Selain itu, proses latihan dan pembiasaan yang dilakukan secara berkelanjutan dapat membangun kebiasaan berkomunikasi secara matematis. Sehingga, diperlukan model pembelajaran yang mampu memotivasi siswa untuk aktif mengomunikasikan pemikiran matematisnya.

Penelitian yang Fadilla [6] dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh positif

pembelajaran kooperatif tipe *Think Talk Write* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa Kelas VII SMP Swasta Nusantara Lubuk Pakam pada Materi Bangun Datar Segi Empat. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Hermawan, dkk [7] diperoleh kesimpulan bahwa pencapaian dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas eksperimen lebih baik secara signifikan daripada kelas kontrol, hasil tersebut dapat dilihat dari analisis data dengan menggunakan uji perbedaan dua rata-rata data posttest bernilai signifikan 0,042 dan uji mann whitney data N-gain bernilai signifikan 0,001, dari kedua nilai signifikansi tersebut kurang dari $\alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak. Dengan demikian, peneliti akan menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write* dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Menurut Hamdayana [8], model pembelajaran *Think Talk Write* adalah sebuah pembelajaran yang dimulai dengan berpikir melalui bahan bacaan (menyimak, mengkritik, dan alternatif solusi), hasil bacaannya dikomunikasikan dengan presentasi, diskusi, dan kemudian membuat laporan hasil presentasi. Selain itu, Lestari dan Yudhanegara [9], *think-talk-write* adalah salah satu tipe pembelajaran kooperatif yang menekankan pada kegiatan berpikir, menyusun, menguji, merefleksikan, dan menuliskan ide-ide. Menurut Iru [10] *Think Talk Write* merupakan model pembelajaran kooperatif yang mempunyai perencanaan cermat mengenai kegiatan pembelajaran, yaitu melalui kegiatan berpikir (*think*), berbicara atau berdiskusi, bertukar pendapat (*talk*), serta menuliskan hasil diskusi (*write*) agar tujuan pembelajaran dan kompetensi yang diharapkan dapat tercapai. Kemudian, Herdian [11] menyatakan bahwa model *Think Talk Write* (TTW) adalah mengajak siswa untuk dapat menyukai matematika dengan memperhatikan kepada siswa cara mempelajari matematika, dengan jalan mengeksplorasi pikiran peserta didik serta mengungkapkan hasil pemikiran, yang secara tidak langsung memberikan kegiatan positif pada peserta didik. Dari beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Think Talk Write* adalah model pembelajaran yang pada penerapannya ada tiga langkah utama yakni berpikir matematis secara individu (*think*), berbicara dalam diskusi secara matematis (*talk*), dan menuliskan hasil dari *think* dan *talk* pada lembar jawaban (*write*).

Ada beberapa pendapat mengenai sintak atau langkah-langkah dalam model pembelajaran *Think Talk Write*. Menurut Yamin dan Ansari [12], sintaknya yaitu: (1) guru membagi teks bacaan berupa Lembar Diskusi Siswa (LDS) yang memuat situasi masalah dan petunjuk serta prosedur pelaksanaannya; (2) siswa membaca teks dan membuat catatan dari hasil bacaan secara individual untuk dibawa ke forum diskusi (*think*); (3) siswa berinteraksi dan berkolaborasi dengan teman untuk membahas isi catatan (*talk*); dan (4) guru berperan sebagai mediator lingkungan belajar, siswa mengkonstruksi sendiri pengetahuan sebagai hasil kolaborasi (*write*). Sedangkan, Lisa [9] menyebutkan sintak dari model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) ada tujuh, yakni (1) guru membagikan LKS yang memuat soal yang harus dikerjakan oleh siswa serta petunjuk pelaksanaannya; (2) siswa menganalisis masalah yang ada dalam LKS dan membuat catatan kecil secara individu tentang apa yang diketahui dan tidak diketahui. Dalam membuat catatan kecil ini akan terjadi proses berpikir (*think*), (3) guru membentuk siswa dalam kelompok, setiap kelompok terdiri dari 3-5 orang yang dikelompokkan secara heterogen, (4) siswa berinteraksi dan berkolaborasi dengan teman satu grup untuk membahas isi catatan (*talk*) dengan menyampaikan ide-ide dalam diskusi; (5) siswa secara individu merumuskan pengetahuan berupa jawaban atas soal dalam bentuk tulisan (*write*) dengan bahasanya sendiri; (6) perwakilan kelompok menyajikan hasil diskusi kelompok, sedangkan kelompok lain diminta memberikan

tanggapan, dan (7) pada kegiatan akhir pembelajaran adalah membuat refleksi dan kesimpulan atas materi yang dipelajari. Sehingga, kesimpulannya sintak dari model pembelajaran *Think Talk Write* adalah mengenai berpikir mandiri dan berkomunikasi baik dalam diskusi maupun dalam tulisan.

