



STAINS

Seminar Nasional Teknologi & Sains



**An inspiring
University**



E-ISSN : 2828-299X

PROSIDING
EMINAR NASIONAL TEKNOLOGI & SAINS
S TAINS

Mewujudkan Generasi Emas 2045
Melalui Teknologi Informasi

Vol.4 No.1 (2025)

25/01/2025

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Implementasi Computer Vision Terhadap Jenis Kualitas Pisang Susu Menggunakan Metode YOLOv8n Berbasis WebApps

Inna Fatahna¹, Putri Desi Kusuma Sari², Annisa' Nur Kamilah³, Resty Wulanningrum⁴, Wahyu Cahyo Utomo⁵

¹⁻⁵Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹innafatahna14@gmail.com, ²putridesi825@gmail.com, ³nurkamilahannisa8@gmail.com,
⁴restyw@unpkdr.ac.id, ⁵wahyu.utomo@unpkdr.ac.id

Abstrak – Penelitian ini mengeksplorasi penerapan teknologi computer vision untuk mendeteksi kualitas pisang khususnya jenis pisang susu, komoditas ekspor potensial di Kediri yang menghadapi tantangan dalam perawatan dan pengendalian kualitas. Metode YOLOv8n dan CNN (Convolutional Neural Network) digunakan untuk mengatasi masalah rendahnya kualitas hasil panen akibat metode tradisional dalam menentukan kematangan buah. Kematangan yang tidak tepat dapat mempengaruhi rasa, aroma, dan umur simpan pisang. CNN menganalisis warna dan tekstur buah, sementara YOLOv8n memungkinkan deteksi objek secara real-time dengan akurasi tinggi. Model dilatih selama 100 epoch dengan ukuran batch 8, dataset terdiri dari 200 gambar (70% pelatihan, 20% validasi, 10% pengujian), dengan menghasilkan rata-rata presisi 89,75% dan akurasi mAP50 92%. Implementasi dalam framework Streamlit menyediakan antarmuka WebApps yang user-friendly, memungkinkan pengguna mengunggah gambar dari komputer lokal, tautan, atau video kamera real-time. Hasil penelitian meningkatkan efisiensi dalam menentukan kematangan pisang susu dan memberikan solusi objektif, berpotensi meningkatkan daya saing pasar serta manfaat bagi petani dalam menentukan waktu panen optimal.

Kata Kunci — CNN, Computer Vision, Pengolahan Citra, Pisang Susu, YOLOv8n

1. PENDAHULUAN

Tanaman pisang merupakan tanaman hortikultura yang menjadi salah satu bahan ekspor unggulan yang mempunyai potensi besar bagi negara[1]. Di Kediri pisang yang ditanam di pekarangan seringkali tidak mendapatkan perawatan intensif, sehingga produksinya rendah dan kalah bersaing di pasar internasional[2]. Pisang susu adalah salah satu jenis pisang yang memiliki nilai tambah tinggi karena kualitas buahnya yang manis dan kaya akan kandungan nutrisinya[3]. Kematangan buah pisang mempengaruhi kualitasnya dan menjadi pertimbangan sebelum dipanen. Buah yang dipetik terlalu muda, meskipun sudah matang, biasanya tidak memiliki rasa dan aroma yang optimal. Sebaliknya, buah yang terlalu tua akan terasa lebih manis dan aromatik, namun umur simpannya lebih pendek. Oleh karena itu, kematangan panen harus disesuaikan jangkauan pemasaran dan kegunaan buah pisang susu[4].

Pisang susu di wilayah Kediri menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas dan nilai ekonomi hasil panen. Banyak petani yang masih menggunakan metode tradisional untuk menentukan kematangan buah, yang memiliki resiko menghasilkan buah terlalu matang atau muda. Tingkat kematangan saat panen sangat mempengaruhi umur simpan dan kualitas buah[5]. Selain itu, tingkat kematangan buah saat panen juga berpengaruh terhadap *grade* pisang yang akan dipasarkan di *mall*, sehingga pemilihan tingkat kematangan yang tepat dapat meningkatkan daya saing produk di pasar modern. Untuk mengatasi masalah yang dapat membantu mengenali tingkat kematangan buah pisang secara akurat dapat menggunakan metode YOLOv8n dan CNN[6].

Penggunaan YOLOv8n dan *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk mendeteksi kematangan pisang susu merupakan pendekatan yang efektif dan inovatif. CNN dapat mendeteksi tingkat kematangan berdasarkan warna dan tekstur, sehingga membantu petani menentukan waktu terbaik untuk panen. Sementara itu YOLOv8n memungkinkan deteksi objek secara real-time dengan akurasi tinggi, sehingga memudahkan identifikasi kematangan buah di lapangan. Kombinasi kedua teknologi ini meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil panen serta memberikan solusi yang lebih objektif dibandingkan metode tradisional. Pengenalan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan daya saing dan kualitas produk pisang susu dipasaran[7],[8].

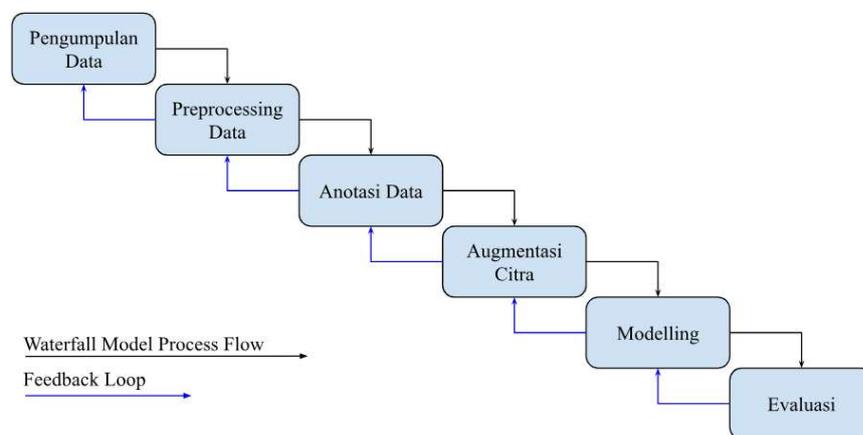
Penelitian sebelumnya, klasifikasi kematangan buah pisang menggunakan metode *Convolutional Neural Network (CNN)* dan YOLOv8n telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dengan mengimplementasikan CNN untuk mengklasifikasi tingkat kematangan pisang dengan akurasi 95% dan menerapkan YOLOv8n untuk mencatat nilai mAP sebesar 81%, menunjukkan kemampuan deteksi yang baik dalam waktu yang baik dalam mendeteksi objek *real-time*[9]. Kedua pendekatan tersebut bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemilahan pasca panen, yang sangat penting bagi petani untuk memastikan kualitas produk yang optimal[10].

Solusi dalam permasalahan tersebut dapat menggunakan berbasis web untuk membantu petani menentukan kematangan pisang susu. Dengan menggunakan YOLOv8n dan CNN yang dirancang untuk memudahkan dalam mendeteksi kematangan buah dan mengukur tingkat akurasi. Pada aplikasi ini menyediakan fitur utama berupa deteksi otomatis kematangan melalui *upload* gambar atau menggunakan kamera langsung, sehingga dapat segera mengetahui kondisi buah di lapangan. Sistem deteksi menggunakan YOLOv8n untuk mengidentifikasi objek *real-time* dan CNN sebagai analisis tingkat kematangan berdasarkan warna dan tekstur buah. Dengan solusi ini, petani dapat meningkatkan efisiensi pemanenan, mengurangi resiko panen buah yang terlalu matang atau terlalu muda, serta memastikan bahwa *grade* pisang susu yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas *mall*.

Standar kualitas *mall* pada aplikasi deteksi kematangan pisang susu dengan menggunakan YOLOv8n dan CNN bertujuan untuk memastikan buah pisang yang dipanen memenuhi tingkat kualitas yang tinggi. Aplikasi ini membantu petani secara otomatis menentukan waktu panen yang optimal dengan menganalisis warna dan tekstur buah secara *real-time* mengurangi risiko tepat panen dan meningkatkan daya saing produk pisang susu di pasar.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan pendekatan komprehensif untuk mengetahui tingkat kematangan pisang susu. Proses yang terlibat mencakup beberapa fase utama, mulai dari pengumpulan data, pengelolaan data dan augmentasi gambar hingga implementasi model. Alur penelitian ini telah dicantumkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram *Waterfall Model*

2.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui roboflow, dengan total 130 gambar untuk kategori *fresh* dan 70 gambar untuk kategori *rotten*.

2.2 Preprocessing Data

Sebelum dianalisis lebih lanjut, citra yang dikumpulkan menjalani proses pra pemrosesan yang meliputi: pada normalisasi dilakukan penskalaan kembali terhadap nilai – nilai yang tersimpan pada dataset yang membuat proses pengolahan menjadi lebih mudah[11], dan *Resize* yaitu mengubah ukuran citra dalam satuan pixel[12].

2.3 Anotasi Data

Pada tahap anotasi, dilakukan segmentasi objek menggunakan citra digital pisang untuk memisahkan objek utama dari latar belakang [13]. Langkah ini mempermudah model dalam mengenali ciri-ciri penting dari objek. Hasil segmentasi berupa citra hitam-putih, di mana objek utama dipisahkan secara jelas dari latar belakang.

Proses segmentasi ini dilakukan melalui Roboflow, sebuah platform berbasis web yang mendukung pengumpulan, anotasi, dan pra-pemrosesan dataset. Melalui Roboflow, pengguna dapat melakukan anotasi dan segmentasi objek dengan lebih efisien, termasuk manipulasi seperti perluasan gambar (*image augmentation*) yang berguna dalam proses pelatihan model [14].

2.4 Augmentasi Citra

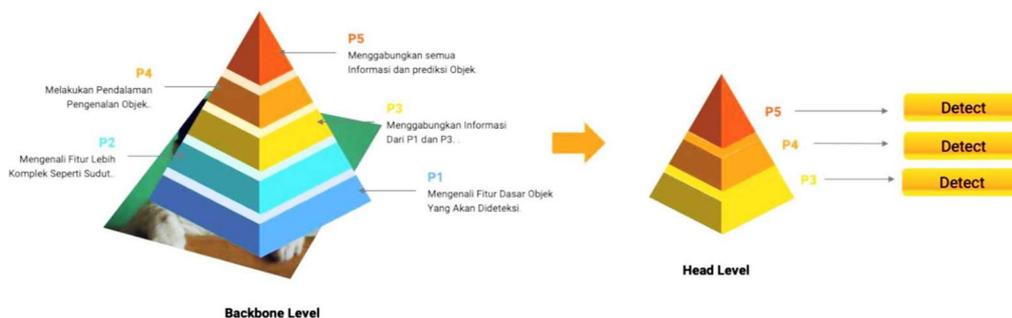
Karena jumlah data yang dikumpulkan dalam penelitian ini masih tergolong sedikit, maka dilakukan proses pengayaan data untuk menambah jumlah variasi data yang ada. Augmentasi data adalah teknik yang digunakan untuk membuat variasi data baru dari data yang sudah ada dengan melakukan transformasi pada gambar. Hal ini meningkatkan keragaman data yang digunakan dan membantu mencegah *overfitting*. Proses augmentasi data dilakukan menggunakan perpustakaan *ImageDataGenerator*, yang merupakan bagian dari kerangka Keras[15].

Teknik augmentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah: teknik *flip left-right*, *flip top-bottom*. Akibat perluasan ini, kumpulan data berfluktuasi, sehingga membantu model mendeteksi berbagai kondisi pematangan pisang. Augmentasi ini menghasilkan total 200 gambar, 130 kategori *fresh*, 70 kategori *rotten*.

2.5 Modelling

Dalam penelitian ini, digunakan teknologi *Computer Vision*, yang merupakan bidang kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk memahami dan menafsirkan informasi visual dari gambar atau video[16]. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam *Computer Vision* adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra[17].

Metode CNN yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan algoritma YOLOv8n. YOLOv8 (*You Only Look Once* versi 8) adalah model deteksi objek yang memiliki keunggulan dalam hal akurasi dan kecepatan dibandingkan versi YOLO sebelumnya. YOLOv8 dirancang untuk melakukan deteksi objek secara *real-time*, sehingga ideal untuk tugas deteksi dan klasifikasi kesegaran buah dengan presisi tinggi.



Gambar 2. Arsitektur YOLOv8

(Sumber Gambar : <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/jupiter/article/view/8633/3151>)

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa YOLOv8 memiliki dua komponen utama dalam arsitekturnya : *backbone* dan *head*. *Backbone* adalah bagian dari *Convolutional Neural Network* (CNN) yang berfungsi untuk mengekstrak fitur dari data masukan, seperti gambar dan video[18]. *Backbone* ini terdiri dari lima level, yang masing-masing mewakili tahap dalam proses deteksi objek:

1. Tahap P1 digunakan untuk mendeteksi ciri-ciri dasar objek seperti garis, bentuk, warna, dan elemen visual dasar lainnya.
2. P2 untuk mendeteksi fitur objek yang lebih kompleks, seperti sudut gambar.
3. P3 digunakan menggabungkan dan memproses lebih lanjut informasi yang dikumpulkan oleh P1 dan P2.
4. Lapisan P4 digunakan untuk meningkatkan deteksi objek yang dikumpulkan di lapisan P1 dan P2.
5. Lapisan P5 digunakan untuk menggabungkan semua informasi dan prediksi objek sekaligus berfungsi sebagai dasar untuk proses deteksi objek pada tahapan berikutnya.

Lapisan-lapisan ini bekerja bersama untuk mendukung proses deteksi objek pada YOLOv8, sehingga menghasilkan model yang efisien dalam mengklasifikasikan dan mengenali objek secara tepat di berbagai kondisi visual. Selain itu, untuk lapisan *head*, membuat *Bounding Box* gunakan rumus (1).

$$(x, y) = \left(\frac{1}{1+e^{-tx}}, \frac{1}{1+e^{-ty}} \right) \dots \dots \dots (1)$$

- a. (x,y) merupakan koordinat pusat dari *bounding box* objek. Sedangkan (tx,ty) merupakan koordinat pusat dari *bounding box* objek yang dihitung menggunakan fungsi sigmoid sebagaimana yang dijelaskan dalam rumus (1). Kemudian, untuk menentukan ukuran *bounding box*, akan digunakan rumus (2).

$$(w, h) = (pw \cdot e^{tw}, ph \cdot e^{th}) \dots \dots \dots (2)$$

- b. dimana pw dan ph merepresentasikan dimensi *anchor box* yang dipilih, sedangkan tw dan th adalah output dari jaringan saraf untuk dimensi kotak pembatas objek. Lalu untuk menghitung *confidence score* maka akan menggunakan rumus (3).

$$P(\text{Objek}) = \sigma(t_{obj}) \dots \dots \dots (3)$$

c. Dimana t_{obj} adalah *output* jaringan saraf yang menunjukkan probabilitas keberadaan objek.

Model YOLOv8n diterapkan untuk mendeteksi kematangan pisang susu dan mengklasifikasikannya menjadi dua kategori: *Fresh dan Rotten*. Model ini dilatih menggunakan augmented data dimana datanya dibagi sebagai berikut. 70% untuk data latih, 20% untuk data validasi, dan 10% untuk data uji.

2.6 Matriks Evaluasi Model

Untuk menentukan tingkat keberhasilan dari kinerja sistem menggunakan model yang telah dilatih untuk mendeteksi objek digunakan matriks evaluasi diantaranya adalah *Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, mAP, Confusion Matrix*. *Confusion matrix* adalah tabel yang menyatakan klasifikasi jumlah data uji yang benar dan jumlah data uji yang salah. Contoh confusion matrix untuk klasifikasi biner ditunjukkan pada Tabel 1[19].

Tabel 1. *Confusion Matrix*

Class	Kelas Positif	Kelas Negatif
Positif	TP (True Positive)	TN (True Negative)
Negatif	FP (False Positive)	FN (False Negative)

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + FP + FN + TN)}$$

$$Precision = \frac{TP}{(TP + F)}$$

$$Recall = \frac{TP}{(TP + FN)}$$

$$F-1 \text{ Score} = 2 * \frac{(Recall * Precision)}{(Recall + Precision)}$$

$$mAP = \sum_{i=1}^N \frac{AP(i)}{N} * 100\%$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah langkah awal penting dalam penelitian atau pengembangan, di mana data dikumpulkan untuk dianalisis lebih lanjut. Dalam pengembangan model kecerdasan buatan (AI), proses ini mencakup tidak hanya pengumpulan data mentah, tetapi juga persiapan dan pemrosesan agar data siap digunakan secara efektif. Salah satu *platform* yang mempermudah proses ini adalah Roboflow, sebuah *platform web* yang dirancang untuk mengelola dan mempersiapkan dataset, terutama dalam konteks pelatihan model AI. Proses pengumpulan data menghasilkan total 200 gambar, 130 kategori *fresh* atau segar, 70 kategori *rotten* atau busuk. Berikut ini hasil proses pengumpulan data yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Proses Pengumpulan Data

Hasil proses pengumpulan data menggunakan Roboflow yang menyediakan berbagai fitur seperti perluasan gambar dan anotasi, yang memungkinkan pengguna untuk melakukan teknik pra-pemrosesan data dengan mudah terdapat pada Gambar 3. Dengan menggunakan Roboflow, pengguna dapat menyiapkan data dengan lebih efisien sebelum digunakan dalam pelatihan model, memastikan bahwa dataset yang digunakan sudah dalam bentuk optimal untuk mencapai hasil yang lebih baik.

3.2 Preprocessing Data

Sebelum dianalisis lebih lanjut, citra yang dikumpulkan menjalani proses prapemrosesan yang meliputi:

- Normalisasi: Mengubah ukuran gambar untuk konsistensi.
- Peningkatan Kontras: Meningkatkan visibilitas fitur penting dalam gambar.

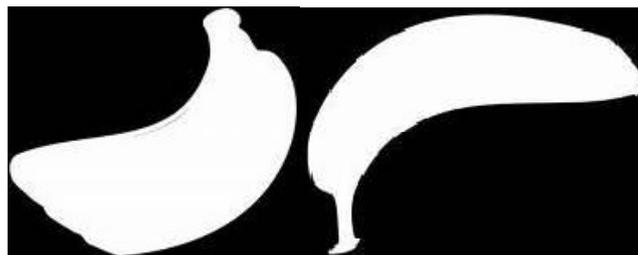


Gambar 4. *Resize* dan Normalisasi

Karena jumlah data yang dikumpulkan dalam penelitian ini masih tergolong sedikit, maka dilakukan proses pengayaan data untuk menambah jumlah variasi data yang ada seperti pada Gambar 4. Jika model membutuhkan input berukuran 224x224 piksel, maka semua gambar akan diubah ukurannya menjadi 224x224 piksel, meskipun ukuran asli gambar tersebut berbeda. *Resize* memastikan bahwa gambar-gambar yang digunakan dalam pelatihan memiliki ukuran yang sama, yang penting untuk menjaga kestabilan dan keefektifan pelatihan. Normalisasi menyesuaikan nilai piksel gambar, biasanya dengan mengubah rentang nilai dari 0-255 menjadi 0-1 atau -1 hingga 1, untuk memudahkan model dalam memproses data dan mempercepat konvergensi selama pelatihan. Augmentasi data adalah teknik yang digunakan untuk membuat variasi data baru dari data yang sudah ada dengan melakukan transformasi pada gambar. Hal ini meningkatkan keragaman data yang digunakan dan membantu mencegah *overfitting*. Proses augmentasi data dilakukan menggunakan ImageDataGenerator, yang merupakan bagian dari perpustakaan kerangka Keras.

3.3 Anotasi Data

Anotasi data dan segmentasi gambar merupakan langkah penting dalam mempersiapkan dataset untuk pelatihan model kecerdasan buatan. Pada tahap segmentasi, citra digital dipisahkan menjadi dua bagian utama, yaitu objek dan latar belakang, agar model dapat mudah mengenali ciri-ciri penting dari objek yang dianalisis.

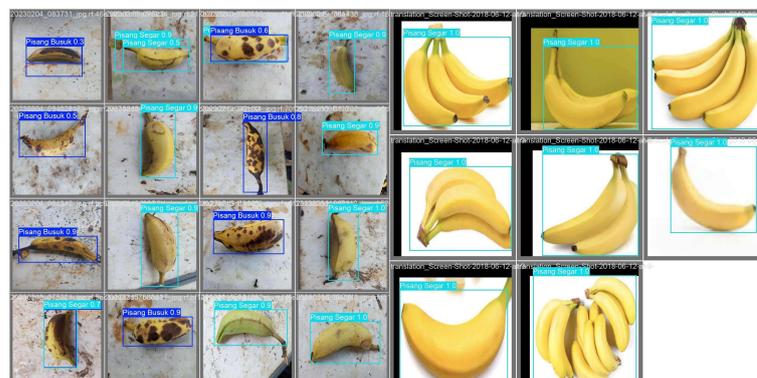


Gambar 5. Segmentasi Gambar Pisang Susu

Teknik segmentasi pada Gambar 5 yang dihasilkan dalam penelitian ini meliputi *thresholding*, yang memanfaatkan ambang batas intensitas untuk memisahkan objek dari latar belakang berdasarkan perbedaan nilai piksel, dan *contour detection*, yang berfungsi untuk mengidentifikasi bentuk objek dengan mendeteksi garis batas atau kontur yang memisahkan objek dari area sekitarnya. Kedua teknik ini diimplementasikan untuk meningkatkan akurasi model dalam mengenali dan mengklasifikasikan objek secara lebih efektif.

3.4 Augmentasi Citra

Augmentasi citra dilakukan untuk menambah jumlah data pelatihan. Teknik augmentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah: teknik *flip left-right* dan *flip top-bottom*. Akibat perluasan ini, kumpulan data berfluktuasi, sehingga membantu model mendeteksi berbagai kondisi pematangan pisang.



Gambar 6. Hasil Citra Deteksi

Ditampilkan hasil deteksi pada Gambar 6 yang menunjukkan *confidence score* antara *range* bernilai 0.2 hingga 1.0 dalam mengidentifikasi kesegaran buah. Angka-angka ini mengindikasikan bahwa model yang digunakan memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi tingkat kesegaran buah pisang susu. Hal ini penting karena akurasi dalam mendeteksi kesegaran tidak hanya berkontribusi pada kualitas produk, tetapi juga dapat mempengaruhi kepuasan konsumen hingga *grade* jenis buah pisang susu yang akan dipasarkan di *mall*. Dengan perkembangan teknologi dan algoritma terbaru, model ini semakin efisien dan dapat diandalkan untuk memberikan penilaian yang akurat terhadap kondisi buah pisang susu yang dideteksi.

3.5 Modelling

Pelatihan model menggunakan YOLOv8n yang dilatih sebelumnya dilakukan dengan memanfaatkan dataset disimpan di Google Drive seperti pada Gambar 7 berikut dibawah ini.

```

Banana Predict Modelling YOLO v8.pyrb
File Edit View Insert Runme Tools Help Last used: 01/23/2025

Epoch GPU_mem box_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
95/100 1.090 0.458 0.5921 0.3423 15 416: 100% 9/9 [00:01:00:00, 5.561t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95) 100% 2/2 [00:00:00:00, 6.881t/s]
all 40 42 0.873 0.929 0.922 0.653

Epoch GPU_mem box_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
96/100 1.090 0.4712 0.5263 0.3272 15 416: 100% 9/9 [00:01:00:00, 6.831t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95) 100% 2/2 [00:00:00:00, 7.861t/s]
all 40 42 0.872 0.922 0.926 0.653

Epoch GPU_mem box_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
97/100 1.090 0.4709 0.5400 0.3133 12 416: 100% 9/9 [00:01:00:00, 6.811t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95) 100% 2/2 [00:00:00:00, 6.541t/s]
all 40 42 0.938 0.886 0.928 0.656

Epoch GPU_mem box_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
98/100 1.050 0.4535 0.5484 0.3053 13 416: 100% 9/9 [00:01:00:00, 6.561t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95) 100% 2/2 [00:00:00:00, 6.741t/s]
all 40 42 0.925 0.868 0.919 0.662

Epoch GPU_mem box_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
99/100 1.090 0.4338 0.5069 0.3034 12 416: 100% 9/9 [00:01:00:00, 5.251t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95) 100% 2/2 [00:00:00:00, 3.111t/s]
all 40 42 0.920 0.880 0.929 0.666

Epoch GPU_mem box_loss cls_loss dfl_loss Instances Size
100/100 1.090 0.4497 0.5314 0.3273 10 416: 100% 9/9 [00:02:00:00, 4.011t/s]
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95) 100% 2/2 [00:00:00:00, 2.821t/s]
all 40 42 0.911 0.899 0.920 0.699

100 epochs completed in 8.085 hours.
optimizer stripped from runs/detect/train/weights/last.pt, 5.0MB
optimizer stripped from runs/detect/train/weights/best.pt, 5.0MB

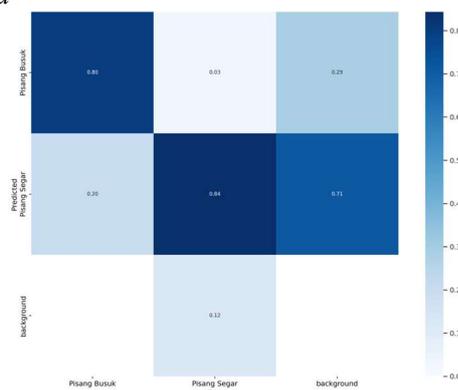
Validating runs/detect/train/weights/best.pt...
Ultralytics 8.3.18 | Python 3.10.12 torch 2.4.1rcu212 CUDA0 (Tesla T4, 15300MiB)
Model Summary (F160): 180 layers, 2,448,708 parameters, 0 g-params, 6.354GiB
Class Images Instances Box(P R mAP50 mAP50-95) 100% 2/2 [00:00:00:00, 2.991t/s]
all 40 42 0.920 0.860 0.920 0.653
Pisang Segar 30 10 1 0.993 0.972 0.694
Pisang Busuk 10 10 0.873 0.884 0.867 0.638
Speed: 8.1ms preprocess, 2.0ms inference, 0.0ms loss, 2.4ms postprocess per image
    
```

Gambar 7. Proses Modelling YOLOv8n

Pada Gambar 7 dataset ini terdiri dari 200 *image* yang telah dibagi menjadi tiga bagian: 70% untuk pelatihan, 20% untuk validasi, dan 10% untuk pengujian. Selama proses pelatihan pada Gambar 6, model berusaha untuk memperbarui bobotnya guna meningkatkan akurasi dalam memprediksi *bounding box* pada objek. Proses ini berlangsung selama 2 jam dan 5 menit, dengan total 100 *epoch*. Hasil dari pelatihan menunjukkan performa yang sangat baik, dengan tingkat *precision* mencapai 92,6%, *recall* 86,9%, mAP50 92%, dan mAP50-95 66,1%.

3.6 Matriks Evaluasi Model

3.6.1 Confusion Matrix Normalized



Gambar 8. Confusion Matrix Normalized

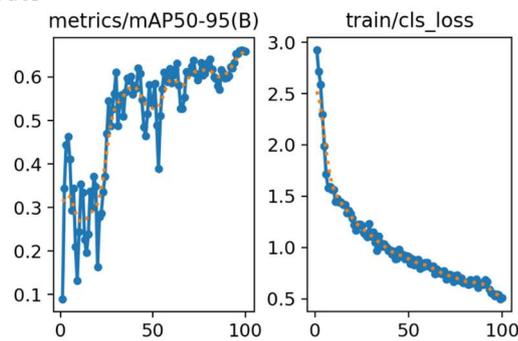
Pada Gambar 8, peneliti akan mengevaluasi kinerja model YOLOv8n yang telah dikembangkan melalui serangkaian pengujian. Pada tahap awal, peneliti menerapkan *Confusion Matrix Normalized* untuk menilai kemampuan model dalam membedakan jenis kualitas buah segar dan buah yang telah mengalami pembusukan. Nilai persentase dalam *confusion matrix* yang dinormalisasi memberikan gambaran yang jelas tentang seberapa baik model dalam mengklasifikasikan objek dengan benar. Nilai-nilai dalam *confusion matrix*, seperti *Precision*, *Recall*, dan *F1-score*, dapat dihitung untuk menilai akurasi model dalam membedakan buah segar dan busuk. Hasil evaluasi model ini menunjukkan kinerja yang solid, dengan akurasi 92%, dan *precision* serta *recall* yang cukup tinggi untuk kedua kategori, meskipun ada area yang dapat ditingkatkan, seperti kesalahan minor kelas.