Menurut Isrok'atun dan Rosmala [13] menyatakan bahwa beberapa karakteristik dari model pembelajaran TTW diantaranya yaitu (1) siswa berpartisipasi langsung dalam pembelajaran; (2) setiap siswa secara aktif melakukan eksplorasi suatu konsep; (3) memadukan pengetahuan awal siswa yang dimiliki dengan informasi yang diterima; dan (4) model pembelajaran TTW dibangun oleh kemampuan berpikir, berbicara, dan menulis. Sehingga, model pembelajaran *Think Talk Write* dianggap mampu mengaktifkan siswa dalam pembelajaran dapat membantu komunikasi matematisnya.

Kemudian, NCTM dalam Hendriana, dkk [14], mengartikan komunikasi matematis sebagai suatu bagian yang esensial dari matematika dan pendidikan matematika diaman tanpa komunikasi yang baik maka perkembangan matematika akan terlambat. Hal serupa diungkapkan oleh Effendi dalam Hendriana, dkk [14], kemampuan komunikasi adalah proses penyampaian dan penerimaan hasil pemikiran melalui simbol atau sebaliknya dengan tujuan tertentu.

Sedangkan Lestari dan Yudhanegara [15] berpendapat bahwa kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan menyampaikan gagasan/ide matematis, baik secara lisan maupun tulisan serta kemampuan memahami dan menerima gagasan/ide matematis orang lain secara cermat, analitis, kritis, dan evaluatif untuk mempertajam pemahaman. Depdiknas dalam Fadilla [6] menyatakan bahwa salah satu tujuan pembelajaran matematika adalah mengkomunikasikan gagasan dengan simbol, tabel, diagram, atau media lain untuk memperjelas keadaan atau masalah. Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan dalam menyampaikan gagasan secara oral maupun tertulis serta menerima dan memahami gagasan matematis baik berupa simbol, tabel, maupun diagram untuk menyelesaikan permasalahan matematis ataupun memperjelas suatu keadaan.

Menurut Nari [16] indikator komunikasi matematis, yaitu: (1) kemampuan menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika; (2) kemampuan menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematika secara tulisan; dan (3) kemampuan menyatakan peristiwa atau ide dalam bahasa atau simbol matematika. Indikator tersebut digunakan dalam menyusun soal dan penskoran.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran *Think Talk Write* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X IPA.

METODE

Metode penelitian yang digunakan berupa eksperimen yang menggunakan dua kelas yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen yakni kelas yang menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write*, sedangkan kelas kontrol yakni kelas yang menerapkan model konvensional. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari model pembelajaran *Think Talk Write* dan kemampuan komunikasi matematis.

Penelitian ini dilaksanakan di kelas X IPA pada salah satu SMA di Kota Bandar Lampung pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019 atau tepatnya pada 9 April sampai dengan 10 Mei 2019. Populasinya adalah siswa kelas X IPA dengan total populasi sebanyak 127 siswa yang tersebar dalam 4 kelas, yaitu X IPA 1, X IPA 2, X

IPA 3, dan X IPA 4. Dalam penelitian ini kelas X IPA 3 dan X IPA 2 dipilih sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Digunakan teknik *Cluster Random Sampling* dalam menentukan sampel, teknik ini dilakukan karena mengingat pada kelas X IPA di SMA tersebut mempunyai kemampuan yang sama.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah teknik tes. Adapun kemampuan komunikasi matematis siswa dalam penelitian ini diukur dengan tes uraian sebanyak 5 soal pada materi trigonometri. Dalam penyusunan tes kemampuan komunikasi matematis diawali dengan menyusun kisi-kisi soal penelitian berdasarkan indikator kemampuan komunikasi matematis.

Untuk mempermudah dalam proses pemberian skor hasil pekerjaan siswa, digunakan skor tiap butir soal dengan aturan rubrik penskoran. Kemudian, skor yang diperoleh dikonversi dalam interval $0 \leq x \leq 100$ dimana x adalah nilai siswa dan hasilnya akan menjadi data-data penelitian. Berikut adalah tabel 1 yang memuat indikator dan rubrik penskoran menurut Nari [16].

Tabel 1. Indikator dan rubrik penskoran kemampuan komunikasi matematis

No	Indikator	Respon	Skor
1.	Menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika.	Jawaban benar, mampu menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika.	4
		Jawaban benar, sesuai dengan kriteria tetapi ada sedikit jawaban yang salah.	3
		Jawaban benar tetapi tidak sesuai dengan sebagian besar kriteria.	2
		Jawaban ada tetapi sama sekali tidak sesuai dengan kriteria.	1
		Jawaban tidak ada.	0
2.	Menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematik secara tulisan.	Jawaban benar, mampu menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika.	4
		Jawaban benar, sesuai dengan kriteria tetapi ada sedikit jawaban yang salah.	3
		Jawaban benar tetapi tidak sesuai dengan sebagian besar kriteria.	2
		Jawaban ada tetapi sama sekali tidak sesuai dengan kriteria.	1
		Jawaban tidak ada.	0
3.	Menyatakan peristiwa atau ide dalam bahasa atau simbol matematika.	Jawaban benar, mampu menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika.	4
		Jawaban benar, sesuai dengan kriteria tetapi ada sedikit jawaban yang salah.	3
		Jawaban benar tetapi tidak sesuai dengan sebagian besar kriteria.	2
		Jawaban ada tetapi sama sekali tidak sesuai dengan kriteria.	1
		Jawaban tidak ada.	0
Skor maksimum			12

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes kemampuan komunikasi matematika divalidasi dengan menggunakan rumus korelasi *Product Moment* (Arikunto, 2013) dan dihitung reliabilitasnya menggunakan rumus *Alpha Cronbach* (Siregar, 2013). Dengan taraf nyata (α) = 5%, berikut disajikan tabel 2 sebagai hasil uji validitas dan tabel 2 sebagai hasil uji reliabilitas soal yang digunakan.

Tabel 2. Hasil uji validitas soal

No Soal	Nilai r_{xy}	t_{hitung}	t_{tabel}	Keterangan
1	0,84	5,58	2,16	Valid/sangat tinggi
2	0,59	2,63	2,16	Valid/cukup
3	0,69	3,44	2,16	Valid/tinggi
4	0,92	8,46	2,16	Valid/sangat tinggi
5	0,75	4,09	2,16	Valid/tinggi

Sumber: Pengolahan data

Tabel 3. Hasil uji reliabilitas soal

No Soal	σ_i^2	$\Sigma\sigma_i^2$	σ_t^2	r_{11}	Keterangan
1	9,66				
2	5,72				
3	1,49	41,87	111,13	0,78	Reliabel/tinggi
4	22,62				
5	2,38				

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan data tersebut di atas, didapatkan bahwa 5 soal tersebut telah valid dan reliabel sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan data mengenai kemampuan komunikasi matematis yang bertujuan untuk menguji kebenaran hipotesis.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini, yakni: (1) menentukan rata-rata skor dan simpangan baku; (2) uji normalitas; (3) uji homogenitas; dan (4) uji hipotesis. Dengan taraf nyata (α) = 5%, uji normalitas yang digunakan adalah χ^2 dan uji homogenitas yang digunakan adalah uji kesamaan dua varians. Sedangkan untuk uji hipotesis dalam taraf nyata (α) = 5% adalah t_{test} untuk data normal dan homogen (Sudjana, 2005), t' untuk data normal tapi tidak homogen (Sudjana, 2005), dan uji Wilcoxon untuk data tidak normal dan homogen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa penelitian ini telah dilaksanakan pada 9 April sampai dengan 10 Mei 2019 dengan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol yang memiliki 32 siswa di setiap kelasnya. Dalam pelaksanaannya di setiap siswa diberikan sebuah lembar kerja (LKPD) pada materi trigonometri guna melatih kemampuan komunikasi siswa.