Tabel 2. *Performance Modelling* Pisang Susu

Class	Images	Instances	Box Precision	Box Recall	mAP50	mAP50-95
All	200	42	0.926	0.869	0.92	0.661
Pisang Busuk	70	10	1	0.893	0.972	0.694
Pisang Segar	130	32	0.853	0.844	0.867	0.628

Berdasarkan hasil yang ditampilkan dalam grafik pada Tabel 2 terlihat bahwa model YOLOv8n mencapai tingkat akurasi yang sangat baik dalam mendeteksi kesegaran buah pisang susu, dengan nilai rata-rata akurasi berkisar antara 0.867 hingga 0.972 untuk setiap *class* kualitas buah yang diuji. Angka ini menunjukkan kemampuan model untuk secara efektif membedakan antara buah segar dan busuk dalam berbagai kondisi serta variasi yang ada. Hal ini diperkuat oleh rincian yang ada memberikan gambaran lebih mendalam mengenai performa model dalam kondisi kategori yang ditentukan. Dengan akurasi yang konsisten ini, model YOLOv8n dapat diandalkan untuk aplikasi praktis dalam industri pertanian dan distribusi pangan.

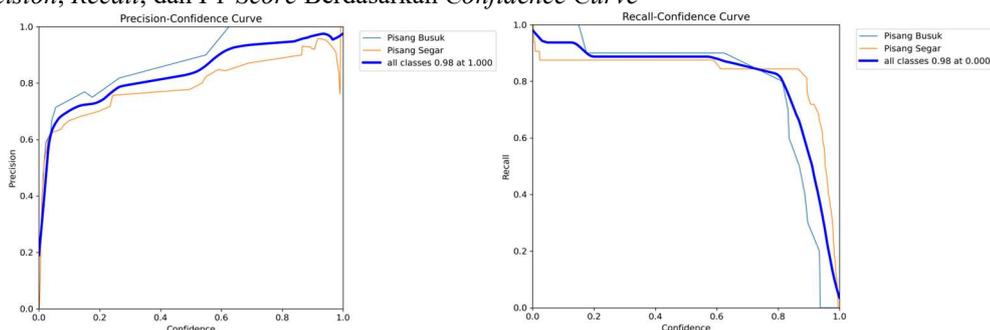
3.6.2 Hasil Matriks Evaluasi Model



Gambar 9. Hasil Matriks Evaluasi Model

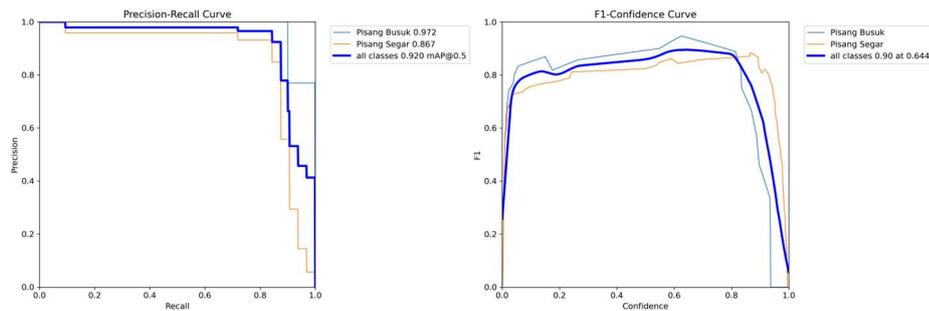
Pada Gambar 9. Hasil Matriks Evaluasi Model menunjukkan hasil evaluasi dari beberapa metrik penting dalam deteksi objek dan pelatihan model. mAP50-95(B), yang mengukur rata-rata presisi pada berbagai *threshold* IoU, menunjukkan nilai 75%, mengindikasikan bahwa model cukup baik dalam mendeteksi objek di berbagai level ketelitian. Sementara itu, nilai *train/box_loss* sebesar 0.03, *train/cls_loss* sebesar 0.05, dan *train/df_loss* sebesar 0.02 menunjukkan bahwa model berhasil meminimalkan kesalahan dalam prediksi *bounding box*, klasifikasi objek, dan distilasi fitur. Penurunan tren loss sepanjang pelatihan menunjukkan bahwa model semakin baik dalam memprediksi objek dan klasifikasinya seiring berjalannya waktu. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan kinerja model yang solid, meskipun masih ada potensi untuk peningkatan lebih lanjut.

3.6.3 Precision, Recall, dan F1-Score Berdasarkan Confidence Curve



Gambar 10. *Precision dan Recall Berdasarkan Confidence Curve*

Dalam evaluasi pertama, model YOLOv8n yang telah dilatih menunjukkan *precision* mencapai 98% pada tingkat kepercayaan 100% sesuai pada Gambar 10. Ini menandakan bahwa pada tingkat kepercayaan yang sangat tinggi, model ini mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan objek dari semua kelas dengan akurasi yang optimal. Sebaliknya, pada tingkat kepercayaan terendah, yaitu 0%, model YOLOv8n tetap menunjukkan performa yang baik dengan *recall* atau sensitivitas deteksi sebesar 98%. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun model memiliki keyakinan yang rendah terhadap prediksinya, ia tetap mampu mengenali dan mengidentifikasi objek di semua kelas dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Temuan ini menyoroti kemampuan model untuk tetap efektif dalam kondisi yang kurang ideal, menunjukkan potensi aplikatifnya berbagai situasi di dunia nyata.

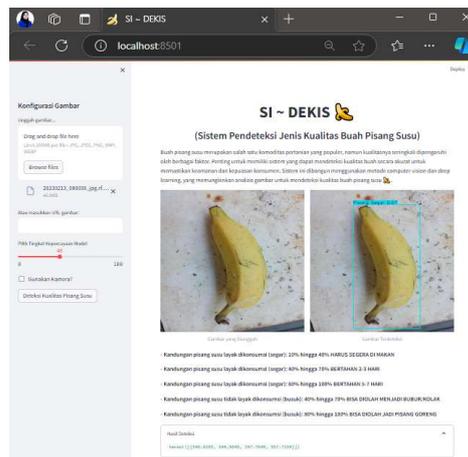


Gambar 11. F1-Score Berdasarkan Confidence Curve

Grafik yang ditampilkan dalam Gambar 11 menunjukkan hasil evaluasi F1-Score model, di mana presisi dicapai adalah sebesar 0.92 atau 92% dengan ambang batas *threshold* di atas 50%. Hasil ini mengindikasikan bahwa model memiliki keseimbangan yang cukup baik antara *precision* dan *recall* ketika tingkat kepercayaan melebihi 50%. Keseimbangan ini penting karena memastikan bahwa model tidak hanya mampu mendeteksi objek dengan tepat, tetapi juga meminimalkan kesalahan dalam klasifikasi. Dengan F1-Score yang menggambarkan performa keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa model dapat diandalkan dalam melakukan identifikasi objek secara efektif dalam konteks yang diuji.

3.7 Implementasi Framework Streamlit

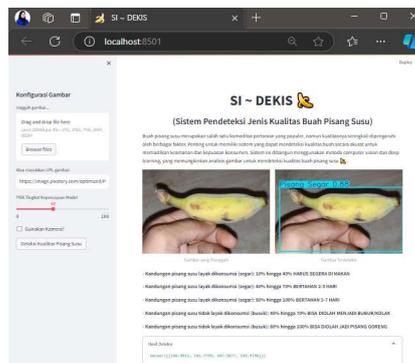
3.7.1 WebApps Upload Gambar Dari Komputer Lokal



Gambar 12. Tampilan WebApps Upload Gambar Dari Komputer Lokal

Pada Gambar 12 dijelaskan bahwa pengguna meng-*upload* gambar buah pisang susu dari komputer lokal untuk analisis kualitas. Setelah memilih file, model YOLOv8n memproses gambar dan menampilkan hasil, menunjukkan apakah pisang susu segar atau busuk. Fitur ini menawarkan kemudahan deteksi pada gambar statis dengan antarmuka yang *user-friendly*.

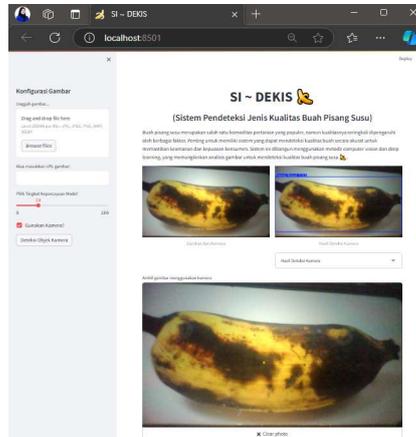
3.7.2 WebApps Melalui Tautan (url) Gambar Pisang



Gambar 13. Tampilan WebApps Melalui Tautan (url) Gambar Pisang

Pada Gambar 13 dijelaskan bahwa akses gambar pisang melalui tautan (URL) untuk analisis kualitas perlu memasukkan URL gambar, dan model YOLOv8n memproses secara otomatis. Hasil analisis ditampilkan, menunjukkan pisang segar atau busuk, dengan antarmuka intuitif untuk pengalaman pengguna cepat dan efisien.

3.7.3 WebApps Real-Time Dari Video Kamera



Gambar 14. Tampilan *WebApps Real-Time* Dari Video Kamera

Pada Gambar 14 dijelaskan bahwa model deteksi kualitas buah pisang susu telah diterapkan di sebuah situs web untuk analisis *real-time* menggunakan webcam dan video. Keterbatasan dataset membuat model ini hanya dapat mendeteksi pisang susu segar dan busuk tertentu. Gambar di atas menunjukkan hasil pengujian model YOLOv8n dengan video ber-*frame rate* rendah akibat keterbatasan perangkat, meskipun menunjukkan potensi dalam pemantauan kualitas buah secara *real-time*. Pengujian model YOLOv8n diintegrasikan ke dalam model yang menunjukkan performa cukup baik dalam situasi deteksi waktu nyata.

4. SIMPULAN

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi yang dilakukan, beberapa hal dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pisang susu memiliki nilai tambah tinggi dengan kualitas buah yang kaya nutrisi. Tingkat kematangan buah pisang susu sangat mempengaruhi rasa, kualitas, aroma dan umur simpannya. Dengan mempertimbangkan dampak pada grade yang ditentukan oleh *mall*.
2. Penggunaan teknologi YOLOv8n dan CNN dalam deteksi kematangan pisang susu menawarkan solusi akurat dibandingkan dengan metode tradisional. YOLOv8n digunakan sebagai kemampuan mendeteksi objek *real-time*, sementara CNN sebagai analisis tingkat kematangan berdasarkan warna dan tekstur. Dalam YOLOv8n dan CNN dapat digunakan dalam membantu menentukan waktu panen yang tepat dan memastikan kualitas pisang susu yang memenuhi standar *mall*.
3. Pada aplikasi berbasis web dapat membantu untuk mendeteksi kematangan pisang susu secara otomatis, mengurangi risiko panen yang tidak tepat, serta meningkatkan daya saing produk di pasar. Aplikasi ini memastikan bahwa pisang susu memenuhi standar kualitas yang tinggi agar dapat memasuki *mall*.
4. Model YOLOv8n yang dilatih selama 100 *epoch* dengan ukuran *batch* 8 berhasil mengklasifikasikan kesegaran buah menjadi dua kategori: segar dan busuk, dengan akurasi rata-rata mencapai 88%. Pelatihan menunjukkan performa yang sangat baik, dengan akurasi mAP50 92% dan mAP50-95 66,1%.
5. Evaluasi menggunakan metrik umum menunjukkan tingkat *precision* sebesar 92,6% dan *recall* 86,9% pada *epoch* ke-100. Dengan demikian, rata-rata presisi keseluruhan model dalam mendeteksi kesegaran buah sekitar 89,75%. Dataset 200 *image* (70% data *training*, 20% data validasi, dan 10% data *testing*.)
6. Implementasi terhadap *framework Streamlite* dapat digunakan melalui tampilan *webapps user-friendly* dengan menggunakan *input* gambar melalui komputer lokal, tautan (url), serta video kamera *real-time*.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran untuk meningkatkan deteksi kualitas pisang susu meliputi perluasan dataset dengan variasi gambar dari berbagai varietas dan kondisi buah, serta melanjutkan pelatihan model dengan lebih banyak *epoch* dan teknik *preprocessing* seperti augmentasi data. Pengujian model pada gambar dengan kondisi pencahayaan yang berbeda juga penting untuk memastikan konsistensi. Selain itu, integrasi teknologi pemrosesan citra canggih, seperti segmentasi objek dan peningkatan resolusi gambar, dapat

meningkatkan akurasi deteksi. Penggunaan metode lain dalam *computer vision*, seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN) yang lebih dalam atau arsitektur seperti ResNet atau EfficientNet, dapat meningkatkan kemampuan ekstraksi fitur, mengurangi *overfitting*, dan mempercepat inferensi, sehingga meningkatkan kinerja model dalam kondisi yang lebih menantang. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan dapat tercipta sistem deteksi yang lebih *robust* dan aplikatif, khususnya di sektor pertanian dan distribusi pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. H. Ujang Rohman, "Optimalisasi Pemanfaatan Pisang Kepok Sebagai Produk Unggulan Desa Grinting Tulangan Sidoarjo Jawa Timur," *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 1-8, 2021.
- [2] P. B. H. J. Arif Hartono, "PELATIHAN PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN KERUPUK," *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, pp. 198-203, 2013.
- [3] F. A. Septian Hari Pratama, "KANDUNGAN GIZI, KESUKAAN, DAN WARNA BISKUIT SUBSTITUSI TEPUNG PISANG," *Journal of Nutrition College*, vol. 4, no. 2, pp. 252-258, 2015.
- [4] M. Indarto, "Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS," *JUITA : Jurnal Informatika*, pp. 15-21, 2017.
- [5] E. M. N. I. R. S. A. L. K. R. Doni Andriansyah, "Klasifikasi Kualitas Buah Pisang Berdasarkan Waktu Panen dan Tingkat Kematangan Menggunakan Metode SVM & KNN," *SATIN –Sains dan Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 147-156, 2024.
- [6] D. I. H. Rita Hayati, "PENGARUH TINGKAT KEMATANGAN DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP KUALITAS PISANG MAS (*Musa acuminata* Colla)," *Jurnal Agrotropika*, pp. 145-155, 2023.
- [7] E. R. L. F. B. H. H. R. R. P. Budi Yanto, "PENERAPAN ALGORITMA DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DALAM MENENTUKAN KEMATANGAN BUAH JERUK MANIS BERDASARKAN CITRA RED GREEN BLUE (RGB)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, pp. 59-66, 2023.
- [8] E. S. N. Y. N. K. M. I. H. Fernandy Jupiter, "Implementasi Algoritma CNN dan YOLO untuk Mendeteksi Jenis Kendaraan pada Jalan Raya," *Jurnal Informasi dan Telematika*, vol. 14, no. 2, pp. 110-117, 2023.
- [9] A. I. Hanifah, "Klasifikasi Kematangan Pisang Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 12, no. 2, pp. 169-176, 2023.
- [10] M. F. H. E. S. O. Rendra Soekarta, "Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Secara Real-Time Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Android," *INSECT*, vol. 10, no. 01, pp. 11-20, 2024.
- [11] A. KHOTIBUL UMAM, "Perbandingan Metode ARIMA dan LSTM pada Prediksi Jumlah Pengunjung Perpustakaan," *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 119-129, 2023.
- [12] S. D. A. N. I. N. C. K. AZIZAH AULIA RAHMAN, "Perbandingan Algoritma YOLOv4 dan Scaled YOLOv4 untuk Deteksi Objek pada Citra Termal," *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 61-71, 2022.
- [13] S. M. R. M. A. B. K. D. D. A. A. S. A. Wulandari, "KLASIFIKASI KANDUNGAN NUTRISI BUAH PISANG BERDASARKAN FITUR TEKSTUR DAN WARNA LAB MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, vol. 11, no. 03, pp. 507-518, 2024.
- [14] D. S. M. M. Nurhaliza Juliyani Hayati, "OBJECT TRACKING MENGGUNAKAN ALGORITMA YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO)v8 UNTUK MENGHITUNG KENDARAAN," *KOMPUTA : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 12, no. 2, pp. 91-99, 2023.
- [15] A. H. Afifah Inas Hanifah, "Klasifikasi Kematangan Pisang Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 12, no. 2, pp. 169-176, 2023.
- [16] B. B. D. I. M. S. L. Yuma Akbar, "DETEKSI MICROSLEEP MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN SENSOR ESP32 PADA PENGEMUDI," *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, vol. 7, no. 5, pp. 1668-1674, 2024.
- [17] N. H. D. R. S. H. Fani Nurona Cahya, "Klasifikasi Penyakit Mata Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 10, no. 3, pp. 618-626, 2021.
- [18] J. T. I. Arie Ardiansyah, "Evaluasi Kinerja Model YOLOv8 dalam Deteksi Kesegaran Buah," *Jurnal JUPITER*, vol. 16, no. 2, pp. 357-368, 2024.
- [19] S. A. P. Dwi Normawati, "Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 697-711, 2021.
- [20] S. R. Pratama, "Penerapan Deep Learning untuk Deteksi Penyakit pada Tanaman Padi Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 8, no. 3, pp. 211-220, 2022.
- [21] R. W. Oktaviani, "Deteksi Kematangan Buah Mangga dengan Metode Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Networks," *Jurnal Informatika Universitas Satya Negara Indonesia*, vol. 13, no. 1, pp. 45-56, 2023.
- [22] A. S. Prasetya, "Penggunaan Metode Convolutional Neural Networks (CNN) pada Sistem Pendeteksi Kualitas Buah Apel," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 2, pp. 72-83, 2021.
- [23] M. R. Suryani, "Implementasi Computer Vision untuk Pemantauan Kualitas Buah Jeruk di Industri Pertanian," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 4, pp. 200-210, 2022.
- [24] T. H. Widodo, "Analisis Penerapan Model YOLO untuk Deteksi Kerusakan pada Buah Tomat," *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 67-79, 2021.

Implementasi Sistem Informasi Desa dalam Konsep Smart Village

Achmad Choirun N. W.¹, Jefri Handika², Septian Hariadi³, Risa Helilintar⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹choirun1101@gmail.com, ²handikajefri80@gmail.com, ³septianhariadi20@gmail.com,
⁴risa.helilintar@gmail.com

Abstrak – Di era digital, penerapan teknologi informasi dalam tata kelola desa menjadi sangat penting untuk meningkatkan kualitas layanan publik dan memperkuat pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem informasi desa berbasis konsep Smart Village, yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mendorong kemandirian dan transparansi. Metode penelitian meliputi studi literatur, analisis kebutuhan melalui wawancara dan kuesioner, perancangan dan pengembangan sistem, serta pengujian dan evaluasi bersama perangkat desa dan masyarakat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi desa berhasil meningkatkan efisiensi dalam proses administrasi, seperti pengurusan KTP, serta memperbaiki transparansi dalam pengelolaan keuangan desa. Temuan ini menegaskan bahwa keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada dukungan pemerintah daerah dan keterlibatan aktif masyarakat. Dengan adanya sistem ini, diharapkan desa-desa di Indonesia dapat mengelola sumber daya secara lebih efektif dan meningkatkan layanan kepada warganya. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan Smart Village di Indonesia, yang berpotensi mendorong pembangunan berkelanjutan di tingkat desa.

Kata Kunci — Sistem Informasi, Smart Village, TIK

1. PENDAHULUAN

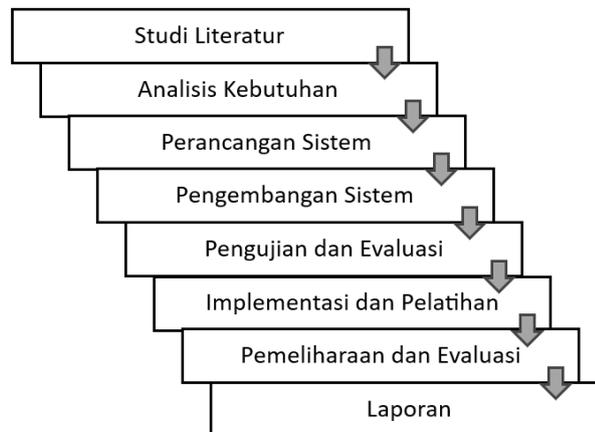
Di era digital yang terus berkembang, teknologi informasi telah menjadi pilar utama dalam mendukung perkembangan di berbagai sektor, termasuk sektor pemerintahan. Di Indonesia, peran teknologi dalam tata kelola desa menjadi semakin penting untuk memperkuat pembangunan dan memperbaiki kualitas layanan kepada masyarakat. Salah satu pendekatan modern yang digunakan untuk mendorong kemajuan desa adalah konsep Smart Village atau desa cerdas. Konsep ini menggabungkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dengan kegiatan pembangunan desa, yang diharapkan mampu mendorong kemandirian, transparansi, serta efektivitas layanan kepada masyarakat desa [1].

Menurut Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi, terdapat lebih dari 74.000 desa di Indonesia yang tersebar di berbagai wilayah, baik perkotaan maupun perdesaan yang jauh dari akses teknologi. Desa-desa ini menghadapi tantangan besar, seperti keterbatasan akses informasi, minimnya layanan administrasi berbasis digital, serta kesenjangan dalam pengelolaan sumber daya yang berdampak pada pembangunan ekonomi [1]. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi yang dapat menjawab kebutuhan dasar desa dan meningkatkan kualitas hidup warganya melalui pengelolaan data yang efisien dan terintegrasi.

Konsep Smart Village telah banyak diterapkan di berbagai negara dan terbukti membantu dalam peningkatan ekonomi lokal, pemberdayaan masyarakat, serta peningkatan akses ke layanan dasar, seperti kesehatan dan pendidikan [3]. Implementasi Smart Village dalam bentuk sistem informasi desa di Indonesia menawarkan berbagai manfaat, antara lain kemudahan dalam mengakses data penduduk, mempercepat proses layanan administrasi, dan menyediakan basis data untuk perencanaan pembangunan desa yang lebih efektif. Selain itu, sistem informasi desa berbasis Smart Village dapat mendukung transparansi dan akuntabilitas dalam pengelolaan keuangan desa, sehingga mengurangi risiko penyalahgunaan dana desa [4].

Meskipun beberapa daerah di Indonesia mulai mengadopsi konsep ini, implementasinya masih terbatas dan belum merata [2]. Kondisi ini memberikan peluang besar untuk mengembangkan sistem informasi desa yang mudah diakses dan dapat diadaptasi oleh berbagai wilayah sesuai karakteristik masing-masing desa. Masyarakat akan dimudahkan karena informasi dapat diakses kapanpun dan dimanapun selama terhubung dengan jaringan internet [5]. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem informasi desa yang mendukung konsep Smart Village. Dengan adanya sistem ini, diharapkan desa-desa di Indonesia dapat lebih mandiri dalam mengelola sumber daya yang mereka miliki serta meningkatkan kualitas pelayanan publik secara keseluruhan.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Metode Penelitian

2.1 Studi Literatur

Tahap pertama adalah studi literatur, yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai sistem informasi desa, teknologi yang relevan, dan konsep manajemen data kependudukan. Peneliti mengumpulkan informasi dari jurnal, artikel, buku, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengembangan sistem informasi di tingkat desa dan e-government.

2.2 Analisis kebutuhan

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi spesifikasi dan fungsi sistem yang dibutuhkan. Metode yang digunakan meliputi wawancara dengan perangkat desa dan warga, observasi proses administrasi di kantor desa, serta penyebaran kuesioner kepada warga desa. Data yang diperoleh menjadi dasar bagi perancangan sistem agar relevan dengan kebutuhan pengguna.

2.3 Perancangan sistem

Setelah analisis kebutuhan, peneliti merancang sistem informasi desa yang meliputi arsitektur sistem, perancangan antarmuka pengguna (UI/UX), dan model prototipe. Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan sistem yang mudah digunakan dan sesuai dengan proses yang ada di desa.

2.4 Pengembangan sistem

Sistem dikembangkan berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Proses pengembangan meliputi pengkodean dan pengujian awal untuk memastikan setiap fungsi sistem beroperasi sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Tahap ini menghasilkan sistem yang siap diuji lebih lanjut.

2.5 Pengujian dan evaluasi

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Pengujian beta melibatkan perangkat desa dan beberapa warga untuk mendapatkan masukan dan mengidentifikasi masalah yang mungkin ada. Evaluasi kinerja sistem dilakukan dalam hal kecepatan, keandalan, dan keamanan, dan hasil pengujian ini digunakan untuk perbaikan sistem.

2.6 Implementasi dan pelatihan

Setelah pengujian dan evaluasi, sistem diterapkan di lingkungan desa. Peneliti juga memberikan pelatihan kepada perangkat desa mengenai penggunaan sistem dan pemeliharaan dasar untuk memastikan keberlanjutan sistem.

2.7 Pemeliharaan dan evaluasi lanjutan

Tahap akhir adalah pemeliharaan sistem secara berkala dan evaluasi berkelanjutan untuk menilai kepuasan pengguna dan mengidentifikasi kebutuhan yang mungkin muncul di masa depan.

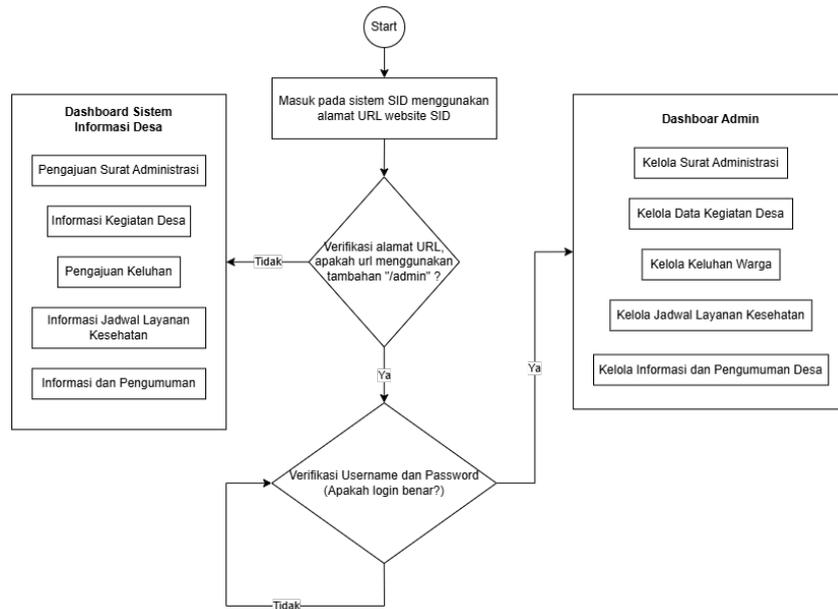
2.8 Laporan

Menyusun laporan penelitian yang mencakup temuan, analisis, dan rekomendasi untuk perbaikan di masa mendatang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Sistem

Sebelum mengimplementasikan sebuah sistem diperlukan sebuah perancangan atau prototype system. Pembuatan prototype memerlukan alur berjalannya. Berikut alur dari system informasi desa dalam konsep smart village :

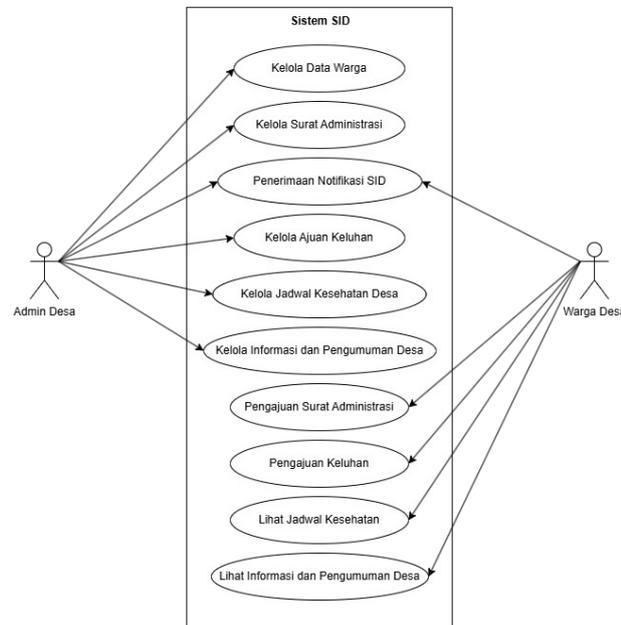


Gambar 2 Diagram Alur

Dalam diagram alur pada gambar 2, warga desa masuk pada dashboard SID (Sistem Informasi Desa) menggunakan alamat website yang sudah diberikan petugas desa, alamat website tersebut dapat diakses dengan browser pada komputer maupun smartphone. Selanjutnya sistem akan memverifikasi apakah alamat website yang dimasukkan adalah alamat biasa, atau alamat untuk masuk pada dashboard admin. Jika alamat tersebut bukan alamat dashboard admin, maka pengguna akan diarahkan langsung pada dashboard umum SID, dengan terdapat menu pengajuan surat, informasi kegiatan desa, pengajuan keluhan pada lingkup desa, jadwal pelayanan kesehatan dan informasi pengumuman yang ada di desa.

Selanjutnya jika alamat yang diakses merupakan alamat dashboard admin (alamat dashboard admin adalah alamat default dengan ditambahkan /admin pada belakang alamat), maka pengguna akan diarahkan pada halaman login, untuk memverifikasi user login admin. Jika user dan password salah, maka akan muncul error username atau password salah, dan kembali lagi pada halaman login. Jika username password benar, maka akan masuk pada dashboard admin untuk kelola website SID.

3.2 Use Case Diagram



Gambar 3 Use Case Sistem SID

Actor

1. Warga Desa
2. Admin Desa

Use Case

1. Lihat Informasi dan Pengumuman Desa
Warga dapat mengakses informasi desa seperti pengumuman penting, jadwal kegiatan, dan berita terbaru.
Actors Terlibat: Warga Desa
2. Pengajuan Surat Administrasi
Warga mengajukan surat administrasi (misalnya, surat keterangan domisili) melalui aplikasi. Admin Desa memverifikasi permohonan dan memberikan konfirmasi kepada warga.
Actors Terlibat: Warga Desa, Admin Desa
3. Penerimaan Notifikasi Kegiatan Desa
Admin Desa mengirimkan notifikasi tentang kegiatan atau acara penting (seperti rapat atau gotong royong), dan warga menerima notifikasi tersebut di aplikasi.
Actors Terlibat: Admin Desa, Warga Desa
4. Penyampaian Keluhan
Warga dapat melaporkan keluhan terkait fasilitas desa (contohnya jalan rusak atau lampu mati) melalui aplikasi. Admin menerima laporan dan memverifikasi untuk tindak lanjut.
Actors Terlibat: Warga Desa, Admin Desa
5. Lihat Jadwal Layanan Kesehatan
Warga melihat jadwal layanan kesehatan yang diadakan di desa, seperti posyandu atau jadwal vaksinasi.
Actors Terlibat: Warga Desa

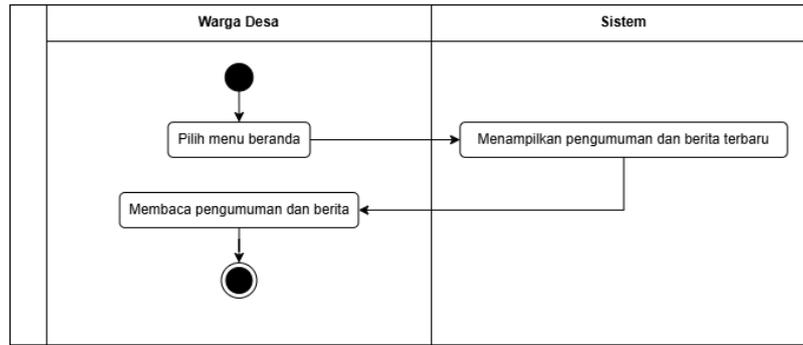
Tujuan

Sederhana dan fokus pada layanan informasi dan administrasi dasar, use case ini membantu mempercepat akses informasi, memudahkan pengurusan administrasi, dan memfasilitasi komunikasi dua arah antara warga dan pengurus desa.

3.3 Activity Diagram

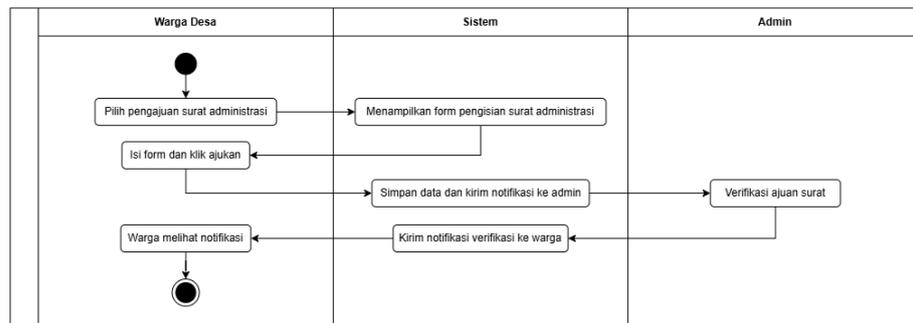
3.3.1. Activity Diagram Pengumuman

Warga mengakses aplikasi, memilih menu beranda, dan membaca pengumuman desa.



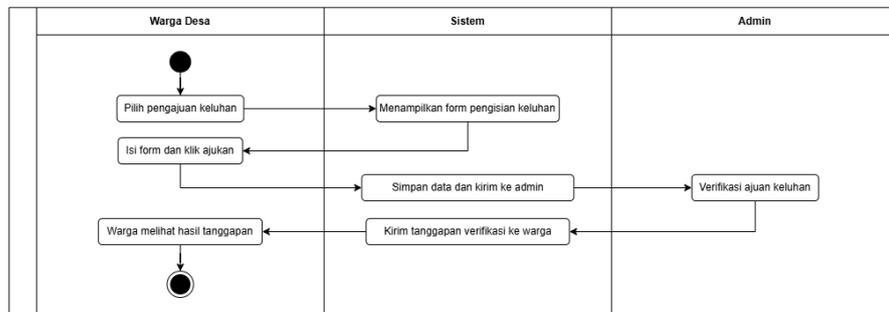
Gambar 4 Activity Diagram Pengumuman

3.3.2 Activity Diagram Ajuan Surat Administrasi
Warga mengajukan surat administrasi, Admin memverifikasi, dan mengirimkan keputusan kepada warga.



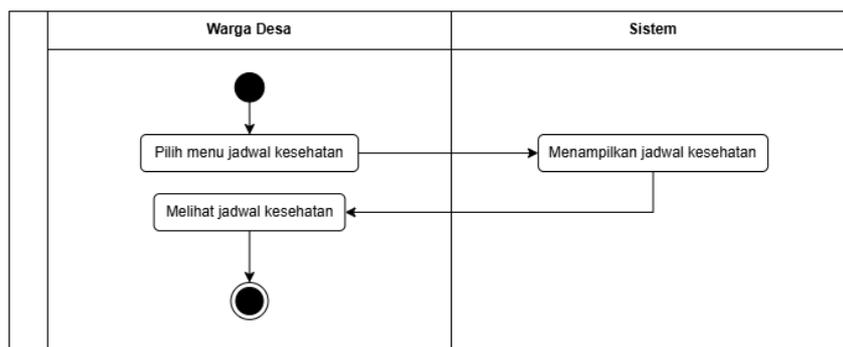
Gambar 5 Activity Diagram Ajuan Surat

3.3.3 Activity Diagram Ajuan Keluhan
Warga melaporkan keluhan, Admin memverifikasi, dan memberikan tanggapan.



Gambar 6 Activity Diagram Ajuan Keluhan

3.3.4 Activity Layanan Kesehatan
Warga melihat jadwal layanan kesehatan yang ada di desa.

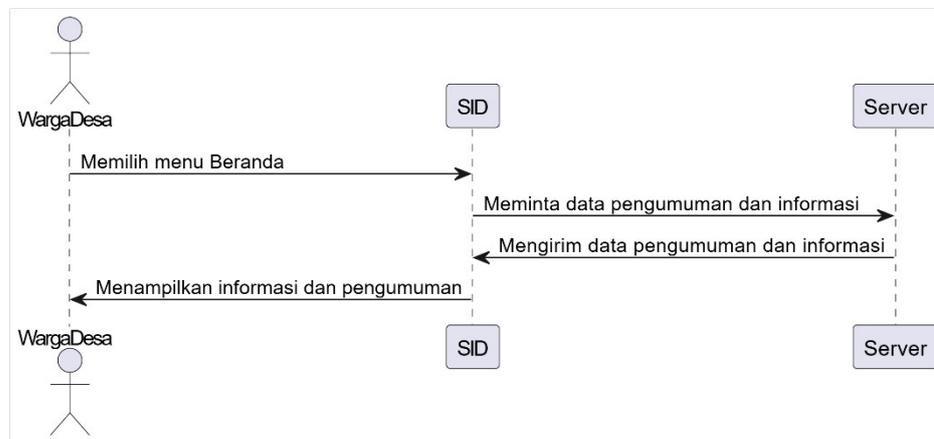


Gambar 7 Activity Layanan Kesehatan

3.4 Sequence Diagram

3.4.1 Sequence Diagram Pengumuman

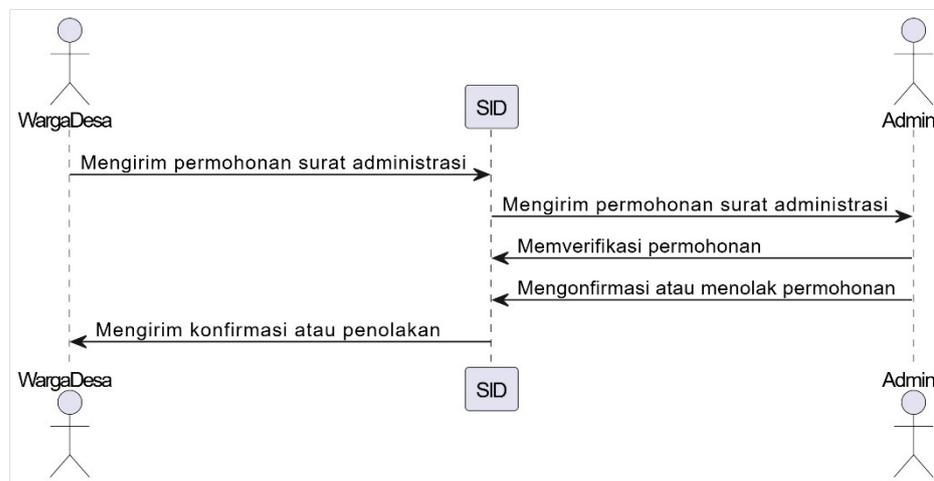
WargaDesa mengakses aplikasi SID dan memilih menu untuk melihat beranda. Sistem SID kemudian meminta data pengumuman dan informasi dari server. Setelah server mengirimkan data tersebut, SID menampilkan informasi yang relevan kepada warga desa. Hal ini mempermudah warga untuk mengakses informasi terbaru tentang kegiatan atau pengumuman penting di desa mereka.



Gambar 8 Sequence Diagram Pengumuman

3.4.2 Sequence Diagram Surat Administrasi

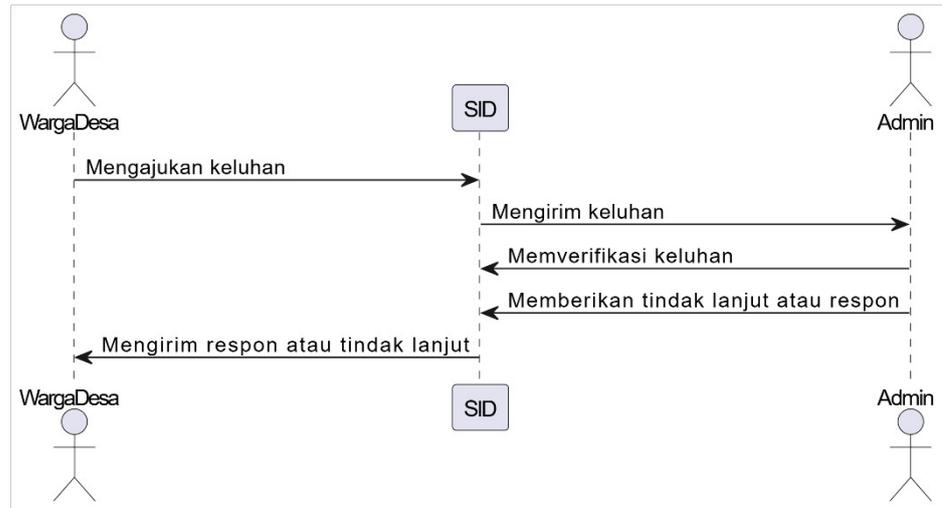
WargaDesa mengajukan permohonan surat administrasi, misalnya surat keterangan domisili, melalui aplikasi SID. Permohonan tersebut kemudian dikirim ke AdminDesa untuk diproses dan diverifikasi. Setelah verifikasi, AdminDesa mengonfirmasi atau menolak permohonan tersebut, dan S.ID mengirimkan hasilnya (konfirmasi atau penolakan) kepada WargaDesa. Proses ini mempermudah pengurusan surat administrasi tanpa perlu datang langsung ke kantor desa.



Gambar 9 Sequence Diagram Ajuan Surat Administrasi

3.4.3 Sequence Diagram Keluhan

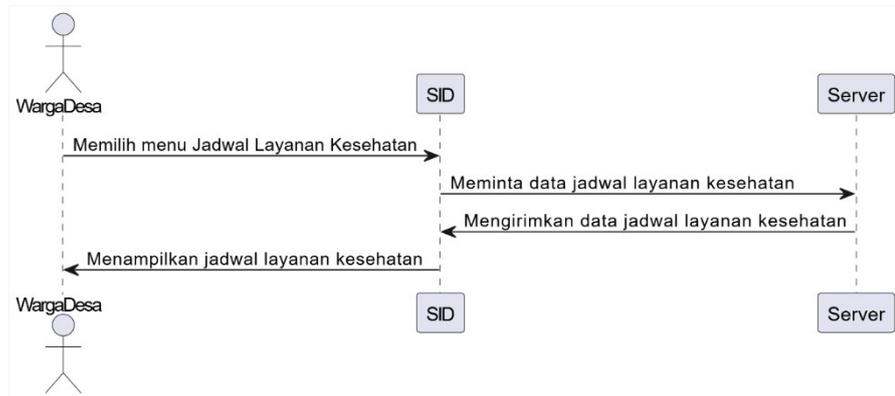
WargaDesa dapat mengajukan keluhan terkait fasilitas desa, seperti jalan rusak atau lampu mati, melalui aplikasi. Keluhan tersebut dikirimkan ke AdminDesa, yang kemudian memverifikasi keluhan tersebut. Setelah verifikasi, AdminDesa memberikan tindak lanjut atau respon terhadap keluhan yang diajukan. Respon atau tindak lanjut ini dikirim kembali ke WargaDesa melalui SID. Proses ini mempercepat penanganan masalah di desa dengan memberikan saluran komunikasi langsung antara warga dan admin desa.



Gambar 10 Sequence Diagram Ajuan Keluhan

3.4.4 Sequence Layanan Kesehatan

WargaDesa membuka aplikasi SID dan memilih menu untuk melihat jadwal layanan kesehatan, seperti posyandu atau vaksinasi yang diadakan di desa. Sistem SID kemudian meminta data jadwal layanan kesehatan dari server, yang kemudian mengirimkan informasi tersebut kembali ke SID. Setelah itu, SID menampilkan jadwal layanan kesehatan yang tersedia kepada WargaDesa, memudahkan mereka untuk mengakses informasi penting terkait layanan kesehatan di desa.



Gambar 11 Sequence Diagram Layanan Kesehatan

3.5 Desain Database

Desain database adalah proses merancang struktur penyimpanan data yang efisien dan terorganisir. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa data dapat diakses, dikelola, dan diperbarui dengan mudah. Berikut adalah desain database yang diusulkan:

- a. Tabel Pengumuman

Pada tabel ini, menyimpan berbagai informasi yang nantinya disampaikan ke masyarakat.

Tabel 1 Database Pengumuman

Kolom	Tipe data	Panjang	Deskripsi
id	int	-	Kunci utama yang unik untuk setiap pengumuman. Memudahkan identifikasi dan pengelolaan data.
judul	varchar	255	Menyimpan judul pengumuman. Judul ini memberikan gambaran singkat tentang isi pengumuman.
isi	text	-	Menyimpan isi lengkap dari pengumuman. Tipe

			data text memungkinkan penyimpanan informasi yang lebih panjang.
tanggal	date	-	Mencatat tanggal pengumuman dibuat. Ini penting untuk mengetahui relevansi dan waktu pengumuman.
gambar	varchar(255)	255	Menyimpan nama file gambar yang terkait dengan pengumuman. Ini memungkinkan penambahan visual untuk menarik perhatian pembaca.

b. Tabel Pengguna

Tabel ini menyimpan data pengguna sistem, baik admin maupun warga.

Tabel 2 Database Pengguna

Kolom	Tipe data	Panjang	Deskripsi
id	int	-	Kunci utama yang unik untuk setiap pengguna. Memudahkan pengelolaan dan identifikasi pengguna.
username	varchar	100	Menyimpan nama pengguna untuk login ke sistem. Nama ini harus unik untuk setiap pengguna.
password	varchar	100	Menyimpan kata sandi pengguna. Penting untuk keamanan akses ke sistem.
role	enum	-	Menentukan peran pengguna dalam sistem, apakah sebagai 'admin' atau 'warga'. Ini membantu dalam pengaturan hak akses dan fungsi yang dapat dilakukan oleh pengguna.

c. Tabel Jadwal Layanan Kesehatan

Tabel ini berisi jadwal dan menyimpan informasi tentang jadwal layanan kesehatan yang tersedia untuk masyarakat.

Tabel 3 Database Jadwal Layanan Kesehatan

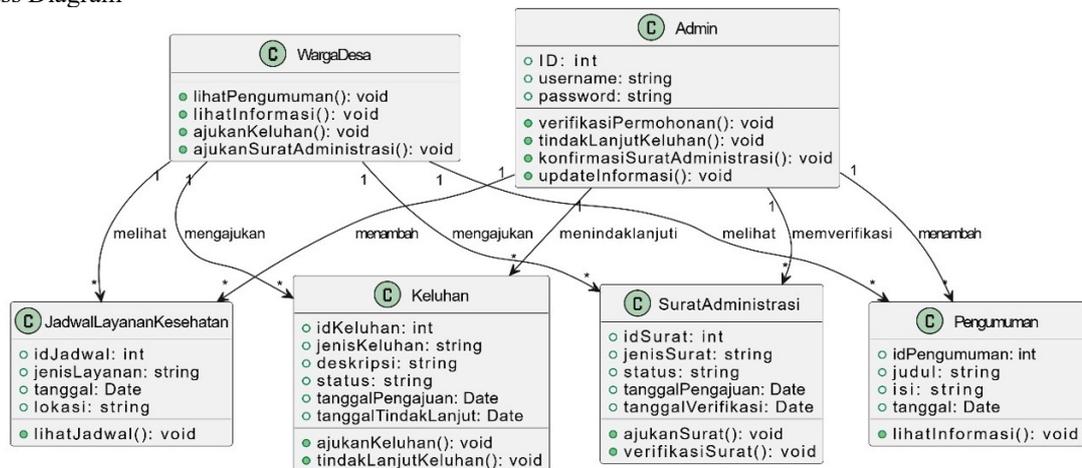
Kolom	Tipe data	Panjang	Deskripsi
id	int	-	Kunci utama yang unik untuk setiap jadwal layanan. Memudahkan pengelolaan data jadwal.
layanan	varchar	255	Menyimpan jenis layanan kesehatan yang ditawarkan, seperti pemeriksaan kesehatan, vaksinasi, dll.
jadwal	date	-	Mencatat tanggal layanan akan dilaksanakan. Ini penting untuk pengaturan dan pemberitahuan kepada masyarakat.
lokasi	varchar	255	Menyimpan lokasi di mana layanan kesehatan akan diadakan. Informasi ini membantu masyarakat mengetahui tempat layanan.

- d. Tabel Keluhan
 Tabel ini berisi data keluhan dari Masyarakat atau masalah terkait di Desa.

Tabel 4 Database Keluhan

Kolom	Tipe data	Panjang	Deskripsi
id	int	-	Kunci utama yang unik untuk setiap keluhan. Memudahkan identifikasi dan pengelolaan keluhan.
keluhan	text	-	Menyimpan deskripsi keluhan yang diajukan oleh warga. Tipe data text memungkinkan penjelasan yang lebih rinci.
status	enum	-	Menunjukkan status keluhan, apakah 'Tertunda', 'Diproses', atau 'Selesai'. Ini membantu dalam pelacakan dan pengelolaan keluhan.
tanggal	date	-	Mencatat tanggal keluhan diajukan. Ini penting untuk mengetahui waktu pengajuan dan memprioritaskan penanganan.
gambar	varchar	255	Menyimpan nama file gambar yang terkait dengan keluhan. Ini dapat memberikan bukti visual untuk mendukung keluhan yang diajukan.

3.6 Class Diagram



Gambar 12 Class Diagram

Berdasarkan gambar diatas, dapat dijabarkan sebagai berikut:

3.6.1 Entitas Warga Desa

Mewakili pengguna yang merupakan warga desa.

Metode:

- lihatPengumuman(): Warga dapat melihat pengumuman yang telah dibuat.
- lihatInformasi(): Warga dapat mengakses informasi lain yang relevan.
- ajukanKeluhan(): Warga dapat mengajukan keluhan terkait layanan atau masalah di desa.
- ajukanSuratAdministrasi(): Warga dapat mengajukan permohonan surat administrasi.

3.6.2 Entitas Admin

Mewakili pengguna yang memiliki hak akses sebagai admin.

Metode:

- verifikasiPermohonan(): Admin dapat memverifikasi permohonan yang diajukan oleh warga.
- tindakLanjutKeluhan(): Admin dapat menindaklanjuti keluhan yang diajukan oleh warga.
- konfirmasiSuratAdministrasi(): Admin dapat mengonfirmasi surat administrasi yang diajukan.
- updateInformasi(): Admin dapat memperbarui informasi yang ada dalam sistem.

3.6.3 Entitas Jadwal Layanan Kesehatan

Menyimpan informasi tentang jadwal layanan kesehatan yang tersedia.

Atribut:

- idJadwal: ID unik untuk setiap jadwal.
- jenisLayanan: Jenis layanan kesehatan yang ditawarkan.
- tanggal: Tanggal layanan akan dilaksanakan.
- lokasi: Lokasi di mana layanan kesehatan diadakan.

Metode:

- lihatJadwal(): Warga dapat melihat jadwal layanan kesehatan.

3.6.4 Entitas Keluhan

Menyimpan data keluhan yang diajukan oleh warga.

Atribut:

- idKeluhan: ID unik untuk setiap keluhan.
- jenisKeluhan: Jenis keluhan yang diajukan.
- deskripsi: Deskripsi rinci tentang keluhan.
- status: Status keluhan (misalnya, diproses, selesai).
- tanggalPengajuan: Tanggal keluhan diajukan.
- tanggalTindakLanjut: Tanggal keluhan ditindaklanjuti.

Metode:

- ajukanKeluhan(): Warga dapat mengajukan keluhan.
- tindakLanjutKeluhan(): Admin dapat menindaklanjuti keluhan.

3.6.5 Entitas Surat Administrasi

Menyimpan informasi tentang surat administrasi yang diajukan oleh warga.

Atribut:

- idSurat: ID unik untuk setiap surat.
- jenisSurat: Jenis surat administrasi yang diajukan.
- status: Status surat (misalnya, diproses, selesai).
- tanggalPengajuan: Tanggal surat diajukan.
- tanggalVerifikasi: Tanggal surat diverifikasi.

Metode:

- ajukanSurat(): Warga dapat mengajukan surat administrasi.
- verifikasiSurat(): Admin dapat memverifikasi surat yang diajukan.

3.6.6 Entitas Pengumuman

Menyimpan informasi tentang pengumuman yang dibuat untuk masyarakat.

Atribut:

- idPengumuman: ID unik untuk setiap pengumuman.
- judul: Judul pengumuman.
- isi: Isi lengkap pengumuman.
- tanggal: Tanggal pengumuman dibuat.

Metode:

- LihatInformasi(): Warga dapat melihat informasi pengumuman.

3.6.7 Alur Interaksi

- Warga Desa dapat melihat pengumuman dan informasi, serta mengajukan keluhan dan surat administrasi.
- Admin memiliki kemampuan untuk memverifikasi permohonan, menindaklanjuti keluhan, dan mengonfirmasi surat administrasi.
- Keluhan dan Surat Administrasi memiliki relasi dengan Warga Desa dan Admin, di mana warga mengajukan keluhan dan surat, dan admin bertanggung jawab untuk menindaklanjuti dan memverifikasi.
- Jadwal Layanan Kesehatan dapat diakses oleh warga untuk melihat layanan yang tersedia.

3.7 Desain Menu

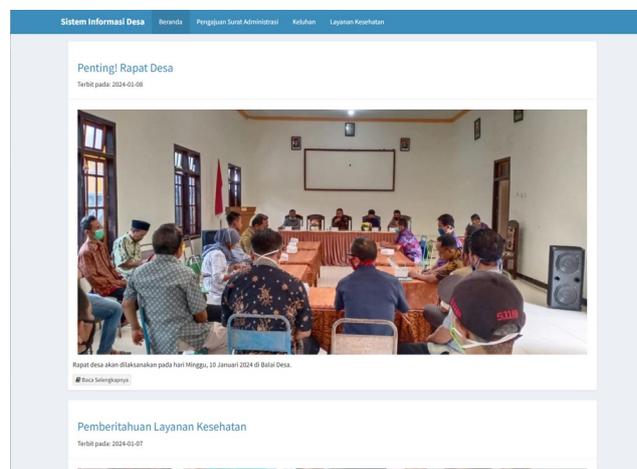
3.7.1. Halaman Login Admin



Gambar 13 Halaman Login Admin

Ini adalah halaman login untuk administrator, dimana admin melakukan login terlebih dahulu untuk bisa memajemen sistem secara keseluruhan.

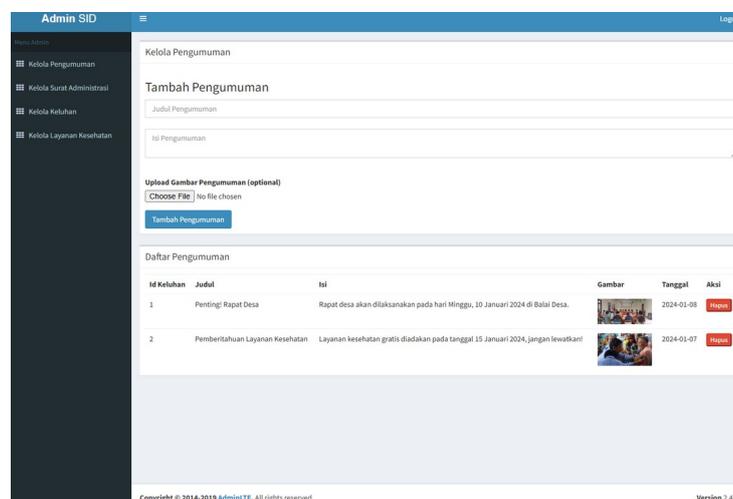
3.7.2. Halaman Dashboard



Gambar 14 Halaman Dashboard

Pada Halaman Utama, semua pengguna bisa mengakses tanpa harus login. Disini juga terdapat informasi-informasi terbaru yang nantinya bisa dibaca oleh warga terkait pengembangan desa.