Pada kelas eksperimen, saat peneliti menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write* di hari pertama, nampak bahwa siswa belum terbiasa menerapkan model pembelajaran tersebut sehingga kondisi kelas tidak kondusif. Di pertemuan kedua, keadaan kelas masih belum terlalu kondusif karena siswa masih perlu diingatkan kembali mengenai sintak model pembelajarannya. Namun, di pertemuan ketiga dan seterusnya siswa mulai mampu mengkondusifkan kelas sehingga proses pembelajaran lancar. Oleh karenanya, kemampuan komunikasi matematis siswa bisa lebih diasah. Berdasarkan observasi kemampuan komunikasi matematis di kelas eksperimen, siswa di

kelas tersebut sangat antusias dalam kegiatan berpikir individu (*think*), mengajak dan aktif dalam kegiatan berdiskusi (*talk*), dan mampu mengerjakan LKPD dengan baik (*write*).

Namun, di kelas kontrol yang menerapkan model pembelajaran konvensional, di hari pertama siswa sudah bisa menerapkan model pembelajarannya karena siswa sudah terbiasa menerapkan model tersebut. Akan tetapi, pada setiap pertemuannya siswa tidak terlalu berperan aktif. Hal itu disebabkan oleh proses pembelajaran yang dianggap kurang menarik atau monoton. Walau ada siswa yang terlihat bersemangat dalam pembelajaran, namun suasana kelas didominasi siswa yang pasif. Berdasarkan hasil observasi kelas, siswa cukup mampu mengerjakan LKPD yang mengasah kemampuan komunikasi matematis hanya saja tidak semua siswa mampu mencapai indikator yang diharapkan.

Setelah melaksanakan pembelajaran, diadakan posttest untuk menguji kemampuan komunikasi matematis siswa. Seperti yang telah dikemukakan di metode penelitian, hasil posttest dikonversi dalam interval $0 \leq x \leq 100$ dimana x adalah nilai siswa dan hasilnya akan menjadi data-data penelitian. Berikut tabel 4 adalah sebaran data hasil penelitian mengenai kemampuan komunikasi matematis siswa.

Tabel 4. Sebaran data kemampuan komunikasi matematis

Sebaran Data	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Minimal	68	66
Maksimal	95	95
Mean	85,03	83,31
Median	87,50	86,06
Modus	96,75	89,07
Standar Deviasi	7,92	9,06
Jumlah Siswa	32	32

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan sebaran data yang diperoleh untuk masing-masing kelas, menunjukkan adanya perbedaan hasil tes kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write* dengan siswa yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Skor kemampuan komunikasi matematis siswa yang menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write* lebih tinggi daripada skor kemampuan komunikasi matematis siswa yang menerapkan model pembelajaran konvensional.

Pengujian normalitas data dilakukan dengan menggunakan uji Chi kuadrat pada taraf nyata (α) = 5% dengan H_0 : sampel berasal dari populasi yang memiliki distribusi normal dan H_1 : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal. Hasil uji normalitas datanya seperti pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil uji normalitas

Kelas	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Keterangan
Eksperimen	11,42	7,81	Tidak normal
Kontrol	19,43	7,81	Tidak normal

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan hasil perhitungan uji normalitas dengan menggunakan rumus Chi

kuadrat pada taraf nyata (α) = 5% didapat $\chi_{tabel}^2 = 7,81$. Kemudian kelas eksperimen sebesar 11,42 dan kelas kontrol sebesar 19,43. Berdasarkan kriteria uji, tolak H_0 karena $\chi_{hit}^2 \geq \chi_{daf}^2$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sampel berdistribusi tidak normal.

Selanjutnya, data akan diuji homogenitas variansnya dengan H_0 : kedua sampel memiliki varians yang sama dan H_1 : kedua sampel tidak memiliki varians yang sama. Didapatkan hasil uji homogenitas seperti pada tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil uji homogenitas

Kelas	n	F_{hitung}	F_{tabel}	Keterangan
Eksperimen	32	1,40	1,84	Homogen
Kontrol	32			

Sumber: Pengolahan data

Berdasarkan hasil perhitungan uji pada taraf nyata (α) = 5% didapat $F_{tabel} = 1,84$ dan $F_{hitung} = 1,40$. Berdasarkan kriteria uji, tolak H_0 hanya jika $F_{hit} \geq F_{daf}$. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua data mempunyai varians yang sama.