3.7.3. Halaman Dashboard Admin



Gambar 15 Halaman Dashboard Admin

Pada dashboard admin terdapat menu-menu administrasi untuk melakukan verifikasi terhadap data-data yang diinputkan oleh warga. Yaitu verifikasi surat, melakukan update data kegiatan desa, melakukan feedback pada keluhan warga, update data layanan kesehatan, dan melakukan update data informasi dan pengumuman, serta melakukan administrasi data user.

3.7.4. Halaman Pengajuan Surat Administrasi

Id	Tanggal	Ajukan	Status
2	2024-01-06	Ijin kkn pada desa	Ditolak
1	2024-01-05	Surat Keterangan Untuk Menikah	Tertunda

Gambar 16 Halaman Pengajuan Surat Administrasi

Pada halaman pengajuan surat ini terdapat form isian surat yang akan di ajukan pada pemerintah desa, mulai dari surat pengantar, dan pengajuan surat surat yang lain.

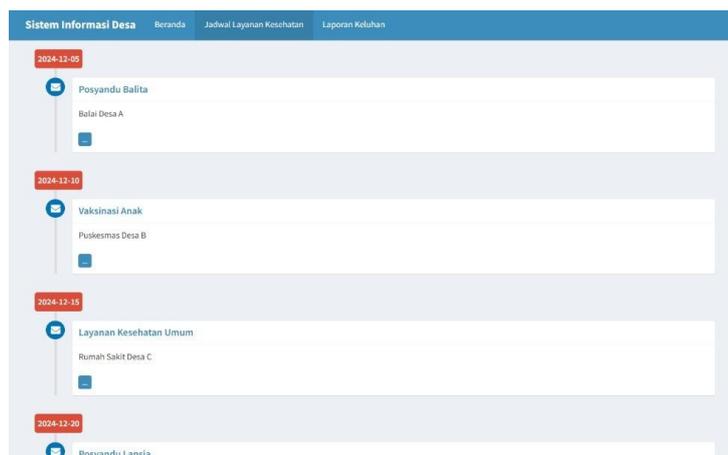
3.7.5. Halaman Pengajuan Keluhan

Id Keluhan	Foto	Tanggal	Status	Keluhan
2	uploads/lampu_jalan_mati.jpg	2024-01-06	Diproses	Lampu jalan mati di sekitar pasar desa, mohon diperbaiki!
1	uploads/jalan_rusak.jpg	2024-01-05	Tertunda	Jalan rusak di RT 02, tolong diperbaiki!

Gambar 17 Halaman Pengajuan Keluhan

Halaman ini hampir sama seperti kotak saran dan kritik. Digunakan sebagai bentuk kepedulian desa terhadap suara rakyat.

3.7.6. Halaman Jadwal Layanan Kesehatan



Gambar 18 Halaman Jadwal Layanan Kesehatan

Halaman ini berisi tentang jadwal-jadwal layanan kesehatan pada desa. Seperti posyandu, imunisasi, sosialisasi kesehatan, dan pengecekan kesehatan gratis dapat di update disini.

3.8 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan melakukan testing terhadap semua fungsi menu-menu yang ada pada sistem tersebut, apakah semua fungsi berjalan dengan sesuai atau belum. Pengujian juga dilakukan pada kemampuan user admin dalam mengelola informasi dan memberikan verifikasi terhadap data-data pada sistem, sehingga ketika informasi ditampilkan pada sistem tidak menghasilkan spekulasi yang salah oleh pengguna. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kelemahan sistem yang dirancang, agar tidak terjadi kesalahan saat pengimplementasiannya.

Hasil dari pengujian sistem didapatkan bahwa semua fungsi pada sistem informasi desa ini telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Semua komponen-komponen yang terdapat pada sistem bekerja dengan baik dan normal. Fungsi-fungsi kelola pada user admin juga berfungsi dengan baik, sehingga pengelolaan data tepat sasaran dan tidak adanya downtime pada sistem.

4. SIMPULAN

Studi ini telah menciptakan dan menerapkan sistem informasi desa yang mendukung gagasan Smart Village. Sistem ini berhasil meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas pemerintahan desa. Namun, upaya lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi masalah teknis dan memastikan bahwa sistem akan bertahan dalam jangka panjang.

5. SARAN

Hasil penelitian ini membawa beberapa rekomendasi berikut:

1. Peningkatan Infrastruktur
Desa-desa memerlukan peningkatan infrastruktur teknologi informasi, terutama di wilayah yang masih tertinggal.
2. Pelatihan berkelanjutan
Perangkat desa harus dilatih terus menerus untuk menjadi lebih baik dalam menjalankan dan menggunakan sistem informasi desa.
3. Pengembangan fitur
Studi ini dapat terus mengembangkan sistem informasi desa dengan menambah fitur baru untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Misalnya, Anda dapat menambahkan modul e-commerce untuk mendukung UMKM desa atau modul untuk melacak dan menilai program pembangunan.
4. Integrasi dengan sistem lain
Untuk mempermudah pertukaran data dan koordinasi antar lembaga, sistem informasi desa harus diintegrasikan dengan sistem informasi lainnya, seperti sistem informasi pemerintahan daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi. (2023). Pedoman Pengembangan Desa Cerdas. Jakarta: Kemendesa PDTT.
- [2] Suhendar, E. (2021). Tantangan dan Peluang Implementasi Smart Village di Indonesia. *Jurnal Pembangunan Desa*. 8(3). 200-215
- [3] Ramli, M., dan Syahbuddin, A. (2020). Penerapan Teknologi Informasi untuk Pembangunan Desa: Studi Kasus dan Implikasinya. *Jurnal Teknologi dan Masyarakat*. 5(2). 123-135.
- [4] Rahman, I., Sari , R., dan Anwar, T.(2021). Transparansi dan Akuntabilitas dalam Pengelolaan Keuangan Desa Melalui Sistem Informasi. *Jurnal Administrasi Publik*. 10(1). 45-49.
- [5] Arfani, A., R., Y., Almufarrid, A., Al Farosa, M. (2022). Sistem Informasi di Desa Banjarmlati. *Seminar Nasional Teknologi dan Sains*, 1(1), 306-312.

Deteksi Kode *Signal For Help* Pada Gestur Tangan Menggunakan *OpenCV*

Ahmad Robet Nailul Author¹, R.Much Ardiansyah Putra², Servina Hoar Seran³,
Julian Sahertian⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹ahmadnailul18@gmail.com, ²project.ardiansyah@gmail.com, ³servinasr02@gmail.com,

⁴juliansahertian@unpkedri.ac.id

Abstrak – Pengenalan gestur tangan manusia merupakan bidang yang banyak diteliti saat ini, karena pendeteksian dan pengenalan gerakan tangan memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai cara berinteraksi kepada komputer dan mengendalikannya dimasa depan. Pergerakan tangan sangatlah berguna untuk saat ini, karena tingginya tingkat kriminalitas yang terjadi pada saat ini. Sehingga dibutuhkan sistem untuk mendeteksi sinyal bantuan dari korban. Penelitian ini menggunakan library dari bahasa pemrograman python yaitu *OpenCV* dan *Mediapipe*. *OpenCV* diperlukan untuk memunculkan visual pada program python, dan *Mediapipe* merupakan sebuah *framework* untuk membangun sebuah multimodal platform video, audio atau data berjalan lainnya. Hasil dari sistem ini adalah pendeteksian kode *signal for help* yang menghasilkan nilai MAPE 94.52% dan nilai MAP 100%.

Kata Kunci — *Hand Gesture Recognition, Kode Signal For Help, Mediapipe, OpenCV.*

1. PENDAHULUAN

Kriminalitas merupakan suatu tindakan negatif yang mengancam keamanan, kenyamanan serta merugikan masyarakat. Pada masa ini masih begitu banyak tindak kriminal yang terjadi bahkan di tempat umum yang sering dijumpai. Kejahatan jalanan ini pada umumnya berbentuk kejahatan secara fisik seperti penjahretan, pencurian, perampokan, begal, dan bahkan pembunuhan [1]. Penyebab terjadinya kriminalitas tidak disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Faktor tersebut diantaranya faktor internal yang meliputi faktor kebutuhan ekonomi yang mendesak, faktor ketanagakerjaan (pengangguran atau memiliki pekerjaan), dan faktor taraf kesejahteraan. Faktor eksternal meliputi faktor pendidikan, dan faktor pergaulan atau pengaruh lingkungan [2]. Berdasarkan data registrasi Polri jumlah kejahatan di Indonesia mengalami kenaikan drastis pada tahun 2022 yaitu mencapai 372.965 kejadian, setelah sebelumnya pada tahun 2021 angka kejahatan sejumlah 239.481 kejadian[3].

Kode “*Signal For Help*” diciptakan oleh Canadian Women’s Foundation untuk membantu seseorang yang mengalami kekerasan secara gender [4]. Canadian Womens’s Foundation menciptakan Sinyal Bantuan gerakan satu tangan yang tidak dapat dilacak dan tidak kentara yang dirancang sebagai gerakan tangan berkelanjutan yang dapat dengan mudah terlihat melalui panggilan video. Sinyal ini melibatkan mengangkat tangan anda ke kamera dengan ibu jari diselipkan ke telapak tangan, melipat jari-jari ke bawah dan menjepit ibu jari di antara jari-jari anda. Artinya “jangkau aku dengan aman”[5]. Dalam penelitian ini menggunakan *OpenCV* sebagai media *library*. *OpenCV* digunakan untuk memproses serta menganalisis gambar, *OpenCV* merupakan *library computer vision* yang bersifat *open source* dan sangat populer [6]. *OpenCV* dapat dimanfaatkan pada beberapa aplikasi seperti tracking gerakan, pemrosesan gambar, *mobile robotics*, dan pengenalan gestur [7]. Selain itu juga terdapat *Mediapipe* sebagai *framework* yang berfungsi untuk membangun sebuah aplikasi yang berfokus pada inovasi *computer vision* seperti *image processing* dan kecerdasan buatan [8].

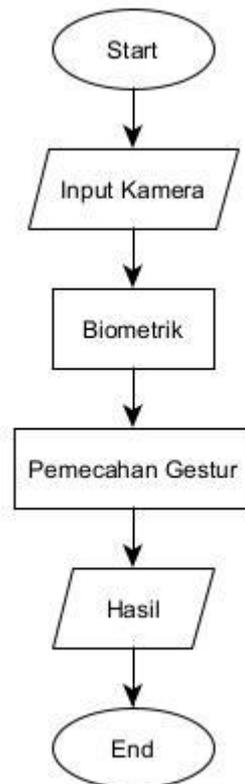
Dari salah satu penelitian tentang *OpenCV* dan *Mediapipe* yang berjudul “Pengenalan Gestur Gerakan Jari Untuk Mengontrol Volume di Komputer Menggunakan *OpenCV* dan *Mediapipe*” yang diteliti oleh Saiful Nur Budiman dkk. pada tahun 2022. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa *OpenCV* dan *Mediapipe* dapat melakukan *mapping landmark keypoint localization* jari tangan yang cukup akurat dan *real-time*. Hasil dari pengujian akurasi tersebut memperoleh nilai 88,98% [9]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ria Amelia Shinta Putricia Hendra dkk. pada tahun 2024 yang berjudul “*Full-Body Tracking* Berbasis *OpenCV* dan *Mediapipe* Untuk Interaksi Objek Virtual”. Setelah dilakukan pengujian, sistem ini dapat mendeteksi 31,2 dari 33 *landmark* dengan skor kepercayaan hingga 92% pada perangkat yang memiliki spesifikasi menengah [10].

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan peneliti tertarik untuk merancang sistem deteksi kode “*Signal For Help*” pada Gestur Tangan menggunakan *OpenCV*. Dengan begitu penelitian ini bertujuan untuk membantu

meningkatkan keamanan dan kenyamanan di lingkungan masyarakat dengan gerakan tangan berkelanjutan yang dapat dengan mudah terlihat di kamera panggilan pada *smartphone*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dijelaskan pada struktur bagan *flowchart* yang menunjukkan alur tentang kode *signal for help* hingga proses penentuan hasil deteksi sinyal. Gambar 1 terdapat data *real-time* dimana pengambilan datanya secara *real-time*, kemudian untuk biometrik, data yang sudah dimasukkan kedalam tahap training diuji coba dengan menggunakan *hand gesture recognition*, untuk menentukan *keypoint* pada tangan dibutuhkan proses *landmark library* ini untuk menentukan *keypoint* [11]. *Library* yang digunakan pada proses analisa ini adalah *Mediapipe* dan *OpenCV*.



Gambar 1. Flowchart Hand Gesture Recognition

2.1 Input Gambar

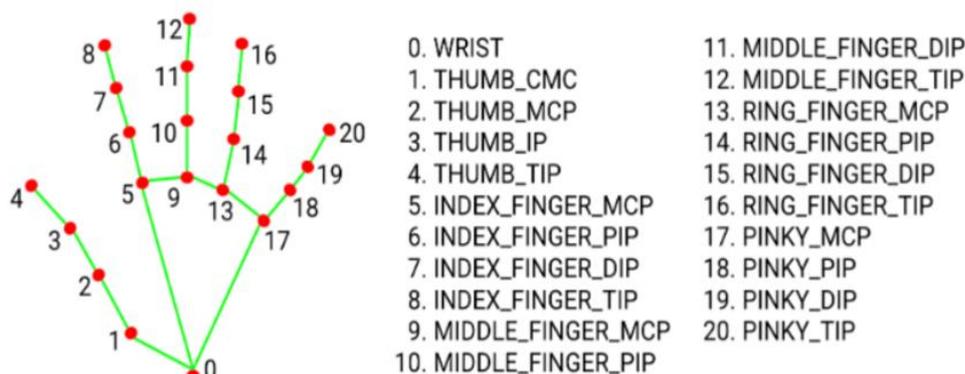
Pada bagian ini *input* gambar digunakan untuk mengenali objek yang dideteksi pada webcam laptop. Kemudian tahap pemindaian telapak tangan dilakukan secara *real-time* dan akan menghasilkan *landmark point* beserta hasil kode *signal for help*. Setelah pendeteksian kode sinyal dihentikan pada *OpenCV* maka akan keluar hasil akurasi MAPE dan MAP dari deteksi tersebut.

2.2 Biometrik

Pada gambar 2 menunjukkan representasi struktur tangan manusia yang digunakan dalam pendeteksian gerakan tangan. Ada 21 titik yang diidentifikasi dari nomor 0 hingga 20 titik. Setiap titik memiliki label yang menjelaskan bagian telapak tangan.

Mencapai lokalisasi titik kunci yang tepat dari 21 titik kunci dengan koordinat buku jari tangan 3D yang dilakukan di dalam wilayah tangan yang terdeteksi melalui regresi yang akan menghasilkan prediksi koordinat secara langsung yang merupakan model dari *landmark* tangan di *Mediapipe* [12].

Setiap buku jari tangan dari *landmark* memiliki koordinat yang terdiri dari x, y, dan z di mana x dan y dinormalisasi ke [0,0, 1,0] dengan lebar dan tinggi gambar, sedangkan z merepresentasikan kedalaman *landmark*. Kedalaman *landmark* yang dapat ditemukan di pergelangan tangan menjadi patokan. Semakin dekat *landmark* ke kamera, nilainya semakin kecil [12].



Gambar 2. Struktur Keypoint Hand *Landmark* [12]

2.3 Kode *Signal For Help*



Gambar 3. Kode *Signal For Help* [13]

Pada tanggal 14 April 2020 Canadian Women's Foundation memperkenalkan kode “*Signal For Help*” di Kanada, serta tanggal 28 April 2020 oleh Women's Funding Network (WFN) di Amerika Serikat [14]. Dalam penggunaan kode “*Signal For Help*”, seseorang harus melakukan angkat tangan dengan ibu jari diselipkan ke telapak tangan, lalu melipat jari-jari kebawah. Sinyal ini sengaja dirancang sebagai gerakan tangan tunggal yang berkesinambungan, bukan sebagai tanda yang dipegang dalam satu posisi, yang dapat dibuat mudah terlihat [15]. Kode “*Signal For Help*” ini penting karena efektif, mudah diingat dan dipelajari untuk membantu individu mencari bantuan jika sewaktu-waktu mengalami masalah kekerasan [16].

2.4 *OpenCV*

OpenCV (Open Source Computer Vision Library), adalah sebuah library open source yang dikembangkan oleh intel yang fokus untuk menyederhanakan programing terkait citra digital [17]. Library ini digunakan sebagian besar untuk pengolahan citra atau gambar secara real-time. *OpenCV* pertama kali dibuat oleh Intel pada tahun 1999 oleh Gary Bradsky dan mulai dirilis keluar pada tahun 2000. Saat ini, *OpenCV* telah mendukung banyak algoritma yang terkait dengan Computer Vision dan Machine Learning. Bahasa yang biasa digunakan untuk membuat program *OpenCV* adalah Python, hal ini dikarenakan Bahasa Python memiliki *syntax* yang sangat lengkap namun simpel dan mudah dipahami [18].

OpenCV juga menggunakan numpy. Numpy merupakan salah satu library python yang digunakan untuk mengimplementasi array dan matriks multidimensi bersama dengan operasi matematika tingkat tinggi. *OpenCV* terutama digunakan untuk menangkap data dari video langsung karena *OpenCV* berfokus pada pemrosesan gambar dan video yang ditangkap. Pada penelitian ini *OpenCV* difokuskan terutama dalam menangkap objek berupa video. *OpenCV* mencakup struktur data dasar seperti skalar, point dan lain-lain yang digunakan untuk membangun aplikasi *OpenCV*. Library *OpenCV* di import ke bahasa pemrograman python menggunakan kode ‘import cv2’ [8].

2.5 *Mediapipe*

Mediapipe merupakan sebuah framework yang dirancang dengan cara mengimplementasikan kecerdasan buatan kedalam aplikasi yang akan dibangun [9]. *Mediapipe* memiliki koleksi besar model

deteksi dan pelacakan tubuh manusia yang dilatih pada dataset Google yang sangat besar dan paling beragam. Sebagai kerangka simpul dan tepi atau *landmarks*, mereka melacak titik kunci di berbagai bagian tubuh. Semua titik koordinat dinormalisasi dalam tiga dimensi [19]. 21 titik kunci 3D yang mewakili tangan dapat diubah menjadi koordinat relatif dengan memilih pusat telapak tangan (atau pergelangan tangan) sebagai titik referensi. Kemudian untuk setiap titik kunci, kurangi koordinat pusat telapak tangan dari koordinat titik kunci dengan menggunakan persamaan. Normalisasi koordinat relatif dengan mengikuti langkah-langkah yang dijelaskan pada paragraf berikutnya, kemudian ratakan koordinat yang dinormalisasi menjadi vektor 2D [20]. Dengan menggunakan koordinat relatif, maka dapat membuat *hand gesture recognition* lebih adaptif terhadap perubahan ukuran dan orientasi tangan [21].

2.6 Analisis Kebutuhan

Berikut ini merupakan beberapa kebutuhan yang diperlukan pada penelitian, yaitu:

a. Analisis Kebutuhan Sistem

Tabel 1. Analisa kebutuhan sistem

No	Aktor	Nama Proses	Deskripsi Proses
1	Korban	Kode <i>signal for help</i>	Mengirim kode sinyal bantuan menggunakan gestur tangan.
2	Penyelamat	Mendeteksi kode <i>signal for help</i>	Menerima kode sinyal bantuan dari korban
3	Pelaku	Tindak kriminal	Melakukan tindakan kriminal kepada korban

b. Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Berikut ini merupakan spesifikasi kebutuhan yang diperlukan untuk menjalankan sistem deteksi kode *signal for help*, diantaranya :

- 1) Laptop/ Komputer, Acer Nitro ANV15-51
- 2) Processor, 13th Gen Intel® core™ i5-13420H (12CPUs), ~2.1GHz
- 3) Memory, 8GB

c. Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Berikut ini adalah beberapa *software* yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya:

- 1) Visual Studio Code adalah *tool* yang digunakan untuk menulis dan mengerjakan pada kode bahasa pemrograman.
- 2) Bahasa pemrograman *Python*.
- 3) *Library* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *OpenCV* dan *mediapipe*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Input Gambar

Pada gambar 4 adalah kode untuk menampilkan webcam laptop pada kode *signal for help* secara *real-time*. Tujuannya agar webcam laptop dapat menangkap *keypoint hand landmark* pada gestur telapak tangan. Kemudian pada gambar 5 adalah hasil dari *output* kode *input* gambar.

```
import cv2
import mediapipe as mp
import numpy as np
from sklearn.metrics import confusion_matrix, ConfusionMatrixDisplay
from sklearn.metrics import average_precision_score, mean_absolute_percentage_error

# Instalasi Mediapipe Hands dan Drawing utils
mp_hands = mp.solutions.hands
mp_drawing = mp.solutions.drawing_utils
hands = mp_hands.Hands(min_detection_confidence=0.7, min_tracking_confidence=0.5)

# Variabel untuk menyimpan prediksi dan label asli
true_labels = []
predicted_labels = []

def detect_sos_gesture(landmarks):
    finger_tips = [landmarks[8][1], landmarks[12][1], landmarks[16][1], landmarks[20][1]]
    thumb_tip = landmarks[4][1]
    index_base = landmarks[5][1]
    thumb_folded = thumb_tip > index_base
    closed_fingers = [finger_tips[i] > landmarks[6 + 4 * i][1] for i in range(4)]

    if thumb_folded and all(closed_fingers):
        return "Sinyal Terdeteksi"
    return "Tidak Terdeteksi"

cap = cv2.VideoCapture(0)
cv2.namedWindow('Hand Gesture Recognition', cv2.WINDOW_NORMAL)
cv2.resizeWindow('Hand Gesture Recognition', 1280, 720) # Mengatur ukuran window
```

Gambar 4. Kode *Input* Gambar



Gambar 5. *Output* Kode *Input* Gambar

3.2 Biometrik

Pada gambar 5 terdapat 16 data biometrik telapak tangan dengan pola yang berbeda-beda dengan hasil *output* kode sinyal tidak terdeteksi. Kemudian pada gambar 6 terdapat 1 data biometrik yang menunjukkan gestur tangan menggengam dimana ibu jari dijepit oleh 4 jari lainnya.



Gambar 6. Kode Biometrik Sinyal Tidak Terdeteksi



Gambar 7. Kode Biometrik Sinyal Terdeteksi

3.3 Kode *Signal For Help*

Pada gambar 8 dan 9 dibawah ini adalah hasil dari deteksi kode *signal for help* yang telah dijalankan secara *real-time*. Pada gambar 8 menunjukkan beberapa gestur telapak tangan yang menyatakan sinyal tidak terdeteksi. Sedangkan pada gambar 9 menunjukkan jika gestur tangan dengan ibu jari digenggam oleh empat jari lainnya maka menyatakan sinyal terdeteksi yang berarti terdapat tanda yang membutuhkan bantuan.



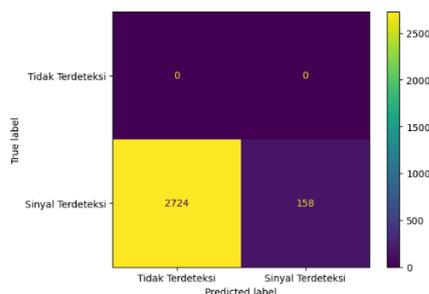
Gambar 8. Sinyal Tidak Terdeteksi



Gambar 9. Sinyal Terdeteksi

3.4 *Confusion Matrix*

Gambar 7 ialah *confusion matrix* dari set uji model deteksi kode *sign for help* yang menggunakan *mediapipe*. *Confusion matrix* adalah matriks yang menggambarkan performa model klasifikasi dengan membandingkan prediksi model terhadap label sebenarnya [20]. Dari matriks dibawah ini disimpulkan jika model memiliki kemampuan klasifikasi yang sangat baik ketika pengujian data.



Gambar 10. Confusion matrix

4. SIMPULAN

Penelitian ini memiliki tujuan untuk membantu individu yang sedang mengalami kekerasan secara fisik dengan memanfaatkan *OpenCV* dan *Mediapipe*. Pengambilan gambar ditangkap secara *real-time* dengan hasil *output* yang ditentukan oleh webcam laptop. Dalam pengujian data ini ada sebanyak 16 dataset training yang menghasilkan nilai MAPE sebesar 94,52% dan nilai MAP sebesar 100% yang berarti memiliki nilai akurasi yang sangat baik. Sehingga dapat diartikan penggunaan sistem deteksi kode *signal for help* ini memudahkan korban yang sedang terancam untuk meminta pertolongan kepada penerima pesan sinyal dengan jangkauan yang aman. Selain itu juga mengurangi resiko terjadinya hal yang tidak diinginkan serta membantu mengurangi angka tindakan kriminalitas dilingkungan masyarakat.

5. SARAN

Penelitian ini masih memiliki cukup banyak kekurangan, yang mana diharapkan dapat diperbaiki serta ditingkatkan lagi pada masa depan. Peneliti berharap agar penelitian selanjutnya dapat menambahkan metode seperti metode SVM (*Support Vector Machine*) atau metode YOLO (*You Only Look Once*) agar dapat meningkatkan nilai akurasi pada deteksi gerakan tangan. Selain itu peneliti juga mengharapkan adanya inovasi baru agar dapat meningkatkan fungsi dan kemampuan sistem. Inovasi yang dimaksud ialah seperti penambahan fitur alarm, telepon darurat, dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Listiawati, “Memahami Berbagai Macam Bahaya Kejahatan Jalanan (Street Crime) Pada Saat Masa Pandemi Covid-19 di Indonesia,” Roy Dwi Oktaviandi. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://pid.kepri.polri.go.id/memahami-berbagai-macam-bahaya-kejahatan-jalanan-street-crime-pada-saat-masa-pandemi-covid-19-di-indonesia/>
- [2] A. D. Putra, G. Stevi Martha, M. Fikram, R. J. Yuhan, and P. S. Stis, “Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tingkat Kriminalitas di Indonesia Tahun 2018,” *Indones. J. Appl. Stat.*, vol. 3, no. 2, pp. 123–131, 2020.
- [3] Dithansos, “Statistik Kriminal 2023,” Jakarta, 2023. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/12/5edba2b0fe5429a0f232c736/statistik-kriminal-2023.html>
- [4] CWF, “Signal For Help | Use Signal to Ask for Help | Canadian Women’s Foundation,” Canadian Women’s Foundation. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://canadianwomen.org/signal-for-help/>
- [5] TBWA, “Signal for Help - TBWA Worldwide Site,” The Disruption Company. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://tbwa.com/work/signal-for-help/>
- [6] N. Boyko, O. Basystiuk, and N. Shakhovska, “Performance Evaluation and Comparison of Software for Face Recognition, Based on Dlib and Opencv Library,” in *Proceedings of the 2018 IEEE 2nd International Conference on Data Stream Mining and Processing, DSMP 2018*, Lviv: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018, pp. 478–482. doi: 10.1109/DSMP.2018.8478556.
- [7] B. Santoso and R. P. Kristianto, “IMPLEMENTASI PENGGUNAAN OPENCV PADA FACE RECOGNITION UNTUK SISTEM PRESENSI PERKULIAHAN MAHASISWA,” *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 352–361, May 2020, doi: 10.32520/stmsi.v9i2.822.
- [8] A. M. Chalik, A. Qowy, F. Hanafi, and A. Nuraminah, “Mouse Tracking Tangan dengan Klasifikasi Gestur Menggunakan OpenCV dan Mediapipe,” *J. Ilm. Tek. Inform. dan Komun.*, vol. 1, no. 2, pp. 10–18, 2021,

- [Online]. Available: <http://journal.sinov.id/index.php/juitik/indexHalamanUTAMAJurnal>:<https://journal.sinov.id/index.php>
- [9] S. Nur Budiman, S. Lestanti, S. Marselius Evvandri, and R. Kartika Putri, “Pengenalan Gestur Gerakan Jari Untuk Mengontrol Volume Di Komputer Menggunakan Library OpenCV dan MediaPipe,” *Antivirus J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 16, no. 2, pp. 223–232, Nov. 2022, doi: 10.35457/antivirus.v16i2.2508.
- [10] R. A. S. P. Hendra, V. Prapatoni, B. A. Arryanto, and A. P. Sari, “Full-Body Tracking Berbasis OpenCV dan MediaPipe untuk Interaksi Objek Virtual,” *J. Multidiscip. Inq. Sci. Technol. Res.*, vol. 1, no. 4, pp. 2120–2034, 2024, doi: 10.32672/mister.v1i4.2212.
- [11] A. Hasyim Nur’azizan, A. Riqza Ardiansyah, and R. Fernandis, “Implementasi Deteksi Bahasa Isyarat Tangan Menggunakan OpenCV dan MediaPipe,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. DAN SAINS TAHUN*, vol. 3, no. 1, pp. 331–337, 2024, [Online]. Available: <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/4337/3039>
- [12] Indriani, M. Harris, and A. S. Agoes, “Applying Hand Gesture Recognition for User Guide Application Using MediaPipe,” in *Proceedings of the 2nd International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2021)*, Bandung: Atlantis Press, 2021, pp. 101–108. [Online]. Available: <https://www.atlantispress.com/proceedings/issat-21/125963795>
- [13] K. Bilal, “Hand Signal for Help Guide for Kids and Adults,” find my kids. Accessed: Dec. 12, 2024. [Online]. Available: <https://findmykids.org/blog/en/help-signs>
- [14] R. Oktari, “Kamu Dalam Situasi Darurat? Bisa Berikan Signal for Help (Sinyal Pertolongan),” indonesia baik.id. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://indonesiabaik.id/infografis/kamu-dalam-situasi-darurat-bisa-berikan-signal-for-help-sinyal-pertolongan>
- [15] WBG, “Signal for Help / Violence at Home Signal for Help,” World Bank Group. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: https://www.worldbank.org/en/work-with-us/hsd/home/signal_for_help
- [16] I. N. Kamalari, “Signal for Help: Isyarat Diam-diam Minta Tolong,” Radio Republik Indonesia. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.rri.co.id/lain-lain/1008023/signal-for-help-isyarat-diam-diam-minta-tolong>
- [17] H. A. Sidharta, “Introduction to Open CV,” Binus University. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://binus.ac.id/malang/2017/10/introduction-to-open-cv/>
- [18] Crocodic, “Implementasi OpenCV Pada Industri dan Kehidupan Sehari-hari,” Crocodic. Accessed: Dec. 15, 2024. [Online]. Available: <https://crocodic.com/implementasi-opencv-pada-industri-dan-kehidupan-sehari-hari/>
- [19] A. Halder and A. Tayade, “Real-time Vernacular Sign Language Recognition using MediaPipe and Machine Learning,” *Int. J. Res. Publ. Rev.*, vol. 2, no. 5, pp. 9–17, 2021, [Online]. Available: www.ijrpr.com
- [20] R. W. L. Therry, A. Junaidi, and A. N. Sihananto, “PROGRAM PENERJEMAH BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) SECARA REAL TIME MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DAN MEDIAPIPE,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 8, no. 6, pp. 11642–11649, 2024, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v8i6.11582>.
- [21] V. Shinde, T. Bacchav, J. Pawar, and M. Sanap, “Hand Gesture Recognition System Using Camera,” *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 1628–1633, 2014, [Online]. Available: www.ijert.org

Penerapan Metode WASPAS pada Sistem Pemeringkatan Kinerja Karyawan

Bayu Aji Prastowo¹, Galuh Aprilia Putri Agita², Bahtiar Adi Kurniawan³, Ahmad Bagus Setiawan⁴

Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹bayuaajipras1411@gmail.com, ²akunkuliah.galuh24@gmail.com,

³bahtiaradi789@gmail.com, ⁴ahmadbagus@unpkediri.ac.id

Abstrak – Penilaian kinerja karyawan merupakan proses penting dalam manajemen sumber daya manusia yang berpengaruh pada keputusan promosi, penghargaan, dan pengembangan karir. Namun, banyak perusahaan menghadapi tantangan dalam melakukan penilaian yang objektif dan adil. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penerapan metode WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) untuk mengatasi masalah tersebut. Metode WASPAS adalah teknik Multi-Criteria Decision Making (MCDM) yang menggabungkan dua pendekatan, yaitu Weighted Sum Model (WSM) dan Weighted Product Model (WPM), untuk menghitung skor kinerja karyawan berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data laporan kegiatan harian karyawan dan menerapkan metode WASPAS untuk memeringkatkan kinerja mereka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa WASPAS mampu menghasilkan peringkat yang lebih objektif dan konsisten, serta mengurangi subjektivitas dalam penilaian. Karyawan dengan kinerja terbaik mendapatkan skor tertinggi, sesuai dengan bobot kriteria yang lebih penting. Oleh karena itu, WASPAS dapat menjadi alat yang efektif dan efisien dalam pemeringkatan kinerja karyawan, yang pada gilirannya mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam manajemen SDM.

Kata Kunci — Multi-Criteria Decision Making, Penilaian Kinerja Karyawan, WASPAS.

1. PENDAHULUAN

Penilaian kinerja adalah salah satu aspek yang sangat penting dan dilakukan secara rutin oleh perusahaan. Penilaian ini diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dan profesionalisme perusahaan, serta sebagai tolok ukur untuk mengukur kemampuan karyawan atau pegawai dalam suatu organisasi [1]. Namun, proses penilaian kinerja yang masih dilakukan secara manual tanpa bantuan komputer, yang mengakibatkan pengecekan data memakan waktu cukup lama dan dianggap tidak efisien [1].

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menerapkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK membantu dalam proses pengambilan keputusan untuk masalah yang memiliki sifat semi-terstruktur [2]. Sistem pendukung keputusan mampu memberikan informasi dan memberikan solusi yang harus dilakukan [11]. Metode WASPAS adalah salah satu metode yang digunakan dalam SPK dan dapat meminimalkan kesalahan dalam pemilihan alternatif terbaik hingga yang terendah [3]. Metode ini bekerja dengan memberikan bobot pada kriteria untuk menentukan prioritas alternatif yang paling sesuai [3].

Metode WASPAS telah digunakan dalam berbagai penelitian sebelumnya, seperti dalam pemilihan subkontraktor [4], penentuan kelayakan pemberian vaksin COVID-19 [5], pemilihan teknologi kamera ponsel [6], pemilihan duta kampus [7], pemilihan perguruan tinggi bagi siswa [8] dan evaluasi pemasok di sektor konstruksi [9]. Dalam proses pembobotan kriteria dengan metode WASPAS, teknik pembobotan ROC (Rank Order Centroid) juga dapat diterapkan, yang memberikan perhatian khusus pada prioritas kriteria yang lebih penting [10].

Berdasarkan hal tersebut, artikel ini akan membahas penerapan metode WASPAS dalam sistem pemeringkatan kinerja karyawan. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat menghasilkan penilaian kinerja yang lebih akurat, efektif, dan objektif.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan untuk menerapkan metode WASPAS dalam pemeringkatan kinerja karyawan diambil dari laporan kegiatan harian karyawan yang sudah tersedia. Laporan ini memberikan informasi

yang terstruktur dan terperinci mengenai aktivitas serta kinerja karyawan setiap hari, yang nantinya akan dianalisis untuk menilai berbagai aspek kinerja berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

2.2 Metode WASPAS

Metode WASPAS (*Weighted Aggregated Sum Product Assessment*) menggunakan dua pendekatan utama, yaitu *Weighted Sum Model* (WSM) dan *Weighted Product Model* (WPM), untuk mengevaluasi dan memilih alternatif terbaik dari beberapa pilihan yang tersedia. Proses perhitungannya melibatkan normalisasi nilai, pembobotan kriteria, dan agregasi hasil menggunakan kedua model tersebut.

Berikut adalah langkah-langkah dan rumus perhitungan dalam metode WASPAS:

1. Matriks Keputusan (Decision Matrix)

Matriks keputusan dapat dibuat berdasarkan data yang ada, yang menggambarkan nilai-nilai kinerja atau evaluasi pada berbagai kriteria yang berbeda. Matriks keputusan ini dituliskan dalam bentuk:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(1)$$

dimana x_{ij} adalah nilai kriteria j pada alternatif i .

2. Normalisasi Matriks Keputusan

Langkah berikutnya adalah normalisasi nilai dalam matriks keputusan untuk mengubah semua data ke dalam skala yang sama. Proses normalisasi dilakukan dengan persamaan:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_j)} \dots\dots\dots(2)$$

di mana $\max(x_j)$ adalah nilai tertinggi pada kolom j .

3. Menghitung Nilai dengan WSM

Untuk setiap alternatif i , hasil WSM dihitung dengan mengalikan nilai normalisasi alternatif pada setiap kriteria dengan bobot kriteria yang bersangkutan, kemudian menjumlahkan hasilnya:

$$wsm_j = \sum_{i=1}^n w_i \times x_{ij}^! \dots\dots\dots(3)$$

w_i adalah bobot kriteria ke- j .

$x_{ij}^!$ adalah nilai alternatif i pada kriteria j yang telah dinormalisasi.

4. Menghitung Nilai dengan WPM

Nilai alternatif untuk WPM dihitung dengan mengalikan nilai normalisasi alternatif pada setiap kriteria yang telah dipangkatkan dengan bobot kriteria masing-masing:

$$wpm_j = \prod_{i=1}^n (x_{ij}^!)^{w_i} \dots\dots\dots(4)$$

5. Menentukan Alternatif Terbaik

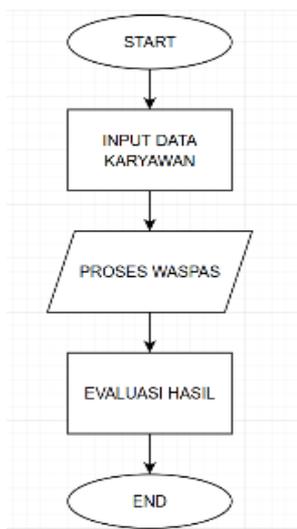
Nilai akhir dari setiap alternatif dihitung dengan menggabungkan nilai yang diperoleh dari **WSM** dan **WPM**. Koefisien a digunakan untuk menentukan proporsi bobot antara kedua metode tersebut:

$$qi = a \times wsm_j + (1 - a) \times wpm_j \dots\dots\dots(5)$$

a adalah parameter yang mengatur kontribusi relatif antara WSM dan WPM (biasanya $0 \leq a \leq 10$).
 qi adalah hasil akhir alternatif i

2.3 Rancangan Sistem

Panduan yang membantu tim pengembang untuk membuat sistem yang berfungsi sesuai yang diinginkan. Perancangan sistem bisa diibaratkan sebagai langkah-langkah merancang rencana atau gambaran detail tentang bagaimana suatu sistem akan dibuat. Ini seperti membuat peta atau sketsa yang menjelaskan bagaimana semua bagian sistem akan berinteraksi. Saat merancang sistem, kita memikirkan bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan sistem itu, bagaimana data akan disimpan, dan bagaimana berbagai bagian sistem akan bekerja satu samalain. Perancangan sistem membantu kita membuat keputusan tentang teknologi apa yang akan kita gunakan dan bagaimana semuanya akan diatur sehingga sistem berjalan dengan baik.



Gambar 1. Rancangan Sistem

Gambar 2.1 menunjukkan alur kerja dari aplikasi perangkingan karyawan menggunakan metode WASPAS berbasis desktop, setelah semua data dimasukkan, hasilnya akan menunjukkan siapa yang merupakan karyawan terbaik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode WASPAS

a. Data Alternatif

Data alternatif merupakan data yang akan dijadikan menjadi sampel pada saat proses perhitungan. Data ini diperoleh langsung dari PT XYZ.

Tabel 1. Matriks Keputusan

No	Alternatif	C1	C2	C3	C4
1	Pegawai 1	100	100	100	50
2	Pegawai 2	75	75	75	25
3	Pegawai 3	75	50	75	75
4	Pegawai 4	50	100	75	25
5	Pegawai 5	50	75	50	75

b. Normalisasi Matrik

Untuk normalisasi, kita menggunakan rumus normalisasi dengan nilai maksimum untuk setiap kriteria dapat dilihat di Tabel 3.2. Matriks keputusan yang dinormalisasi akan dihitung berdasarkan nilai maksimum untuk setiap kriteria. Hasil dari noemalisasi matriks dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 2. Nilai Maksimum Kriteria

C1	C2	C3	C4
100	100	100	75

Tabel 3. Nilai Normalisasi Matriks

No	Alternatif	C1	C2	C3	C4
1	Pegawai 1	1	1	1	0,66666667
2	Pegawai 2	0,75	0,75	0,75	0,33333333
3	Pegawai 3	0,75	0,5	0,75	1
4	Pegawai 4	0,5	1	0,75	0,33333333
5	Pegawai 5	0,5	0,75	0,5	1

c. Menghitung Nilai WSM (Weighted Sum Model)

Menghitung nilai wsm masing masing pegawai dengan rumus (3). Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat di table 4.

Tabel 4 Nilai WSM Pegawai

No	Alternatif	WSM
1	Pegawai 1	9,33333333
2	Pegawai 2	6,66666667
3	Pegawai 3	7,25
4	Pegawai 4	6,41666667
5	Pegawai 5	6,75

d. Menghitung Nilai WPM (Weighted Product Model)

Menghitung nilai wsm masing masing pegawai dengan rumus (4). Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat di tabel 5.

Tabel 5. Nilai WPM Pegawai

No	Alternatif	WPM
1	Pegawai 1	0,44444444
2	Pegawai 2	0,01112366
3	Pegawai 3	0,02966309
4	Pegawai 4	0,00520833
5	Pegawai 5	0,01318359

e. Menghitung Nilai Akhir

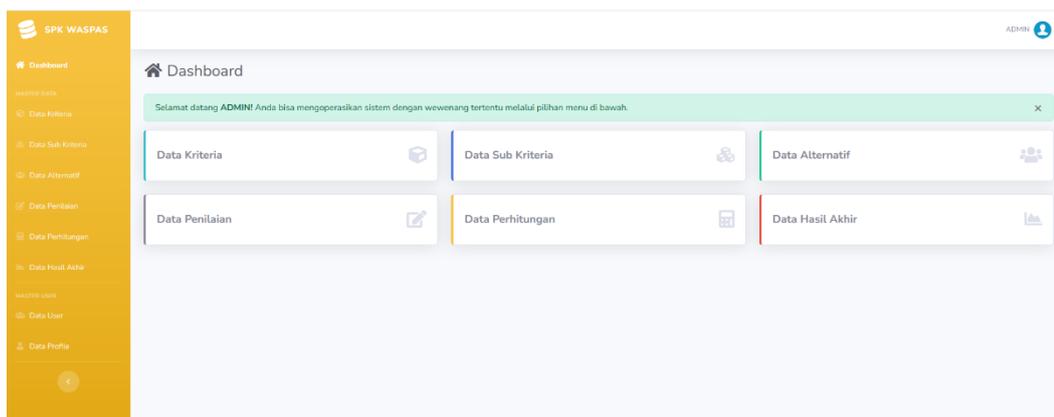
Menghitung nilai akhir masing masing pegawai dengan rumus (5). Hasil akhir perhitungan metode waspas dapat dilihat di tabel 6.

Tabel 6. Hasil Akhir

Alternatif	Nilai Akhir	Rangking
Pegawai 1	4,888889	1
Pegawai 2	3,338895	4
Pegawai 3	3,639832	2
Pegawai 4	3,210938	5
Pegawai 5	3,381592	3

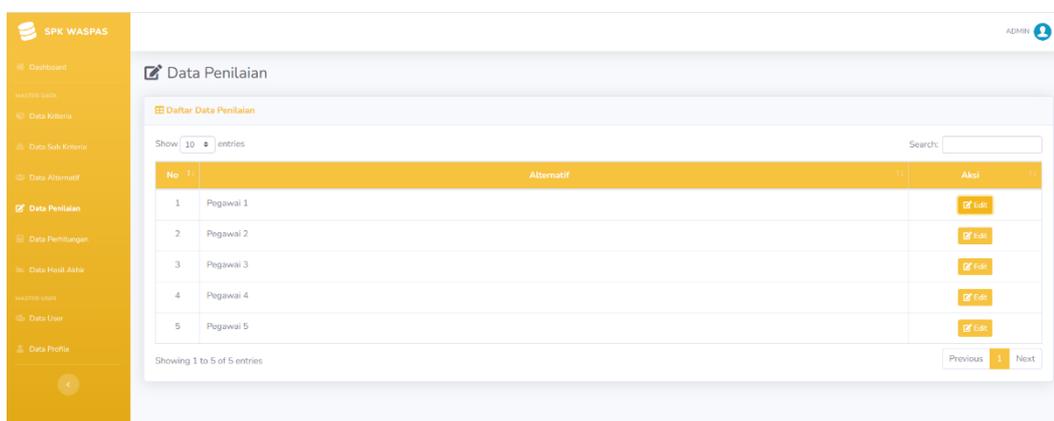
3.2 Implementasi Sistem

- a. Implementasi metode dalam aplikasi *dekstop*, pada gambar 2 ditunjukkan halaman *dashboard* dari aplikasi.



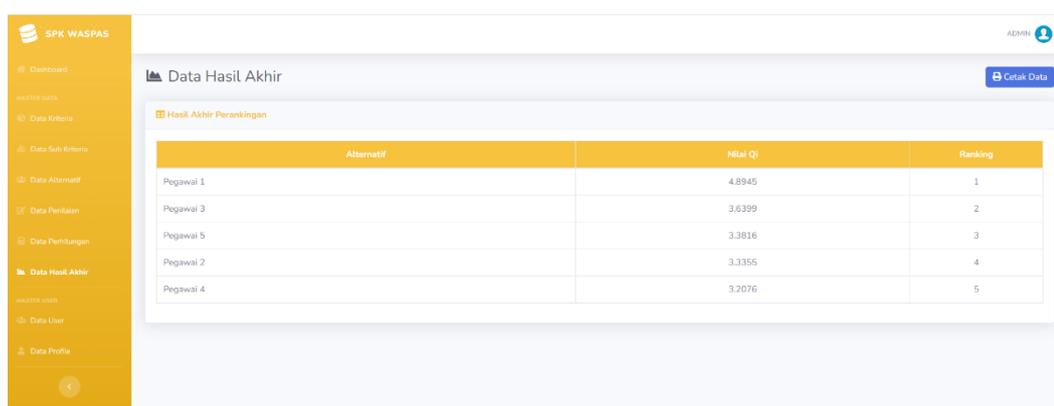
Gambar 2. Halaman Dashboard

- b. Pada gambar 3 ditunjukkan halaman penilaian dimana user dapat menginputkan data penilaian untuk pegawai



Gambar 3. Halaman Penilaian

- c. Pada gambar 4 ditunjukkan halaman hasil akhir, dihalaman tersebut ditampilkan hasil penilaian akhir dan ranking dari semua karyawan



Gambar 4. Halaman Hasil Akhir

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode WASPAS pada pemeringkatan kinerja karyawan, dapat disimpulkan bahwa metode ini efektif dalam memberikan penilaian objektif berdasarkan beberapa kriteria yang relevan. Penggabungan dua model, yaitu WSM dan WPM, menghasilkan skor preferensi akhir yang menunjukkan

Pegawai 1 sebagai karyawan dengan kinerja terbaik, diikuti oleh pegawai lainnya dengan peringkat yang lebih rendah. Hal ini membuktikan bahwa WASPAS mampu menghasilkan peringkat yang konsisten dan transparan, dengan mempertimbangkan bobot dan normalisasi nilai dari setiap kriteria.

Dengan menggunakan WASPAS, perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih akurat dan berbasis data dalam pengelolaan kinerja karyawan. Sistem ini menawarkan cara yang adil untuk menilai karyawan, mengurangi subjektivitas, serta mempermudah pengambilan keputusan terkait penghargaan, promosi, atau pengembangan karir. Secara keseluruhan, penerapan metode WASPAS terbukti dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam sistem penilaian kinerja karyawan.

5. SARAN

Dalam penelitian ini penulis berharap dapat menjadi rujukan kepada peneliti atau pengembang selanjutnya agar dapat mengembangkan dan menguji metode WASPAS dengan mempertimbangkan lebih banyak kriteria penilaian serta data yang lebih beragam, seperti hasil penilaian dari berbagai level manajer atau feedback 360 derajat. Penelitian juga dapat fokus pada pengujian sistem dalam konteks perusahaan yang berbeda untuk melihat apakah metode ini tetap efektif dalam berbagai industri atau skala perusahaan. Selain itu, mengintegrasikan teknologi AI atau machine learning untuk analisis prediktif dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi pemeringkatan kinerja karyawan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kristina Wardani Zebua, Widiarti Rista Maya, Fifin Sonata, "Penerapan Metode WASPAS Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan", JURNAL SISTEM INFORMASI TGD, Volume 1, Nomor 5, September 2022.
- [2] Sahrul Ade Amanatulloh, Setyawan Wibisono, "Sistem Pendukung Keputusan Pemberian BLT Desa Sidaharja Dengan Metode WASPAS", JURNAL ILMIAH ELEKTRONIKA DAN KOMPUTER, Vol.15, No.1, Juli 2022.
- [3] Tulus Annisaa, Indra Gita Anugrah, Putri Aisyiyah Rakhma Devi, "Sistem Pendukung Keputusan dalam Pemilihan Subkon Jasa Kontruksi dengann Metodee WASPAS", ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics, Vol. 4, No. 1, April 2022.
- [4] Victor Marudut Mulia Siregar dan Heru Sugara, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Sepeda Motor Bekas Menggunakan Metode WASPAS", Jurnal TEKINKOM, Volume 5, Nomor 2, Desember 2022.
- [5] P. A. Situmorang, B. Andika, and S. Yakub, "Implementasi Metode WASPAS Menentukan Kelayakan Pemberian Vaksin Covid-19," J. Sist. Inf. Triguna Dharma (JURSI TGD), vol. 1, no. 4, p. 294, 2022.
- [6] Badrul Anwar, Wakhinuddin Simatupang, Mukhlidi Muskhir, Dedy Irfan, Asyahri Hadi Nasyuha, "Kombinasi Penerapan Metode WASPAS dan Rank Order Centroid (ROC) dalam Keputusan Pemilihan Teknologi Kamera Ponsel Terbaik", Building of Informatics, Technology and Science (BITS), Volume 4, No 3, Desember 2022.
- [7] Rohan Kristini Purba, Mesran, Rian Syahputra, "Penerapan Metode WASPAS dengan Metode Pembobotan ROC pada Pemilihan Duta Kampus", Jurnal Ilmiah MEDIA SISFO, Vol. 17, No. 2, Oktober 2023.
- [8] Juanda Hakim Lubis, Debi Gusmaliza, Mesran, "Penerapan Metode WASPAS Dalam Pemilihan Perguruan Tinggi Bagi Siswa Sekolah", Journal of Information System Research (JOSH), Volume 4, No. 1, Oktober 2022.
- [9] M. Keshavarz-Ghorabae, M. Amiri, M. Hashemi-Tabatabaei, E. K. Zavadskas, and A. Kaklauskas, "A new decision-making approach based on fermatean fuzzy sets and waspas for green construction supplier evaluation," Mathematics, vol. 8, no. 12, pp. 1–24, 2020.
- [10] Badrul Anwar, Wakhinuddin Simatupang, Mukhlidi Muskhir, Dedy Irfan, Asyahri Hadi Nasyuha, "Kombinasi Penerapan Metode WASPAS dan Rank Order Centroid (ROC) dalam Keputusan Pemilihan Teknologi Kamera Ponsel Terbaik", Building of Informatics, Technology and Science (BITS), Volume 4, No 3, Desember 2022.
- [11] Rizaldi, A., Voutama, A., & Susilawati, S. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Certainty Factor Dalam Mendiagnosa Kategori Tingkat Demam Berdarah. *Generation Journal*, 5(2), 91–101.

Pengembangan Aplikasi Penjadwalan dan Promosi Event Komunitas Berbasis Web untuk Peningkatan Partisipasi Publik

Danuar Aditya Anardha¹, Laurenza Aprilya Melati², Nur Kholiq Yoga Witanto³,
Danang Wahyu Widodo⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹danuaranardha0@proton.me, ²melazaam555@gmail.com, ³nur.kholiqyw@gmail.com,
⁴danangwahyuwidodo@unpkediri.ac.id

Abstrak – Kemajuan teknologi memudahkan akses informasi publik, termasuk dalam kegiatan komunitas seperti acara sosial, edukasi, dan olahraga. Namun, metode penyebaran informasi yang konvensional masih memiliki keterbatasan dalam menjangkau masyarakat luas. Penelitian ini mengembangkan aplikasi penjadwalan acara komunitas berbasis web menggunakan Python Flask dan HTML, yang dirancang untuk memudahkan pengelolaan dan publikasi jadwal acara komunitas secara online. Aplikasi ini menyediakan fitur-fitur seperti pendaftaran acara, pengelolaan event oleh pengguna, dan tampilan kalender kegiatan. Metode pengembangan menggunakan model waterfall melalui tahapan analisis, desain, pengkodean, pengujian, dan pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini user-friendly, efektif dalam menyebarkan informasi, dan mampu meningkatkan partisipasi publik dalam acara komunitas. Kendati demikian, terdapat beberapa tantangan, seperti konektivitas internet dan kebutuhan akan fitur notifikasi yang lebih fleksibel. Saran pengembangan meliputi integrasi dengan media sosial, fitur notifikasi acara, dan penambahan akses offline untuk menjangkau lebih banyak pengguna. Aplikasi ini diharapkan dapat mempererat hubungan sosial dan meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam kegiatan komunitas.

Kata Kunci — aplikasi, HTML, manajemen acara

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini semakin memudahkan masyarakat dalam mengakses berbagai informasi, termasuk informasi mengenai acara atau kegiatan komunitas di sekitar mereka [1]. Banyak komunitas mengadakan acara seperti kegiatan sosial, edukasi, dan olahraga untuk mempererat hubungan antarwarga. Namun, tantangan yang dihadapi adalah bagaimana cara menyebarkan informasi acara tersebut secara efektif kepada masyarakat luas. Metode penyebaran informasi yang konvensional seringkali kurang optimal, sehingga partisipasi masyarakat dalam kegiatan-kegiatan ini tidak selalu mencapai target yang diharapkan.

Aplikasi penjadwalan komunitas publik berbasis web ini dirancang untuk membantu komunitas mengelola dan mempublikasikan jadwal acara mereka dengan lebih mudah dan efisien [2]. Menggunakan teknologi Python Flask dan HTML, aplikasi ini memungkinkan komunitas untuk membuat dan menyebarkan informasi acara mereka secara online, sehingga dapat diakses kapan saja dan di mana saja oleh masyarakat. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan masyarakat lebih mudah mengetahui acara-acara di wilayah mereka, meningkatkan keterlibatan mereka dalam kegiatan komunitas, serta memperkuat hubungan sosial di dalam komunitas tersebut.