Berdasarkan uji prasyarat didapatkan kedua data tidak normal namun variansnya homogen maka pengujian hipotesis yang diajukan menggunakan uji Wilcoxon seperti yang dikemukakan oleh Kustitunto (2018). Hipotesis yang diajukan sebagai hipotesis penelitian adalah rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa yang menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write* tidak sama dengan kemampuan komunikasi matematis siswa yang menerapkan pembelajaran konvensional. Jika dituliskan menjadi H_0 : rata-rata kelas eksperimen sama dengan rata-rata kelas kontrol dan H_1 : rata-rata kelas eksperimen tidak sama dengan rata-rata kelas kontrol. Hasil uji hipotesis datanya seperti pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil uji hipotesis

Tanda Rank	μ_T	σ_T	Z_{hitung}	Z_{tabel}	Keterangan
+ 351,5	264	53,48	1,64	1,96	Tidak sama
- 176,5					

Sumber: Pengolahan data

Dari hasil perhitungan uji kesamaan dua rata-rata menggunakan uji Wilcoxon pada taraf nyata (α) = 5% diperoleh $z_{tabel} = 1,96$ dan $z_{hitung} = 1,64$. Berdasarkan kriteria uji, tolak H_0 jika $z_{hitung} < z_{tabel}$. Dengan demikian, rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa yang diterapkan pembelajaran *Think Talk Write* tidak sama dengan rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa yang diterapkan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, nampak bahwa pembelajaran dengan model pembelajaran *Think Talk Write* menghasilkan kemampuan komunikasi matematika siswa yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang diterapkan model pembelajaran konvensional. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Think Talk Write* berpengaruh terhadap rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa, sehingga akan lebih baik apabila pada proses pembelajarannya guru menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write*.

Selanjutnya adalah pembahasan. Peneliti akan membahas mengenai jawaban posttest siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Soal nomor 1 dengan tingkat

kesulitan soal tipe C4. Soal disusun berdasarkan indikator kemampuan komunikasi matematis pada tabel 1 yakni indikator 1 menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika; dan indikator 2 menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematik secara tulisan.

Gambar 1. Jawaban siswa kelas eksperimen

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$$

$$= \sqrt{12^2 + 12^2}$$

$$= \sqrt{144 + 144}$$

$$= \sqrt{288} = 12\sqrt{2} p$$

$$OB = OC = \frac{1}{2} AC$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 12\sqrt{2} p$$

$$= 6\sqrt{2} p$$

$$OK = \frac{1}{2} OC$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 6\sqrt{2} p$$

$$= 3\sqrt{2} p$$

$$KC = \frac{2}{3} OC$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 6\sqrt{2} p$$

$$= 4\sqrt{2} p$$

$$BK = \sqrt{OK^2 + OB^2}$$

$$= \sqrt{(3\sqrt{2})^2 + (6\sqrt{2})^2}$$

$$= \sqrt{18 + 72}$$

$$= \sqrt{90} = 3\sqrt{10} p$$

$$\sin KBO = \frac{OK}{KB}$$

$$= \frac{3\sqrt{2}}{3\sqrt{10}}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{10}}$$

Jawaban siswa kelas eksperimen pada gambar 1 sudah benar, mampu menghubungkan gambar ke dalam ide matematika serta menjelaskan hubungan keduanya hingga persoalan dapat diselesaikan.

Gambar 2. Jawaban siswa kelas kontrol

$$OB = OC = \frac{1}{2} AC$$

$$= 6\sqrt{2}$$

$$OK = \frac{1}{2} OC$$

$$= 3\sqrt{2}$$

$$KC = \frac{2}{3} OC$$

$$= 4\sqrt{2}$$

$$BK = \sqrt{OK^2 + OB^2}$$

$$= \sqrt{(3\sqrt{2})^2 + (6\sqrt{2})^2}$$

$$= \sqrt{18 + 72}$$

$$= \sqrt{90} = 3\sqrt{10}$$

$$\sin KBO = \frac{OK}{KB}$$

$$= \frac{3\sqrt{2}}{3\sqrt{10}}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{10}}$$

Jawaban akhir siswa kelas kontrol pada gambar 2 sudah benar. Siswa juga mampu menghubungkan gambar ke dalam ide matematika dan soal dapat diselesaikan. Namun jika diperhatikan kembali, nampak bahwa siswa kurang memahami operasi hitung yang terlihat pada warna merah, kemudian siswa juga belum menggambarkan keadaan awal yakni persegi ABCD seperti pada gambar 1, dan penulisan jawaban siswa belum rapi.