2. METODE PENELITIAN

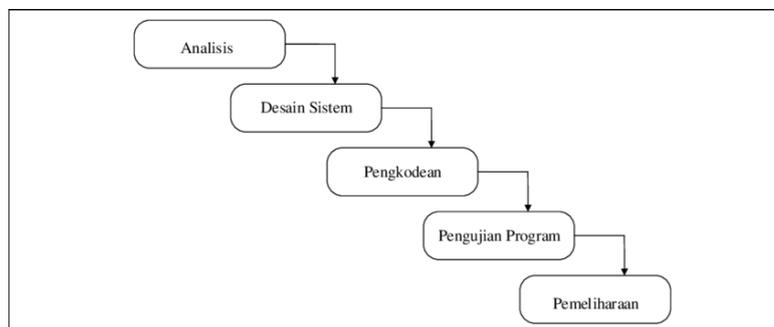
Dalam konteks manajemen acara, penjadwalan yang baik sangat penting untuk memastikan kelancaran dan keberhasilan suatu acara. Dengan meningkatnya kebutuhan akan platform digital, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah website yang dapat membantu penyelenggara dalam mengatur dan menjadwalkan event publik. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang dapat mempermudah proses penjadwalan dan meningkatkan partisipasi masyarakat.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi observasi, wawancara pengguna, dan analisis dokumen. Observasi dilakukan untuk memahami alur penyelenggaraan acara dan penggunaan fitur dalam aplikasi. Wawancara dilakukan dengan pengguna yang terlibat dalam manajemen acara untuk menggali pengalaman dan kebutuhan mereka. Analisis dokumen dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari panduan penggunaan aplikasi serta laporan acara sebelumnya. Selain itu, studi literatur dilakukan untuk mengeksplorasi penelitian terkait dalam pengembangan aplikasi manajemen acara komunitas.

2.2 Metode Pembangunan Software

Metode pembangunan sistem adalah metode waterfall. Metode ini merupakan model linear yang memiliki tahapan pengembangan sistem yang berurutan : analisis, desain, kode, dan tes [3]. Model ini sering digunakan dalam pembangunan suatu sistem atau perangkat lunak yang bersifat generic. Setiap tahapan harus diselesaikan sebelum dapat lanjut mengerjakan tahapan berikutnya [4]. Metode waterfall dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode waterfall

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing tahapan pada metode waterfall:

1. Analisis: Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi dalam manajemen acara di berbagai komunitas, termasuk kesulitan dalam penyelenggaraan dan kurangnya koordinasi antar peserta. Selanjutnya, analisis dilakukan untuk menentukan kebutuhan pengguna yang akan menjadi dasar pengembangan aplikasi.
2. Desain: Tahap ini mencakup perencanaan setiap kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Perancangan terdiri dari pembuatan Mockup UI untuk menggambarkan struktur tampilan website, serta perancangan *use case* untuk memastikan pengalaman pengguna yang intuitif. Penulis juga merancang tampilan antarmuka aplikasi untuk platform web dan mobile.
3. Pengkodean: Pada tahap ini, aplikasi berbasis web. Aplikasi berbasis web dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *library* Flask.
4. Pengujian: Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan memenuhi semua kebutuhan yang diharapkan. Pengujian meliputi uji fungsionalitas, uji antarmuka, serta uji performa untuk memastikan aplikasi berjalan dengan baik dan memberikan pengalaman pengguna yang memuaskan. Tahap pengujian belum dilakukan dalam penelitian ini karena fokus utama adalah pengembangan aplikasi hingga tahap implementasi.
5. Pemeliharaan: Tahap ini mencakup kegiatan pemeliharaan dan perbaikan sistem setelah aplikasi diluncurkan. Pemeliharaan dilakukan untuk menangani bug yang mungkin muncul, melakukan pembaruan sistem, dan menambahkan fitur baru berdasarkan umpan balik pengguna. Kegiatan ini penting untuk memastikan aplikasi tetap relevan dan berfungsi optimal seiring dengan perubahan kebutuhan pengguna dan perkembangan teknologi. Penelitian ini belum mencakup tahap pemeliharaan karena aplikasi belum diluncurkan untuk pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

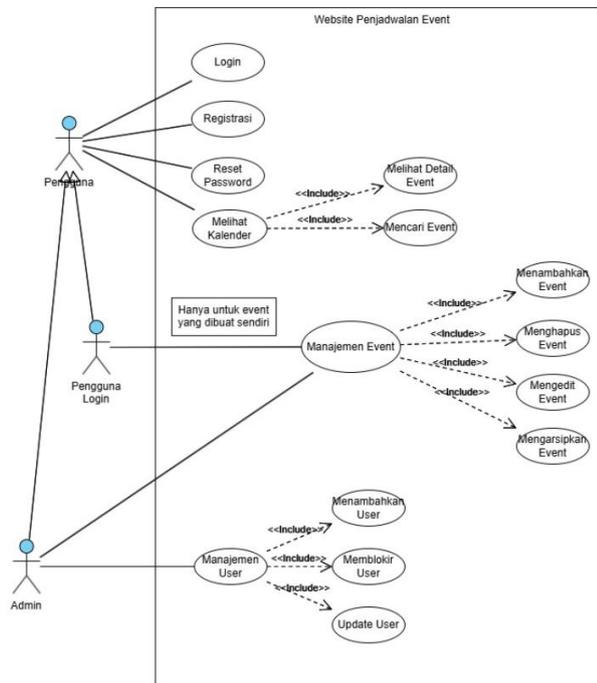
3.1 Kebutuhan Fungsional

Berdasarkan analisis alur proses penyelenggaraan event, dapat dirumuskan beberapa kebutuhan fungsionalitas yaitu :

1. Pengguna dapat login
2. Pengguna dapat registrasi
3. Pengguna dapat *reset password*
4. Pengguna dapat melihat kalender, termasuk melihat *event* dan mencari *event*
5. Pengguna yang login dapat memanajemen event yang dibuat sendiri, termasuk menambahkan *event*, menghapus *event*, dan mengedit *event*.
6. Admin dapat memanajemen semua event.
7. Admin dapat memanajemen pengguna, termasuk menambahkan pengguna, menghapus pengguna, dan memperbarui pengguna.

3.2 Use Case Diagram

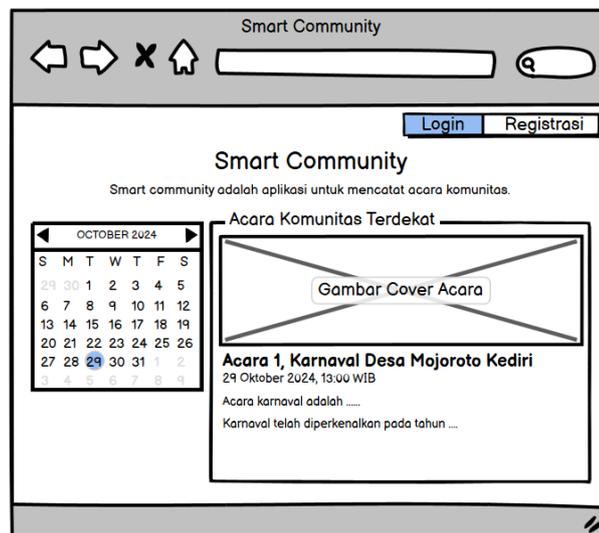
Semua fungsional pada sistem merupakan proses yang secara teknis dikerjakan oleh para aktor yang terlibat. Hubungan antara fungsional dan aktor yang terlibat dapat digambarkan menggunakan use case diagram, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Use case diagram

3.3 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka aplikasi ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Antarmuka website

Berdasarkan antarmuka halaman daftar kegiatan dari Gambar 3, halaman ini merupakan halaman yang ditampilkan disaat user pertama kali membuka aplikasi sistem informasi webinar. Halaman ini dapat diakses tanpa melakukan login. Halaman daftar kegiatan acara menampilkan semua kegiatan acara yang tersedia.

3.4 Perancangan Basis Data

Perancangan basis data diawali dengan menyusun struktur basis data berdasarkan entitas yang diperlukan dan hubungannya dengan entitas lain. Entitas dan hubungannya dijelaskan pada ERD (Entity Relationship Diagram) untuk merepresentasikan model data dalam sistem. Rancangan database terdiri dari enam tabel, seperti

users, events, feedback, reminders, eventreports,, dan participants. Antara satu tabel dengan tabel yang lainnya memiliki relasi. Rancangan ERD dapat dilihat pada Gambar 4. Masing-masing tabel memiliki atribut dan hubungan dengan tabel lain sesuai kebutuhan sistem.



Gambar 4. Entity relationship diagram database

PEMBAHASAN

Pembangunan aplikasi website menggunakan Python versi 3.10 dengan library Flask dan HTML. Database yang digunakan adalah database MySQL. Berikut adalah potongan kode yang digunakan untuk menambahkan event baru kegiatan event pada gambar 5.

```
@app.route('/api/events', methods=['GET', 'POST'])
@login_required
def events():
    if request.method == 'POST':
        data = request.get_json()
        event = Event(title=data['title'], start=data['start'], end=data['end'])
        db.session.add(event)
        db.session.commit()
        return jsonify({'success': True})
    elif request.method == 'GET':
        events = Event.query.all()
        return jsonify([{'id': e.id, 'title': e.title, 'start': e.start, 'end': e.end} for e in
events])
```

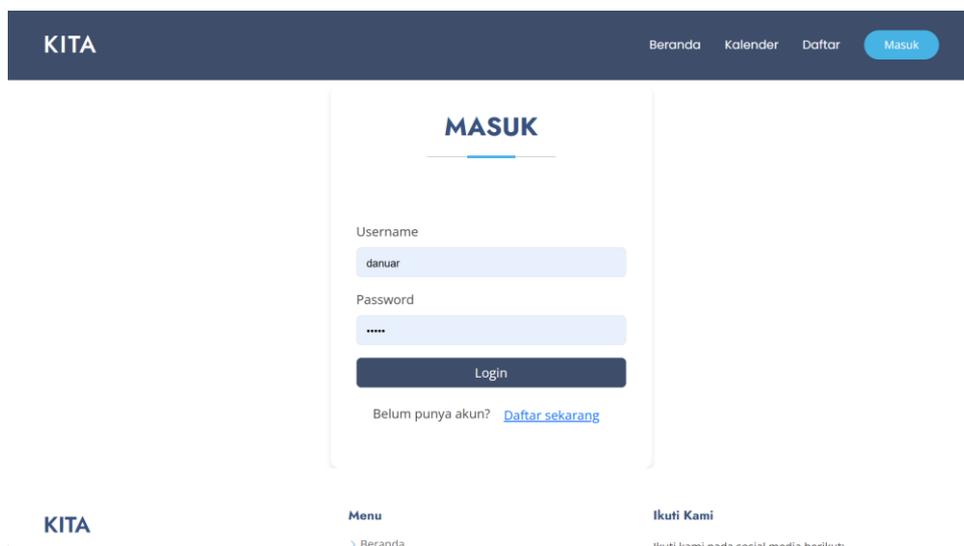
Gambar 5. Kode menambahkan event baru

Halaman daftar kegiatan event yang tersedia adalah halaman yang ditampilkan ketika pengguna membuka aplikasi pertama kali. Halaman ini berisi daftar kegiatan event yang tersedia pada aplikasi web. Tampilan halaman daftar kegiatan webinar yang tersedia dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan halaman awal website

Gambar 7 dibawah ini adalah halaman *login* yang digunakan untuk pengguna atau admin masuk ke halaman jika pengguna ingin melakukan aksi seperti menambahkan, menghapus, dan mengedit event yang dibuat oleh pengguna sendiri.



Gambar 7. Halaman login

Pengembangan aplikasi penjadwalan dan promosi event komunitas berbasis web ini bertujuan untuk meningkatkan partisipasi publik melalui kemudahan akses informasi terkait kegiatan-kegiatan komunitas [5]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini memiliki antarmuka yang mudah digunakan (user-friendly), memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi acara dan fitur penjadwalan secara mudah. Pengguna dapat mendaftar untuk acara, dan melihat kalender kegiatan.

Dengan adanya platform terpusat seperti ini, komunitas memiliki cara yang lebih efektif untuk menjangkau publik dan mengundang mereka ke dalam kegiatan-kegiatan yang bermanfaat. Secara tidak langsung, aplikasi ini mendukung peningkatan solidaritas dan kolaborasi antaranggota masyarakat melalui kegiatan komunitas yang lebih terstruktur dan mudah di akses.

4. SIMPULAN

Aplikasi ini memiliki potensi besar meningkatkan partisipasi masyarakat dalam acara komunitas dengan menyediakan platform berbasis web yang mudah diakses. Antarmuka yang ramah pengguna memungkinkan aplikasi ini menjangkau berbagai kalangan, termasuk mereka yang kurang berpengalaman dengan teknologi.

Meskipun ada beberapa tantangan dalam pengembangan, seperti keterbatasan sumber daya dan akses internet yang belum merata, aplikasi ini tetap efektif dalam memfasilitasi keterlibatan publik dengan cara yang efisien.

Teknologi Python Flask dipilih untuk back-end karena kemudahannya dalam mengelola data acara yang dinamis, sementara HTML digunakan untuk menciptakan antarmuka yang user-friendly. Dengan penyebaran informasi yang lebih cepat dan praktis, aplikasi ini mengurangi kebutuhan akan biaya cetak dan distribusi fisik. Hasilnya, masyarakat dapat lebih mudah mengakses informasi acara, yang mendorong partisipasi serta memperkuat hubungan sosial dan rasa kebersamaan dalam komunitas.

5. SARAN

Untuk meningkatkan kinerja aplikasi, disarankan agar sistem terhubung dengan divisi keuangan untuk menganalisis keberhasilan acara promosi. Selain itu, penambahan fitur seperti peta lokasi acara dapat membantu pengguna mengecek kondisi area yang digunakan untuk edukasi atau kegiatan lainnya, dan Menambahkan integrasi dengan media sosial untuk mempermudah pengguna dalam membagikan acara dengan jaringan mereka, yang dapat memperluas jangkauan promosi acara, serta Menyediakan rekomendasi acara yang disesuaikan dengan minat pengguna berdasarkan histori atau preferensi mereka, untuk meningkatkan relevansi dan partisipasi.

Sebaiknya tim pengembang mempertimbangkan pengembangan fitur offline yang memungkinkan pengguna mengakses informasi dasar meskipun tanpa koneksi internet. Hal ini akan membantu menjangkau lebih banyak pengguna, terutama di wilayah dengan akses internet yang tidak stabil. Selain itu, perlu adanya sistem umpan balik yang lebih terstruktur agar pengguna dapat memberikan saran atau melaporkan masalah secara langsung, sehingga pengembangan aplikasi dapat lebih responsif terhadap kebutuhan masyarakat.

Disarankan juga untuk menambahkan fitur notifikasi pengingat acara bagi pengguna, sehingga mereka tidak melewatkan acara yang sudah direncanakan. Dalam jangka panjang, aplikasi dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung integrasi dengan platform media sosial, yang akan memperluas jangkauan informasi dan meningkatkan interaksi antar anggota komunitas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barrett, S. E., Ochapa, M. O., & Warren, T. (2023). Digital Technology in Community Engagement: Impacts and Implications. *Journal of health care for the poor and underserved*, 34(1), 425–430. <https://doi.org/10.1353/hpu.2023.0027>
- [2] Aneesh R, Ajmal Shah, Abhishek D M, Aishwarya S.R, & Thaseen Taj. (2020). Community web application for event management platform. *International Journal of Progressive Research in Science and Engineering*, 1(5), 116–120. Retrieved from <https://journal.ijprse.com/index.php/ijprse/article/view/165>
- [3] Pressman, R. S., *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. s.l.: Mc-Graw Hill, 2010.
- [4] Susanto, R. & Adriana, A. D., “Perbandingan Model Waterfall dan Prototyping untuk Pengembangan Sistem Informasi,” vol. 14, no.1 , 2016.
- [5] Nurhasan, U., Mentari, M., Hartati, K., & Ningtyas, N. (2020). Penerapan Aplikasi Up-Event pada Tata Kelola Kegiatan Multi Vendor. *Generation Journal*, 4(2), 84-97. <https://doi.org/10.29407/gj.v4i2.14291>

Perancangan Sistem Pendeteksi Isi Tempat Sampah Berbasis IoT Menggunakan Sensor Ultrasonik HC SR04

Adis Prima Aryaputra¹, Muchamad Fajar Shodiq², Putri Derisa Adilla D. S.³, Juli Sulaksono⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹adisprima2433@gmail.com, ²fajarshodiq700@gmail.com, ³derisaadilla21@gmail.com,
jsulaksono@gmail.com

Abstrak – Masalah penumpukan sampah di ruang publik, khususnya di area taman dan tempat rekreasi, masih menjadi tantangan dalam upaya menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan. Taman Sekartaji, Kediri, adalah salah satu lokasi yang sering mengalami penumpukan sampah, terutama pada hari-hari libur. Penelitian ini mengembangkan sistem pendeteksi kepenuhan isi tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik untuk membantu mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem pendeteksi kepenuhan isi tempat sampah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor ultrasonik di Taman Sekartaji, Kediri. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi kepenuhan tempat sampah kepada petugas kebersihan melalui aplikasi Blynk IoT yang diakses di smartphone. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian sampah, dan data tersebut dikirimkan melalui ESP32 yang terhubung ke cloud. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi monitoring kebersihan, mengurangi penumpukan sampah, serta mendukung lingkungan yang lebih bersih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi tingkat kepenuhan secara real-time dan mengirimkan notifikasi ke perangkat petugas kebersihan dengan cepat dan akurat.

Kata Kunci — Sampah, Sensor Ultrasonic, IoT, Blynk IoT

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan modernisasi perangkat elektronik pada era globalisasi khususnya di bidang mikrokontroler dan sensor membawa perubahan dalam kehidupan manusia. Membuang sampah pada tempatnya mungkin hal yang mudah bagi sebagian orang, namun pada faktanya masih banyak masyarakat yang tidak membuang pada tempatnya [3]. Hal ini diakibatkan minimnya kepedulian masyarakat, tentang pentingnya menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan sekitar. Adapun salah satu upaya yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Kediri untuk menjaga kebersihan lingkungan sekitar yaitu dengan menyediakan tempat sampah di berbagai tempat [1].

Setiap sisi pada taman sekartaji mempunyai tempat sampah dan penampungan sampah. Sampah yang dihasilkan dari berbagai tempat di taman sekartaji semakin hari semakin banyak dan membuat sampah selalu menumpuk dan dapat menyebabkan bau tak sedap jika tidak diatasi dengan baik. Hal tersebut akan menyebabkan terjadinya sumber penyakit dan gangguan pernapasan karena adanya pembusukan sampah pada tempat sampah. Pembusukan sampah akan menghasilkan gas metan (CH₄) dan gas hidrogen sulfida (H₂S) yang bersifat beracun bagi tubuh [2].

Banyak penelitian yang membahas tentang tempat sampah dan penampungan sampah, diantaranya dilakukan oleh [4], dengan penelitiannya yang berjudul *Design And Implementation Monitoring System For Reporting Waste Based Embedded Technology* penulis membangun sebuah sistem untuk membantu mengetahui keadaan kepenuhan sampah. Sistem yang dibangun memanfaatkan kemampuan ultrasonik untuk mendapat data ketinggian sampah dan juga memanfaatkan jaringan radio untuk berkomunikasi dengan data yang diperoleh. Sistem yang dipasang dalam sebuah tempat pembuangan sampah diberi nama *Smart Trash System* (STS). Data kepenuhan hasil pemantauan sampah akan dikirim ke sebuah sistem yang bernama *Local Base Station* (LBS) untuk kemudian dikirim ke server. *Smart Trash System* dapat mengidentifikasi tingkat kepenuhan sampah dari tempat pembuangan sampah. Dimana telah kita ketahui dari penelitian tersebut telah di jelaskan bahwa peneliti membuat sebuah sistem yang dapat membantu mengetahui kepenuhan tempat pembuangan sampah dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mendapat data ketinggian sampah dan memanfaatkan jaringan radio untuk berkomunikasi dengan data yang diperoleh. Untuk berkomunikasi dengan data yang diperoleh menggunakan konsep *Wireless Sensor Network* (WSN) dengan menggunakan perangkat NRF agar dapat mengirim data hasil ketinggian dari tempat pembuangan sampah ke server.

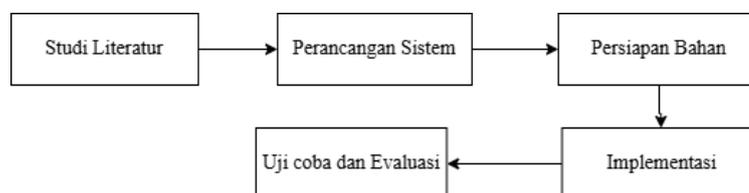
Taman Sekartaji mempunyai banyak tempat sampah, tempat sampah diletakan disetiap sudut masing-masing tempat. Sampah yang dihasilkan di Taman Sekartaji semakin hari semakin meningkat terutama dihari libur, hal ini menyebabkan tempat sampah cepat penuh serta kurang tahu petugas sampah bahwa tempat sampah sudah penuh.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dikembangkanlah sebuah prototipe Sistem Monitoring Tempat Sampah di Taman Sekartaji berbasis ESP32 dan sensor ultrasonik. Tempat sampah ini dirancang agar dapat mengirimkan informasi kepenuhan sampah berupa notifikasi dan keterangan ke *smartphone* petugas kebersihan di Taman Sekartaji. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai server untuk menyimpan data yang terhubung ke cloud, serta sensor ultrasonik untuk mendeteksi tingkat kepenuhan sampah. Notifikasi akan dikirim melalui aplikasi Blynk IoT yang telah diinstal di perangkat *smartphone* petugas kebersihan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Langkah Penelitian

Tahapan penelitian digambarkan dalam bentuk flowchart pada Gambar 1. Proses penelitian dimulai dengan mempelajari literatur, diikuti dengan perancangan sistem serta persiapan alat dan bahan. Selanjutnya, penelitian dilakukan dengan menyusun dan membuat program, kemudian dilanjutkan dengan percobaan untuk memastikan alat berfungsi dengan baik. Jika hasil pengujian alat dan program positif, maka proses dilanjutkan dengan analisis dan pembahasan.



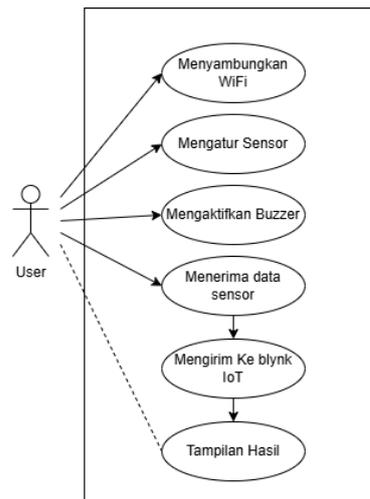
Gambar 1. *Flowchart* penelitian

1. Studi Literatur
Pada tahap ini, sumber referensi dikumpulkan, termasuk observasi lapangan, artikel, jurnal, dan berbagai sumber lainnya sebagai dasar dalam proses pembuatan alat.
2. Perancangan Sistem
Tahap ini melibatkan perancangan sistem yang mencakup desain program, model alat, serta cara kerja alat.
3. Persiapan Bahan
Pada tahap ini, semua bahan yang diperlukan mulai dikumpulkan.
4. Implementasi Penelitian
Tahap ini meliputi perakitan komponen sesuai desain yang telah direncanakan. Selanjutnya, program dibuat dan dikombinasikan dengan alat yang dirakit, kemudian dilakukan pengujian awal terhadap alat.
5. Uji Coba dan Evaluasi
Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap alat yang telah diimplementasikan, hasil pengujian dicatat pada hasil dan evaluasi.

2.2 Rancangan Sistem

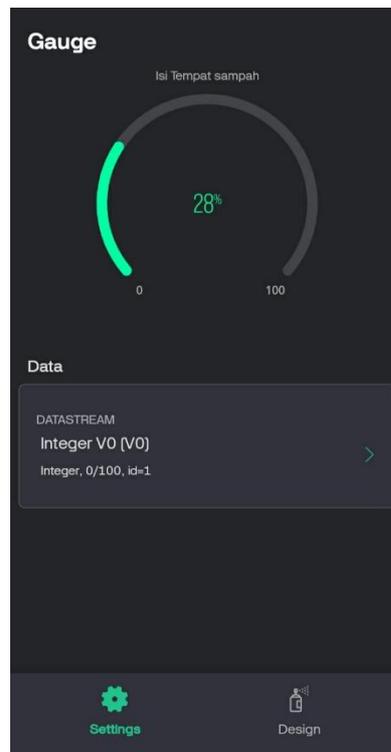
1. Arsitektur Alat
 - a. Sensor Ultrasonik HC SR04 mengukur jarak antara tutup tempat sampah dan sampah di dalamnya.
 - b. ESP32 sebagai mikrokontroler yang menerima data dari sensor ultrasonik dan memprosesnya.
 - c. Buzzer sebagai indicator ditempat saat tempat sampah penuh.
 - d. Powerbank/baterai digunakan untuk memberikan daya kepada perangkat yang digunakan.
 - e. Aplikasi Blynk IoT untuk melihat tingkat kepenuhan tempat sampah oleh user melalui *smartphone*.

Pada gambar 2. merupakan *use case* diagram dari sistem yang akan dibuat, alat ini memiliki alur kerja dengan cara ESP32 menerima data dari sensor ultrasonik dan mengolahnnya, setelah diolah data akan dikirimkan kepada pengguna melalui aplikasi blynk yang dapat dilihat langsung oleh pengguna melalui *smartphone*.



Gambar 2. Use case diagram

Sementara untuk tampilan *interface* sistemnya kita menggunakan tampilan sistem yang telah disediakan oleh aplikasi Blynk IoT yang dimana kita dapat memilih tampilan yang sesuai dengan kebutuhan kita sendiri. Pada gambar 3. Menunjukkan tampilan interface/UI yang akan kita gunakan nantinya pada sistem ini.



Gambar 3. Tampilan UI pada Aplikasi Blynk IoT

2.3 Pengacuan Pustaka

Penelitian yang terdahulu mengenai monitoring kepenuhan isi tempat sampah [5] yang menggunakan sensor ultrasonik, masih menggunakan Arduino Uno sebagai base sistem, belum menggunakan mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Blynk IoT sebagai penerima notifikasi.

Pada penelitian lainnya mengenai sistem pendeteksi kepenuhan tempat sampah dengan sensor ultrasonik [6], sistem ini mengikuti penelitian tersebut dengan menambahkan beberapa perubahan yang belum terdapat pada sistem yang terdahulu, yang memudahkan petugas untuk memonitoring tempat sampah tanpa harus melakukan pengecekan satu persatu tempat sampah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh informasi yang mendalam tentang teknologi IoT dan sensor ultrasonik dalam pemantauan kebersihan, khususnya sistem deteksi kepenuhan sampah. Studi ini mencakup analisis jurnal, artikel ilmiah, serta observasi lapangan di Taman Sekartaji, Kediri, guna mengidentifikasi kebutuhan spesifik di lapangan dan mengevaluasi metode serupa yang telah dikembangkan oleh peneliti lain.

Langkah selanjutnya adalah perancangan sistem, di mana peneliti merancang model dan alur kerja alat berdasarkan komponen yang akan digunakan, termasuk sensor ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler ESP32. Sistem dirancang agar ESP32 dapat memproses data dari sensor ultrasonik yang mengukur ketinggian sampah, lalu mengirimkannya ke aplikasi Blynk IoT pada smartphone petugas kebersihan. Pada tahap ini, peneliti juga membuat diagram alir dan desain interface pada aplikasi Blynk IoT, menyesuaikan dengan kebutuhan tampilan bagi pengguna.



Gambar 4. Konfigurasi sistem

Tahap ketiga adalah persiapan bahan, di mana semua komponen, seperti sensor ultrasonik, ESP32, buzzer, baterai, dan aplikasi Blynk IoT, dikumpulkan sesuai desain. Implementasi sistem kemudian dilakukan dengan merakit semua komponen dan menghubungkannya melalui konfigurasi program. ESP32 diprogram agar dapat membaca data dari sensor, mengolah data tersebut, dan mengirimkan notifikasi melalui Wi-Fi ke aplikasi Blynk.



Gambar 5. Prototype sistem

Pada tahap akhir, dilakukan uji coba terhadap prototipe sistem yang sudah dirakit. Uji coba ini bertujuan untuk memverifikasi akurasi sensor dalam mendeteksi tingkat kepenuhan sampah, stabilitas koneksi Wi-Fi dalam pengiriman data, serta responsivitas aplikasi Blynk IoT dalam menampilkan notifikasi kepada petugas kebersihan. Data dari hasil uji coba dicatat untuk dianalisis lebih lanjut, sehingga dapat dievaluasi apakah sistem sudah berjalan optimal atau membutuhkan penyesuaian tambahan. Metode ini diharapkan dapat memberikan hasil yang efisien dan akurat dalam pengelolaan kebersihan taman dengan cara yang lebih modern dan otomatis.

Hasil yang didapat dari pengujian sistem ini antara lain:

1. Sensor ultrasonik mampu mendeteksi tingkat kepenuhan tempat sampah secara efektif dalam kondisi normal. Data ketinggian sampah ditampilkan dalam aplikasi Blynk melalui gauge yang menunjukkan persentase kepenuhan dari 0% hingga 100%. Sistem ini memberikan kemudahan bagi petugas kebersihan untuk memantau kondisi tempat sampah tanpa harus melakukan pengecekan manual.
2. Namun, sensor mengalami kesulitan dalam memberikan hasil pembacaan yang akurat jika sampah di dalam tempat sampah tidak merata. Hal ini menunjukkan bahwa posisi dan distribusi sampah memengaruhi akurasi data yang diperoleh dari sensor.

3. Sistem berhasil mengaktifkan buzzer sebagai alarm ketika tingkat kepenuhan tempat sampah mencapai atau melebihi 80%. Alarm ini memberikan tanda langsung kepada petugas kebersihan untuk segera mengosongkan tempat sampah, sehingga dapat mencegah penumpukan sampah secara berlebihan.

4. SIMPULAN

Prototipe sistem yang dikembangkan berhasil mendeteksi kepenuhan tempat sampah secara real-time menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32. Aplikasi Blynk IoT memudahkan petugas kebersihan untuk memantau kondisi tempat sampah di Taman Sekartaji tanpa pengecekan manual, sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan kebersihan di area publik. Sistem ini efektif dalam membantu pengelolaan sampah dengan memberikan notifikasi langsung saat tempat sampah penuh, yang secara signifikan mengurangi risiko penumpukan sampah. Meskipun begitu, sistem ini masih memiliki kelemahan karena bergantung pada koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data.

5. SARAN

Penelitian lanjutan disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan energi alternatif, seperti panel surya, agar sistem lebih efisien dalam penggunaan daya. Selain itu, pengembangan sistem dapat dilakukan dengan menambahkan sensor bau untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi jenis sampah yang ada. Implementasi sistem ini di lebih banyak area publik juga diusulkan untuk mengukur efektivitas dan keberhasilannya pada skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asyikin, A.N., Syahidi, A.A. and Subandi (2020) „Design and Implementation of Different Types of Smart Dustbins System in Smart Campus Environments”, 196(Ijce), pp. 1–7. doi:10.2991/aer.k.201124.001
- [2] Candra, S. K., Susanto, E., & Murti, M. A. (2015). Desain dan Implementasi Wsn pada Tempat Sampah dalam Gedung Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Rf Modul Zigbee dengan Topologi Cluster Tree. e Proceeding of Engineering : Vol.2, No.2 Agustus 2015, 1917.
- [3] Sohor, S. et al.(2020) „Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultasonik Dengan Notifikasi Telegram”, Jurnal Ilmu Komputer, 9(2), pp. 154–160. doi:10.33060/jik/2020/vol9.iss2.182.
- [4] Almuchlisin, Jati, A. N., & Ahmad, U. A. (2016). Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring untuk Pelaporan Sampah Berbasis Teknologi Embedded. e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.1 April 2016, 666. [6]Prasetya, E.. 2006. Case Based Reasoning untuk mengidentifikasi kerusakan bangunan. *Tesis*. Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer. Univ. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] Islamy, C. C. (2023, May). Rancang bangun monitoring volume dan segregasi sampah dengan sensor ultrasonic. In Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Ilmiah Mahasiswa (Vol. 2, No. 1, pp. 762-777). [8] Wallace, V. P., Bamber, J. C. dan Crawford, D. C. 2000. Classification of reflectance spectra from pigmented skin lesions, a comparison of multivariate discriminate analysis and artificial neural network. *Journal Physical Medical Biology*. No.45. Vol.3. 2859-2871.
- [6] Ratnawati, F., & Musri, T. (2020). Prototype Sistem Monitoring Tempat Sampah di Gedung Politeknik Negeri Bengkalis Berbasis Mikrokontroler. *SATIN-Sains dan Teknologi Informasi*, 6(1), 80-88. [10] Chakraborty, RC. 2010. Expert System : AI Course Lecture. http://www.myreaders.info/07_Expert_Systems.pdf diakses pada tanggal 10 Mei 2016.

Model Integrated Sustainability Geopark dan Ekowisata Danau Toba menggunakan Pendekatan Berbasis Sistem Rekomendasi

Darwin Lie¹, Nana Triapnita Nainggolan², Lora Ekana Nainggolan³

¹Magister Manajemen, Universitas Prima Indonesia

²Manajemen, STIE Sultan Agung

³Akuntansi, STIE Sultan Agung

Email: ¹liedarwin989@gmail.com, ²triapnita@gmail.com, ³loraekana@gmail.com

Abstrak

Pengembangan pariwisata Danau Toba dapat berkelanjutan dengan penggunaan sistem rekomendasi berbasis untuk dapat meningkatkan proses manajemen pemasaran, operasional layanan industri pariwisata yang lebih efisien, mempermudah akses, memantau kondisi lingkungan, lalu lintas pariwisata dan pemanfaatan sumber daya sehingga dapat mengurangi dampak negatif dari kegiatan pariwisata. Pariwisata Danau Toba juga akan mendukung *Geopark* dan Ekowisata di Kabupaten Samosir secara berkelanjutan. Urgensi penelitian adalah penggunaan teknologi masih sangat rendah di beberapa sektor dalam mendukung keberlanjutan pariwisata karena beberapa sumber yang belum mendukung seperti sumber daya manusia yang mampu menciptakan, memanfaatkan, dan mengendalikan teknologi tersebut belum sepenuhnya tersedia. Modal tidak cukup dalam pengadaan teknologi untuk pengembangan sektor: pengelola destinasi wisata, restoran, akomodasi, dan transportasi. Dukungan pemerintah untuk menyediakan fasilitas teknologi yang berintegrasi dengan beberapa sektor yang mendukung keberlanjutan pariwisata Danau Toba juga masih belum diberikan secara optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan *geopark* berkelanjutan dan ekowisata Danau Toba yang berintegrasi melalui pendekatan berbasis rekomendasi. Metode penelitian menggunakan metode *Collaborative Filtering*. Dalam aplikasinya, pengguna dapat mengetahui posisi mereka, menentukan dan mencari lokasi tertentu, baik jauh maupun dekat. Salah satunya adalah mencari pusat makanan di kawasan Danau Toba, dan *geosite* lainnya.

Kata Kunci: *Geopark*, Ekowisata, *Smart Tourism*, Sistem_Rekomendasi

1. PENDAHULUAN

Pemulihan ekonomi di Indonesia juga tercermin dari kondisi pariwisata di Indonesia. Sektor pariwisata di Indonesia pada tahun 2022 telah bangkit kembali, ditunjukkan dengan peningkatan kontribusi pariwisata terhadap PDB sebesar 4,13% yang berasal dari kunjungan wisatawan Indonesia dan devisa pariwisata. Danau Toba merupakan salah satu kawasan pariwisata yang berkontribusi pada peningkatan perekonomian Indonesia, dilihat dari jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke daerah tersebut sebagai berikut:

Tabel 1. Wisatawan Mancanegara yang datang ke Sumatera Utara, 2023

M mancanegara	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	M mancanegara	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015
Asean	62753	172	33521	195311	166746	153227	134124	147311	Perancis	719	2	570	3451	3690	3124	2112	2195
Brunai	116	0	13	214	221	172	91	218	Jerman	1439	1	943	5087	5852	5050	4021	4160
Malaysia	39938	64	20322	121700	139878	128761	115007	129203	Italia	163	0	96	638	695	408	293	485
Filipina	312	8	205	1409	1612	1541	1094	1551	Belanda	1233	5	1702	6795	4439	4637	4465	4760
Singapura	4403	11	2519	16242	18630	17312	14322	12516	Spayno	415	0	175	1198	1321	758	393	807
Thailand	766	3	454	2411	3605	3688	3027	3087	Portugal	34	0	23	133	116	58	43	70
Vietnam	207	4	158	627	752	1356	311	405	Swedia	65	2	93	361	324	216	159	270
Myanmar	61	0	37	273	317	259	147	202	Swiss	220	2	117	899	1132	583	423	910
Asean Lainnya	16798	82	9813	52435	1741	138	125	129	Inggris	851	3	764	3679	4000	3852	2997	2833
Asia	2436	30	2863	22561	28255	24006	17590	16717	Finlandia	50	0	108	241	373	221	143	337
Hongkong	0	0	1	788	1501	1436	1175	1271	Norwegia	147	0	53	277	307	218	102	213
India	953	0	589	3924	4401	3652	2434	2241	Irlandia	55	0	43	249	245	147	83	187
Jepang	298	0	331	2052	2037	1748	1578	1593	Eropa Barat Lainnya	2	0	20	373	61	203	34	54
Korea Selatan	260	1	424	1940	1943	1868	1686	1997	Rusia	40	0	154	488	549	546	369	296
Pakistan	49	0	80	287	263	234	30	61	Yunani	17	0	4	52	53	213	37	39
Bangladesh	34	0	63	395	5183	2941	923	290	Polandia	77	0	182	670	717	333	204	323
Sri Lanka	27	1	49	261	363	202	85	91	Ukraina	9	0	51	113	144	68	88	100
Taiwan	330	5	600	3408	3233	2993	2215	2512	Eropa Timur Lainnya	175	0	309	1231	1236	8724	2033	724
RRC	387	12	616	8916	8654	8635	6921	6335	Amerika	1244	8	985	5669	5838	4910	3611	4479
Turki	59	1	63	279	407	212	37	105	Amerika Serikat	971	3	661	3984	4150	3918	3031	2753
Asia Lainnya	339	10	47	311	270	297	543	221	Kanada	188	4	229	1075	959	456	312	797
Timur Tengah	132	2	128	752	932	751	645	720	Amerika Tengah	3	0	2	32	41	105	33	214
Saudi Arabia	24	0	24	148	243	173	149	186	Brazil	22	0	20	176	602	230	141	285
Bahrain	0	0	1	1	2	0	11	13	Amerika Selatan	44	1	47	104	86	201	94	431
Kuwait	0	0	2	8	9	6	4	12	Amerika Lainnya	16	1	26	0	0	0	0	
Mesir	57	0	32	221	212	243	176	146	Oceania	1472	2	921	5749	5908	5629	4492	4457
Uni Emirat Arab	4	0	8	7	21	19	88	18	Australia	1316	1	847	5084	5129	5184	4213	3857
Yaman	18	2	24	165	192	294	131	204	Selandia Baru	156	1	72	658	768	429	274	591
Qatar	0	0	0	0	5	1	1	1	Oceania Lainnya	0	0	2	7	11	16	5	9
Timur Tengah Lainnya	29	0	37	202	248	15	85	140	Afrika	97	1	138	553	615	556	178	954
Eropa	6364	15	5844	28227	27982	30700	18725	20378	Afrika Selatan	41	0	30	234	232	189	78	151
Austria	137	0	92	448	532	381	194	352	Afrika Lainnya	56	1	108	319	383	367	100	803
Belgia	183	0	129	877	846	456	211	531	Lainnya	0	0	0	0	0	51013	54303	34270
Denmark	333	0	216	1213	1350	436	237	733	Jumlah	74498	230	44400	258822	236276	270792	233643	229288

Sumber: BPS. 2023

Danau Toba salah satu objek wisata yang mampu menarik wisatawan lokal, nasional maupun internasional. Untuk itu, Danau Toba juga perlu mengembangkan wisata menjadi *Smart Tourism*, melalui pertama: pelayanan yang berkualitas dalam membangun kepercayaan wisatawan sehingga loyalitas juga akan semakin meningkat [1]. Kedua: wisata *soft intelligence* berupa keterampilan dan modalitas organisasi, termasuk kolaborasi dan kemitraan, inovasi dan kepemimpinan. Ketiga: kecerdasan *hard intelligence* yang mengacu pada keseluruhan infrastruktur teknologi [2][3]. Keberlanjutan pariwisata Danau Toba juga memperhatikan bagaimana semua pihak yang mendukung keberlanjutan tersebut dapat mengatasi beberapa masalah seperti pencarian tempat wisata, kuliner, akomodasi, dan transportasi [4].

Keberlanjutan pariwisata di era digital saat ini tidak terlepas dari kecerdasan buatan agar objek wisata tersebut dapat mengimplementasikan *smart tourism* yang berfungsi untuk membantu pemerintah dan pelaku usaha sektor pariwisata dalam mengelola destinasi pariwisata dan pengalokasian sumber daya yang dibutuhkan [5]. Pemanfaatan teknologi untuk keberlanjutan pariwisata juga meningkatkan personalisasi pengalaman wisatawan melalui sistem rekomendasi dalam mengakses aktivitas wisata [6].

Kendala dalam penetapan *smart tourism* di Kawasan Danau Toba yang mengedepankan *geopark* dan ekowisata adalah masalah pendanaan dan kompetensi SDM yang belum memahami dan menguasai teknologi. Meskipun pemerintah sudah menggelontorkan banyak dana untuk meningkatkan infrastruktur Kawasan Danau Toba, hal ini belum mampu mengubah kawasan tersebut menjadi *smart tourism* [7].

2. METODE PENELITIAN

Metode Sistem Rekomendasi Pariwisata Menggunakan *Collaborative Filtering*

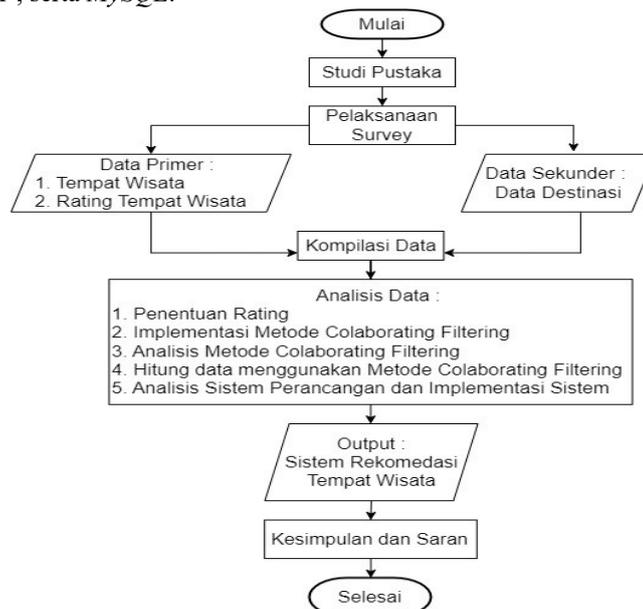
a. Collaborative Filtering (CF)

Merupakan proses penyaringan ulasan item memakai opini atau *review* orang lain. CF melakukan penyaringan terhadap objek guna menemukan pengguna pemberi rekomendasi. CF menyortir data melalui tahapan kecocokan pengguna hingga terkirim informasi yang baru kepada pengguna sebab sistem memberikan informasi berdasarkan corak satu kelompok yang hampir sama [8].

Kualitas anjuran mengacu pada opini pengguna lain, terhadap objek. Nilai yang diberikan disebut dengan R, yakni bilangan bulat tidak negatif, dengan skala tertentu. Sistem ini akan menebak penilaian yang akan diberikan seorang pengguna terhadap sebuah objek yang belum pernah dinilai sebelumnya. Rating yang dipakai dalam penelitian ini adalah model nilai skalar yang terdiri dari angka 1 sampai 5 [9].

b. Metode Pengumpulan Data

Metode studi Pustaka merupakan teknik pencarian dengan menggunakan pencarian data melalui literatur yang berkaitan dengan objek penelitian, seperti buku referensi, artikel tentang sistem rekomendasi, metode *collaborative filtering*, *PHP*, serta *MySQL*.



Gambar 1. Tahapan Pembuatan Sistem Rekomendasi

c. Metode Pengembangan Sistem

Prototipe adalah sebuah metode yang dipakai dalam pengembangan sistem, di mana prototipe merupakan mekanisme interaktif dalam pengembangan sistem keinginan diubah dalam sistem yang bekerja yang secara berkelanjutan disempurnakan melalui kerja sama antar analis dan pengguna.

Tahap pembuatan prototipe dengan berbasis orientasi objek adalah:

1. Analisa kebutuhan yang ada dalam rumusan masalah.
2. Desain, yakni tahap perancangan sistem menggunakan *use case diagram* dan penyusunan *data base* dan desain antar muka sistem.
3. Buat prototipe, yakni pembuatan model serta keseluruhan rencana pemecahan masalah dengan menggunakan *PHP* dan *MySQL*.
4. Evaluasi dan perbaikan, *review* terhadap purwarupa yang telah disiapkan, jika dinilai ada perbaikan, maka akan diselesaikan sesuai dengan keinginan pengguna.
5. Hasil, yakni purwarupa yang telah dibuat dengan masukan dari pengguna.

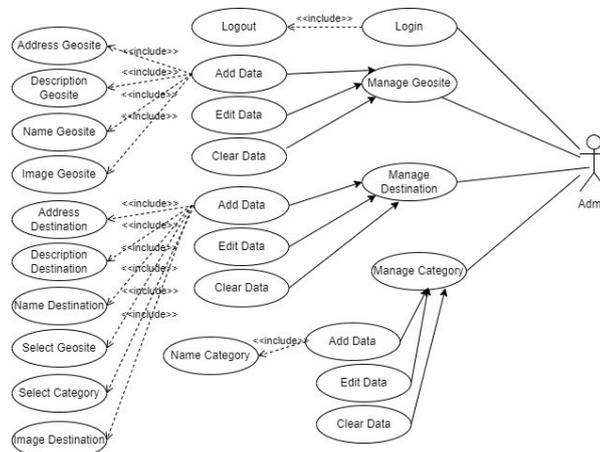
d. Deskripsi Sistem

Sistem rekomendasi wisata geopark dan ekowisata, dengan memakai *CF* adalah aplikasi yang berbasis *web* dengan menggunakan program *PHP* dan *data base MySQL*. Sistem ini sendiri terdiri dari dua pengguna, yakni admin dan *user* (pengguna umum dan wisatawan). Admin akan bertugas sebagai pengelola data wisata *geopark* dan ekowisata, yakni kategori destinasi seperti *beach* (pantai), *culinary* (kuliner), *cultural heritage* (warisan budaya), *hotel*, *theme park* (taman hiburan), *waterfall* (air terjun). Admin juga bertugas dalam menambah dan memperbaharui data destinasi serta pengguna admin destinasi rekomendasi[10].

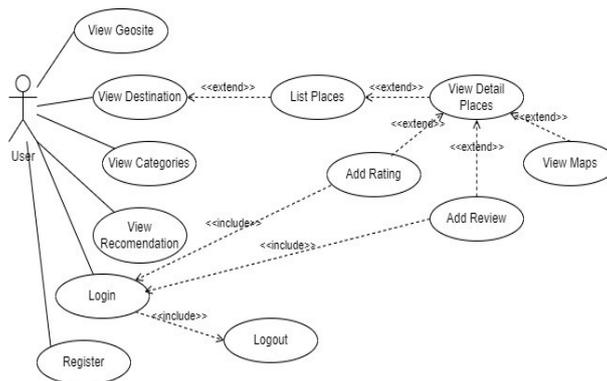
Sedangkan pengguna umum dan wisatawan, sebelum menggunakan sistem ini harus melakukan registrasi data diri, dengan komponen yakni: nama lengkap pengguna, *username* yang akan digunakan, jenis kelamin, *email*, dan *password*. Jika registrasi telah berhasil, kemudian pengguna dapat *login* dengan menggunakan *email* dan *password* yang didaftarkan, dan bila berhasil maka pengguna umum ataupun wisatawan dapat masuk ke sistem dan dapat mencari destinasi apa saja yang ingin dituju di Kawasan *Geopark* dan Ekowisata Danau Toba, yang sudah dinilai melalui *rating* oleh pengguna lain atau yang belum dinilai.

Use Case Diagram

Use case diagram pada penerapan model *CF* dalam sistem rekomendasi geopark dan ekowisata Kawasan Danau Toba, dapat dilihat dari gambar berikut ini:



Gambar 2. Use Case Diagram Admin



Gambar 3. Use Case Diagram User

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat admin dapat melakukan *login* ke sistem rekomendasi Kawasan Danau Toba dengan memasukkan *username* dan *password*, kemudian admin dapat melanjutkan ke tahap mengelola data *geosite*, destinasi dan kategori atau memilih *logout*. User dalam hal ini adalah pengguna, pengunjung wisata baik domestik atau mancanegara melakukan registrasi awal dan apabila registrasi telah berhasil dapat dilanjutkan dengan *login*. Selanjutnya sistem menampilkan rekomendasi wisata, pilihan kategori, pilihan destinasi yang ada di Kawasan Danau Toba. Wisatawan juga dapat memilih wisata yang diinginkan dan sistem akan memperlihatkan detail wisata yang dipilih. Setelah melakukan pencarian, pengguna dapat memberikan *rating* 1 sampai 5 dan memberikan *review* atau memilih *logout* untuk keluar dari sistem.

e. Metode Pengujian Sistem

Mendeteksi serta menghapuskan kesalahan yang terdapat dalam sistem merupakan dasar pengujian. Tes pembuktian ini digunakan dengan *black-box*. Dalam tes ini tidak perlu tahu apa yang sebenarnya terjadi dalam sistem, pengujian *item* dianggap gelap karena logikanya tidak diketahui. Yang didapat hanya masuk dan yang keluar dari kotak hitam. Tes ini adalah masukan dan luaran dari berbagai masukan yang diberikan, yang artinya apakah sistem memberikan luaran yang diharapkan pengguna. *Black-box* dapat menemukan kesalahan dalam kategori berikut [10]:

1. Menemukan fungsi yang kurang tepat atau hilang dalam suatu aplikasi.
2. Mencari kekeliruan yang ada ketika aplikasi digunakan.
3. Menemukan kekeliruan dalam struktur akses dalam suatu aplikasi
4. Memeriksa kemampuan aplikasi yang dibuat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Mengidentifikasi Tujuan Sistem Rekomendasi bagi *Geopark* dan Ekowisata Kawasan Danau Toba

Sektor Pariwisata tidak hanya berdampak pada industri pariwisata semata melainkan pada masyarakat, pemangku kepentingan, bisnis lokal, serta lingkungan. Pentingnya sektor pariwisata dalam mempromosikan pariwisata berbasis *geopark* dan ekowisata di kawasan Danau Toba akan memandu para wisatawan lokal dan mancanegara dengan dampak negatif yang dapat diminimalkan. Pemanfaatan internet dalam dunia pariwisata dirasakan sangat membantu wisatawan dalam mempersiapkan perjalanannya dalam mengeksplor berbagai wisata lokal. Keberadaan wadah yang khusus seperti fasilitas *web smart tourism* dalam memperkenalkan, mempublikasikan tempat wisata lokal, kuliner, toko souvenir khas kawasan Danau Toba, dan akomodasi, dan pastinya akan membantu para pelaku usaha di daerah dan para wisatawan.

Wisata lokal memiliki potensi sangat besar untuk membantu perekonomian daerah dan nasional, bahkan tak jarang mampu menjadi sektor unggulan. Namun saat ini eksplorasi terhadap wisata lokal kawasan Danau Toba belum maksimal. Hal ini disebabkan belum ada media khusus yang mengidentifikasi keindahan tempat dan keramahan wisata Danau Toba, yang banyak tersedia justru wisata yang sudah memiliki nama besar dan ada di kota-kota besar.

Inilah tujuan diperlukan sebuah media khusus pariwisata berupa *smart tourism* berbasis *web* di Kawasan Danau Toba, yang tidak hanya dapat merekomendasikan tempat dan fasilitas wisata yang sesuai dengan ekspektasi para wisatawan, akan tetap mampu memudahkan penemuan tempat wisata yang unik, berpotensi tinggi namun masih kurang dikenal [11]. Ada banyak pilihan yang bisa disaring berdasarkan minat, batasan atau pun selera pengguna yang menggunakan sistem rekomendasi saat sedang melakukan pencarian informasi dari aplikasi *web* [12]. Tujuan sistem rekomendasi bagi Kawasan Wisata Danau Toba diharapkan mampu memberikan saran sumber

daya pariwisata dalam bentuk *web smart tourism* yang sangat relevan dengan kebutuhan pengguna, dan sifat dari referensi yang diberikan lebih personal dengan item-item, yang berbeda-beda [13].

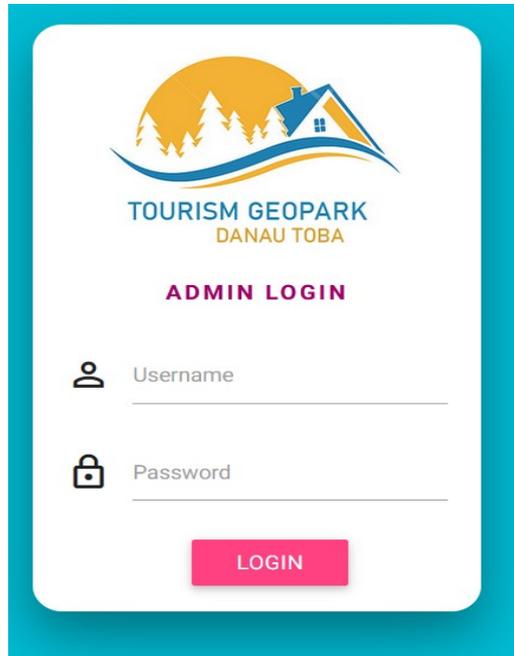
- b. Model Sistem Rekomendasi yang Diterapkan Menggunakan *Collaborative Filtering*.

Penerapan Sistem

Tahapan implementasi model collaborative filtering dalam sistem rekomendasi *Geopark* Kawasan Danau Toba dirangkai dengan model program *PHP* dan *MySQL*.

Tampilan Admin

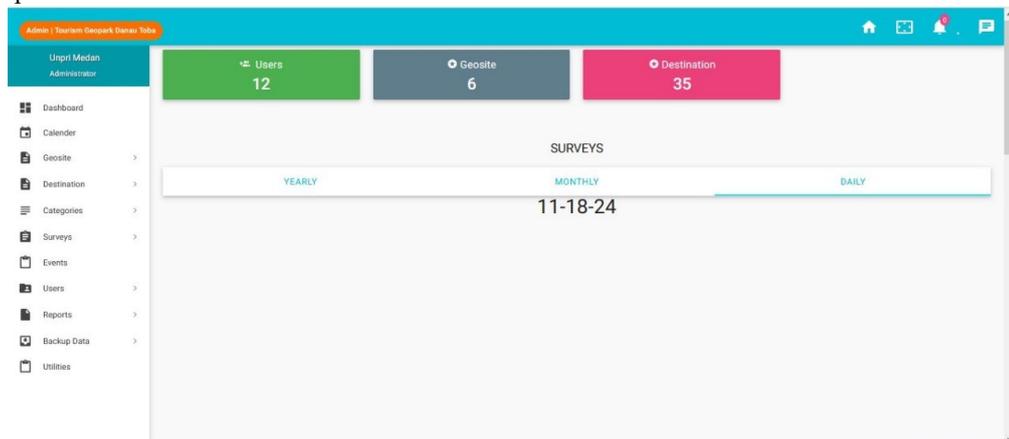
1. *Login*



Gambar 4. *Login* Admin

Tampilan login bagi admin terlihat praktis dan menampilkan ikon sistem rekomendasi, dan saat *login* berhasil admin akan masuk dalam *home* admin.