Dari pembahasan tersebut dapat dibenarkan bahwa hasil posttest siswa kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran *Think Talk Write* lebih baik. Hal tersebut seperti hasil pada penelitian sebelumnya yakni penelitian dari Fadilla (2017) dan Hermawan (2017).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pengujian hipotesis yang telah penulis uraikan dapat disimpulkan bahwa, penerapan model pembelajaran *Think Talk Write* berpengaruh

terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X IPA dengan rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write* lebih tinggi dari rata-rata kemampuan komunikasi matematis siswa yang menggunakan pembelajaran konvensional yaitu $85,03 > 83,31$ serta analisis data statistik menggunakan uji Wilcoxon pada taraf 5% diperoleh $z_{hit} < z_{tab}$ yakni $1,64 < 1,96$. Dengan demikian, terdapat pengaruh positif penerapan model pembelajaran *Think Talk Write* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa kelas X IPA.

Saran yang diajukan, yakni (a) kepada guru atau pengajar agar menggunakan model pembelajaran *Think Talk Write* untuk memperbaiki kemampuan komunikasi matematis, dan (b) kepada peneliti selanjutnya agar dapat menyempurnakan penelitian ini dengan kata lain agar model pembelajaran *Think Talk Write* tak hanya diterapkan di kelas X IPA namun bisa digeneralisasikan ke kelas lain.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] NCTM. 2000. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- [2] Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 21 Tahun 2016 Tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah. [Online]. Tersedia: http://vervalsp.data.kemdikbud.go.id/prosespembelajaran/file/Permendikbud_Tahun_2016_Nomor022_Lampiran.pdf. [November 2018].
- [3] Wardhana, I.R. dan Lutfianto, M. 2018. *Analisis Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Ditinjau dari Kemampuan Matematika Siswa*. UNION: Jurnal Pendidikan Matematika, 6 (2).
- [4] Yuniarti, Yeni. 2014. *Pengembangan Kemampuan Komunikasi Matematis dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar*. Jurnal EduHumniora, 6 (2).
- [5] Son, Aloisius L. 2015. *Pentingnya Kemampuan Komunikasi Matematika Bagi Mahasiswa Calon Guru Matematika*. Jurnal Gema Wiraloka, VII (1).
- [6] Fadilla, Fitri Y. 2017. *Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa yang Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think-Thalk-Write pada Materi Bangun Datar Segi Empat Kelas VII SMP Swasta Nusantara Lubuk Pakam*. Makalah Pada Prosiding Seminar Nasional Matematika (SEMNASTIKA) Fakultas Matematika Universitas Negeri Medan. ISBN : 978-602-17980-9-6.
- [7] Hermawan, D. 2017. *Penerapan Model Pembelajaran Think Talk Write untuk Meningkatkan Kemampuan komunikasi Matematis pada Siswa SMP Negeri 1 Rawamerta*. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (SESIMADIKA).
- [8] Hamdayana, J. 2014. *Model dan Metode Pembelajaran Kreatif dan Berkarakter*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- [9] Lestari, KE & Yudhanegara, MR. 2015. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT Refika Aditama.
- [10] Bunga, Thahar, H.E., dan Juita, N. 2015. *Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif dengan Strategi Think Talk Write dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Menulis Naskah Drama Siswa Kelas VIII SMP Negeri 3 Batang Anai*. Jurnal Bahasa, Sastra, dan Pembelajaran, 2 (1) , 63-74.
- [11] Lisa, E., Adha, I., dan Rosalina, E. 2017. *Pengaruh Model Pembelajaran Think Talk Write terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Kelas VIII SMP*



- Negeri 5 Lubuklinggau Tahun Pelajaran 2017/2018*. Artikel Jurnal STKIP PGRI Lubuklinggau. Jurnal diterbitkan.
- [12] Yamin, Martinis & Bansu I. Ansari. 2012. *Taktik Mengembangkan Kemampuan Individual Siswa*. Jakarta: Referensi.
- [13] Isro'atun., Rosmala, Amelia. 2018. *Model-Model Pembelajaran Matematika*. Bandung: PT Bumi Aksara.
- [14] Hendriana, H., Rohaeti, EE., dan Sumarmo, U. 2016. *Hard Skills dan Soft Skills Matematika Siswa*. Bandung: STKIP Siliwangi Press.
- [15] Lestari, KE & Yudhanegara, MR. 2015. *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT Refika Aditama.
- [16] Nari, Nola. 2015. *Kemampuan Komunikasi dan Disposisi Matematis Mahasiswa pada Mata Kuliah Geometri*. Jurnal Ta'dib, 18 (2), 150-162.