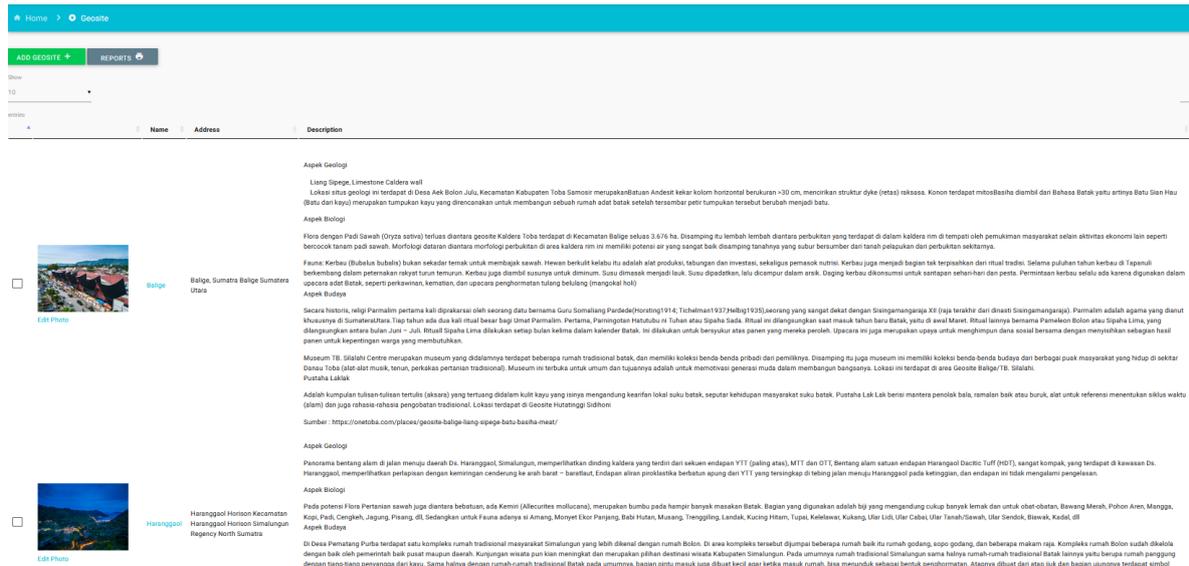
2. Tampilan *Home*



Gambar 5. Tampilan Home dan Variabel Data

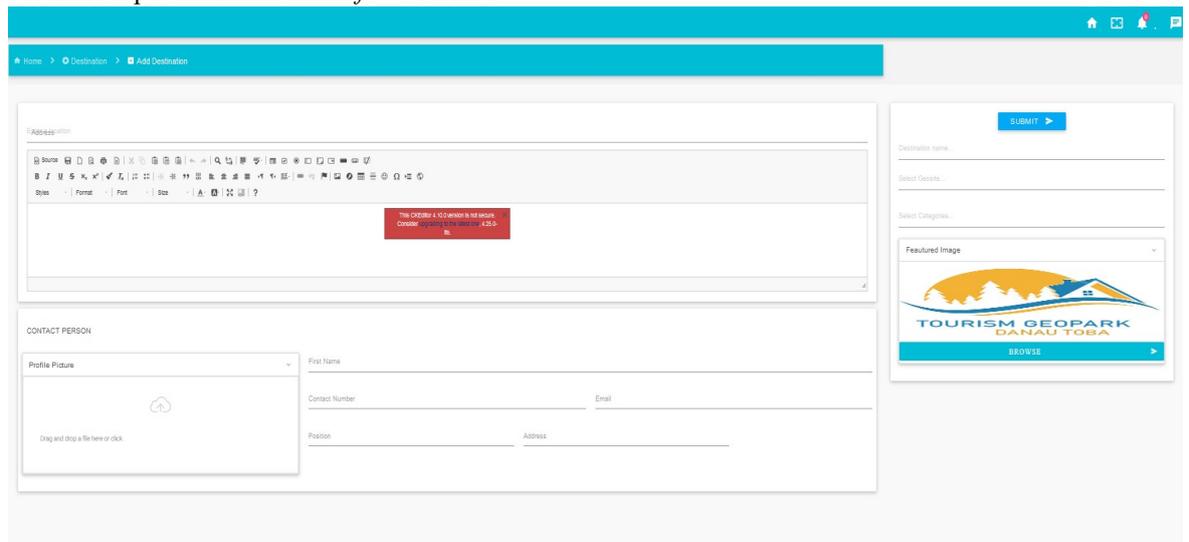
Tampilan *home* pada *web* menampilkan menu variabel yang akan ditampilkan pada di aplikasi pengguna. Dan admin dapat melakukan penambahan dan pengurangan data, serta merubah deskripsi data wisata *Geopark* Kawasan Danau Toba.

3. Tampilan *Geosite*, *Destination* dan *Event*



Gambar 6. Tampilan Geosite, Destination serta Event

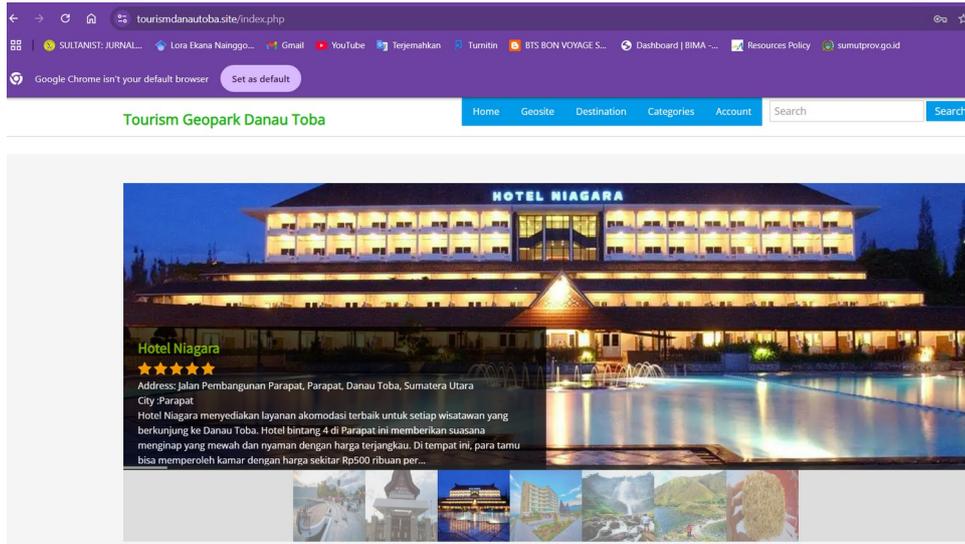
Dalam tampilan *geosite*, *destination*, serta *event* dapat diperhatikan admin dapat menambah data variabel wisata *geosite* serta destinasi yang dibutuhkan, serta menghapus data yang dinilai tidak akurat. Penambahan data destinasi dapat dilakukan dalam *form* berikut:



Gambar 7. Menu Penambahan Data

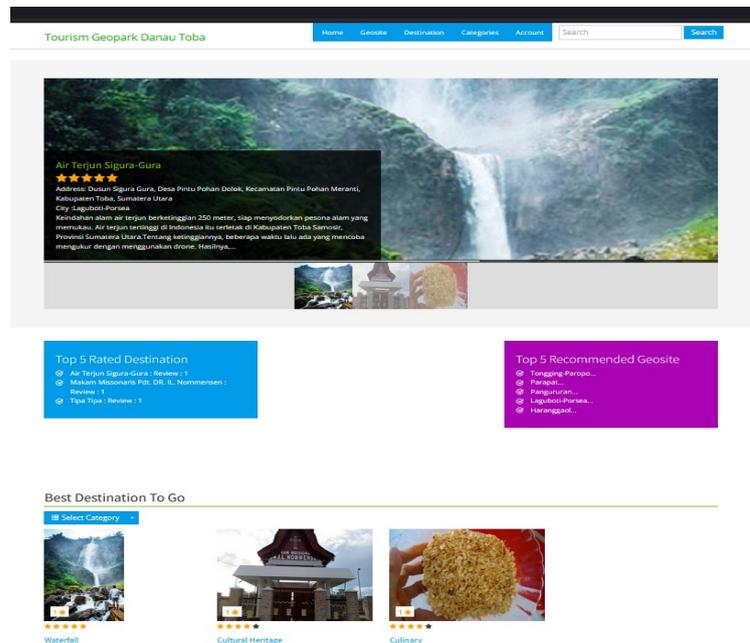
Tampilan Pengguna/ User

Untuk pengguna atau *user* dapat mengakses *web Tourism Geopark Danau Toba* di laman: <https://tourismdanautoba.site/index.php> dengan terlebih dahulu melakukan register dan login.



Gambar 8. Laman Website Tourism Geopark Danau Toba

1. Home

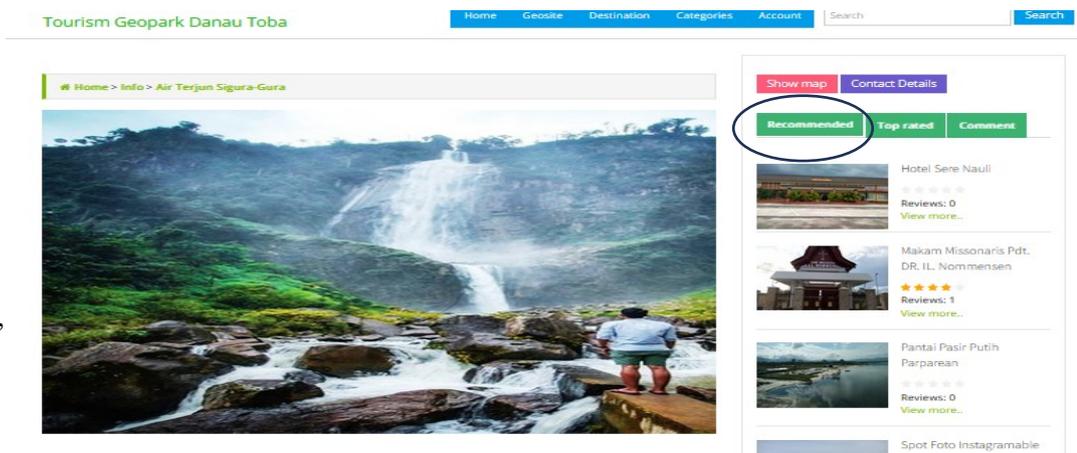


Gambar 9. Home User

Pada tampilan home, pengguna dapat memilih kategori wisata yang tersedia. Jika user sudah melakukan registrasi dan berhasil untuk *login* maka akan ditampilkan 3 rekomendasi wisata dengan metode *collaborative filtering* yang dapat dilihat dalam gambar 11 tersebut.

2. Menu *geosite*, *destination* dan kategori pada tampilan awal biasanya, *user* akan disuguhkan dengan ringkasan objek yang ingin dilihat atau yang dikunjungi berdasarkan rating user lain.
3. Rekomendasi, pemilihan objek wisata rekomendasi dapat diperoleh dari hasil *rating* pengguna/*user* lain atau berdasarkan wilayah dari geosite itu sendiri. Seperti dilihat dalam tampilan di Gambar 10 berikut:

Kediri,



Gambar 10. *Rating User* atau *Geosite* Rekomendasi

4. Review

Apabila pengguna telah mengamati tempat wisata atau objek yang ingin dikunjungi, pengguna/*user* dapat memberikan *feedback* dalam bentuk penilaian dan *rate* dengan nilai 1 sampai dengan 5 bintang, melalui tombol beri bintang. Pada tampilan tersebut juga *show map* yang mana akan memudahkan pengguna untuk mengakses jalan menuju ke lokasi destinasi.

Pengujian Pengguna Aplikasi

Setelah mengimplementasi dan mengembangkan aplikasi, selanjutnya dilakukan pengujian dengan metode *Black Box* dengan detail sebagai berikut:

a. Pengujian *Black Box* Fitur Melakukan Pendaftaran

Tabel 2. Pengujian *Black Box* Fitur Melakukan Pendaftaran

Hasil Pengujian Fitur Melakukan Pendaftaran (Data Benar)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
Non-User	Mengisikan email, nama, nomor HP, kata sandi, dan konfirmasi kata sandi lalu tekan tombol “Daftar”	Sistem akan mengarahkan ke halaman Verifikasi Email	Sesuai Harapan	Valid
	Menekan tombol “Kirim Link Verifikasi”	Sistem akan mengirim <i>link</i> verifikasi ke email yang didaftarkan	Sesuai Harapan	Valid
	Melakukan verifikasi email	Sistem akan memverifikasi email dan mengarahkan ke halaman Aplikasi Tourism <i>Geopark</i> Danau Toba	Sesuai Harapan	Valid
Hasil Pengujian Fitur Melakukan Pendaftaran (Data Salah / Tidak Ada)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
Non-User	Mengisikan email, nama, nomor <i>handphone</i> , kata sandi, dan konfirmasi kata sandi lalu tekan tombol “Daftar”	Sistem akan menampilkan pesan <i>error</i>	Sesuai Harapan	Valid

b. Pengujian *Black Box* Fitur Melakukan Login

Tabel 3. Pengujian *Black Box* Fitur Melakukan Login

Hasil Pengujian Fitur Masuk (Data Benar)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
User, Administrator	Mengisikan <i>email</i> dan kata sandi lalu tekan tombol “Masuk”	Sistem akan mengarahkan ke halaman Aplikasi <i>Tourism Geopark</i> Danau Toba	Sesuai Harapan	Valid
Hasil Pengujian Fitur Masuk (Data Salah / Tidak Ada)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
User, Administrator	Mengisikan <i>email</i> dan kata sandi lalu tekan tombol “Masuk”	Sistem akan menampilkan pesan <i>error</i>	Sesuai Harapan	Valid

c. Pengujian *Black Box* Mengubah Nama Dan Kontak

Tabel 1 Pengujian *Black Box* Mengubah Nama dan Kontak

Hasil Pengujian Mengubah Nama dan Kontak (Data Benar)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
User	Mengisikan nama dan nomor <i>handphone</i> lalu tekan tombol “Ubah”	Sistem akan memperbarui data akun	Sesuai Harapan	Valid
	Menekan tombol “Batal”	Data batal diperbarui	Sesuai Harapan	Valid
Hasil Pengujian Mengubah Nama dan Kontak (Data Salah / Tidak Ada)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
User	Mengisikan nama dan nomor <i>handphone</i> lalu tekan tombol “Ubah”	Sistem akan menampilkan pesan <i>error</i>	Sesuai Harapan	Valid
	Menekan tombol “Batal”	Data batal diperbarui	Sesuai Harapan	Valid

d. Pengujian *Black Box* Mengelola Profil Pengguna

Tabel 2 Pengujian Black Box Mengelola Profil Pengguna

Hasil Pengujian Mengelola Profil Pengguna (Data Benar)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
User	Tambah Profil Pengguna			
	Mengisikan nama dan alamat (opsional) lalu tekan tombol "Tambah"	Sistem akan menambahkan profil Pengguna	Sesuai Harapan	Valid
	Menekan tombol "Batal"	Data batal ditambah	Sesuai Harapan	Valid
	Ubah Profil Pengguna			
	Mengisikan nama dan alamat (opsional) lalu tekan tombol "Ubah"	Sistem akan memperbarui profil Pengguna	Sesuai Harapan	Valid
	Menekan tombol "Batal"	Data batal diperbarui	Sesuai Harapan	Valid
	Hapus Profil Pengguna			
	Menekan tombol "Konfirmasi"	Sistem akan menghapus profil Pengguna	Sesuai Harapan	Valid
	Menekan tombol "Batal"	Data batal dihapus	Sesuai Harapan	Valid

e. Pengujian *Black Box* Mengunggah *Comment*

Tabel 3 Pengujian *Black Box* Mengunggah *Comment*

Hasil Pengujian Mengunggah Bukti Pembayaran (File Ada)				
Hak Akses	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Simpulan
User	Menekan pada menu <i>type of comment</i> . <i>Memilih feedback</i> dan memberikan review dan rate Bintang 1-5, lalu menekan tombol "review"	Sistem akan menerima dan menampilkan hasil <i>review</i> dan <i>rate</i> dari user	Sesuai Harapan	Valid
	Tidak melakukan <i>review</i>	Data <i>review</i> tidak ada	Sesuai Harapan	Valid

Semua pengujian tersebut telah dilakukan oleh peneliti dan pengguna umum. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem informasi ini telah sesuai dengan yang diharapkan.

Observasi Sistem

Setelah melakukan pengujian pada aplikasi, dibutuhkan observasi untuk mengamati apakah proses yang berjalan pada sistem sudah sesuai dengan fungsinya atau belum.

Tabel 6 Observasi Sistem

No.	Aktivitas	Ya	Tidak
1.	Apakah proses CRUD (<i>Create, Read, Update, Delete</i>) dalam aplikasi sudah berfungsi dengan baik?	✓	
2.	Apakah ada kesalahan sistem dalam proses penginputan data pada setiap <i>form</i> ?		✓
3.	Apakah ada kesalahan dalam proses menampilkan data di dalam aplikasi tersebut?		✓
4.	Apakah respons sistem kepada pengguna aplikasi berjalan dengan baik seperti memunculkan pesan peringatan dan sebagainya?	✓	

4. SIMPULAN

- Sistem Rekomendasi yang dihasilkan adalah Aplikasi Web dengan Nama Tourism Geopark Danau Toba, yang menggabungkan fitur *Beach, Culinary, Cultural Heritage, Hotel, Theme park, Waterfall* serta *Event* daerah di Kawasan Danau Toba.
- Produk aplikasi *web* berbasis sistem rekomendasi berjalan dengan baik, dan dapat diperbaharui *data base* melalui admin, sedangkan pengguna dapat melakukan akses pada aplikasi yang diawali dari register, dan dilanjutkan dengan *login*. Pengguna juga dapat memberikan *review* dan *rating* 1-5 kepada objek wisata yang dikunjungi sebagai bentuk rekomendasi kepada pengguna lain.

- c. Pengujian untuk aplikasi tersebut telah dilakukan oleh peneliti dan pengguna umum. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik disimpulkan bahwa sistem rekomendasi ini telah sesuai dengan yang diharapkan dan dipergunakan ke depan.

5. SARAN

- a. Masyarakat dan pemerintah sebaiknya dapat bekerjasama dengan baik sehingga kekuatan dan peluang yang ada dapat dimanfaatkan dengan baik dan bisa dikembangkan menjadi potensi yang kuat untuk menarik wisatawan. Kelemahan dan tantangan yang ada justru sebaiknya dijadikan sebagai pelajaran agar pembangunan dan pengembangan potensi pariwisata Danau Toba menjadi lebih baik dengan menjadikan kelemahan dan tantangan sebagai tolak ukur yang sebaiknya dihadapi dan dilewati bersama.
- b. Sistem rekomendasi mampu memberikan rekomendasi konten kepada pengguna baru berdasarkan konten yang telah dipilih oleh beberapa user sebelumnya. Selanjutnya sistem rekomendasi ini akan diterapkan ke dalam web smart tourism.
- c. Untuk penelitian selanjutnya, penambahan data terkait cakupan daerah, rekomendasi tempat wisata, rumah makan, penginapan, dan toko souvenir sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Lie and A. Sudirman, "Analysis of Mediation Effect of Consumer Satisfaction on the Effect of Service Quality, Price and Consumer Trust on Consumer Loyalty," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 8, no. 8, pp. 421–428, 2019.
- [2] Y. El Archi, B. Benbba, Z. Nizamatdinova, Y. Issakov, G. I. Vargáné, and L. D. Dávid, "Systematic Literature Review Analysing Smart Tourism Destinations in Context of Sustainable Development: Current Applications and Future Directions," *Sustainability*, vol. 15, no. 6, pp. 1–15, 2023.
- [3] R. Sembiring, U. Y. Lubis, and Syaifuddin, "The Effect of Creativity Skill, Motivation, Locus of Control on Self-Efficiency That Impact on the Success of Culinary Tourism Entrepreneurs in North Sumatra," *J. Environ. Manag. Tour.*, vol. 14, no. 2, pp. 522–528, 2023.
- [4] L. E. Nainggolan, N. T. Nainggolan, and D. Lie, "Strategy To Increase The Competitiveness Of Umkm In The Tourism And Creative Economy Sector Of Samosir Regency With Go-Digital And Transformational Leadership," *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 4, no. 6, pp. 1634–1640, 2023.
- [5] D. Lie, S. Sofyan, S. R. P. Tanjung, E. Chandra, and H. P. Silitonga, "The Role Of Entrepreneur Networking In Moderating The Relationship Of Leadership Style To MSME Performance," *Int. J. Sci. Technol. Manag.*, vol. 4, no. 1, pp. 61–68, 2023.
- [6] S. Anand, A. M. A. Sai, and M. Karthikeya, "Chatbot Enabled Smart Tourism Service for Indian Cities: An AI Approach," in *2023 11th International Conference on Internet of Everything, Microwave Engineering, Communication and Networks (IEMECON)*, 2023, pp. 1–7.
- [7] A. E. Widjaja, Hery, and R. E. Tarigan, "Meningkatkan Potensi Pariwisata Danau Toba Melalui Konsep Smart Tourism: Aplikasi dan Tantangannya," *Semin. Nas. Inov. dan Teknol. Inf.*, no. April 2017, pp. 1–6, 2016.
- [8] F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, P. B. Kantor, and F. Ricci, *Recommender Systems Handbook*. 2011. doi: 10.1007/978-0-387-85820-3.
- [9] A. S. Muarif and E. Winarno, "Sistem Rekomendasi Tempat Parkir di Kota Lama Semarang Menggunakan Collaborative Filtering," *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 2, p. 906, 2022, doi: 10.33087/jiubj.v22i2.2066.
- [10] A. Fachmaji, "Penerapan Metode Collaborative Filtering Pada Sistem Rekomendasi Wisata Heritage," 2022, [Online]. Available: [http://repository.unissula.ac.id/27210/%0Ahttp://repository.unissula.ac.id/27210/1/Teknik Informatika_32601500949_fullpdf.pdf](http://repository.unissula.ac.id/27210/%0Ahttp://repository.unissula.ac.id/27210/1/Teknik%20Informatika_32601500949_fullpdf.pdf)
- [11] H. Raheleh, A. V. Barenji, Z. Li, and H. Alipour, "Web-Based Recommendation System for Smart Tourism: Multiagent Technology," *Sustainability*, vol. 11, no. 2, 2019, doi: 10.3390/su11020323.
- [12] J. Borràs, A. Moreno, and A. Valls, "Intelligent tourism recommender systems: A survey," *Expert Syst. Appl.*, vol. 41, no. 16, pp. 7370–7389, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.06.007>.

- [13] N. Zulkarnaim, Musyrifah, Sulfayanti, I. Ap, and Asmawati, "Sistem Rekomendasi Berbasis-Konten Pada Pengembangan Web Smart Tourism," *J. Komput. Terap.*, vol. 8, no. 1, pp. 143–150, 2022, doi: 10.35143/jkt.v8i1.5214.

Implementasi *Object Detection* Berbasis Web untuk Klasifikasi Jenis Sampah Menggunakan YOLOv8

Bagus Dwi Prasetya¹, Erwanda Putri Amalia², Putri Devita Juliana³,
Ratih Kumalasari Niswatin⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹[*¹bagusdwiprasetya364@gmail.com](mailto:bagusdwiprasetya364@gmail.com), ²wandaputri51092@gmail.com, ³putridevitaj@gmail.com,
ratih.workmail@gmail.com

Abstrak – pengelolaan sampah yang tidak efektif dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah, air, dan udara, serta peningkatan emisi gas rumah kaca. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi jenis sampah berbasis web menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien. Metode penelitian mencakup tahapan akuisisi data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, dan deployment. Dataset sampah organik dan anorganik diperoleh melalui platform Roboflow, terdiri dari 1.097 gambar, yang kemudian diolah melalui proses anotasi dan pembagian data (70% data pelatihan, 20% data validasi, dan 10% data pengujian). Algoritma YOLOv8 dipilih karena keunggulannya dalam deteksi objek secara real-time dengan akurasi tinggi. Hasil evaluasi menunjukkan model memiliki rata-rata nilai presisi 0,883, recall 0,903, dan mAP 0,914. Model yang telah dilatih kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan framework Flask, dengan antarmuka sederhana untuk memudahkan pengguna dalam mengunggah gambar dan menganalisis jenis sampah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem deteksi jenis sampah berbasis web yang dikembangkan menggunakan algoritma YOLOv8 berhasil mencapai kinerja yang memuaskan dalam mengidentifikasi sampah organik dan anorganik

Kata Kunci — deteksi objek, klasifikasi sampah, YOLOv8

1. PENDAHULUAN

Sampah merupakan salah satu masalah dalam kehidupan masyarakat yang, jika tidak ditangani dengan tepat, dapat menimbulkan sejumlah dampak yang merugikan bagi kondisi lingkungan masyarakat [1]. Sampah diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yakni sampah anorganik dan sampah organik. Sampah yang berasal dari sisa-sisa alam seperti tanaman dan hewan, yang dapat melapuk atau terurai secara alami disebut sebagai sampah organik. Namun, sampah anorganik-yang berasal dari aktivitas manusia-membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai-bahkan bisa mencapai ratusan tahun-dan sulit diurai oleh mikroba. Namun, karena sampah organik dapat diuraikan secara organik oleh mikroba dalam waktu singkat, maka sampah organik lebih bermanfaat bagi lingkungan [2] [3]. Merujuk pada data yang dipublikasikan oleh Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), Indonesia menghasilkan sekitar 35,93 juta ton sampah setiap tahunnya pada tahun 2023. Hanya sekitar 62,49% dari total tersebut yang dikelola dengan baik, meskipun terjadi penurunan sebesar 15,1% dari tahun sebelumnya. Di sisi lain, sekitar 37,51% masih belum dikelola dengan baik. Dalam hal komposisi, sampah sisa makanan menjadi jenis sampah terbesar dengan proporsi sekitar 40,8% diikuti oleh sampah plastik yang menyumbang 18% [4].

Penanganan sampah yang tidak efektif dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran udara, tanah, dan air, serta peningkatan emisi gas rumah kaca. Dalam upaya mengatasi masalah ini, teknologi berbasis *computer vision* telah menjadi salah satu solusi inovatif yang menjanjikan, khususnya dalam hal deteksi, pengelompokan, dan pengelolaan sampah. *Object detection*, sebagai salah satu aplikasi AI, menawarkan kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan objek dalam gambar atau video secara *realtime*. Algoritma YOLO (*You Only Look Once*), yang terkenal karena kecepatannya dan akurasinya telah banyak digunakan dalam berbagai domain termasuk untuk mendeteksi jenis sampah berdasarkan citra visual. Metode YOLO telah digunakan dalam banyak penelitian hingga saat ini. Sebagai contoh, penelitian tentang penerapan metode YOLOv5 untuk mendeteksi tingkat kematangan buah tomat dengan menggunakan dataset sebanyak 1.116 data. Penelitian ini menghasilkan nilai akurasi sebesar 73%. [5]. Selain itu, YOLO telah digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk mengidentifikasi plat nomor kendaraan. Dataset yang digunakan diperoleh dari kaggle dengan total 1050 gambar, dengan pembagian 70:20:10 untuk data training, *validation*, dan *test*. Sebagai hasil, metode yang disarankan dalam penelitian ini menunjukkan akurasi, presisi, dan F1 score masing-masing sebesar 84%, 92,9%, dan 80% [6]. Namun, beberapa penelitian tersebut masih belum ada yang berfokus pada pengimplementasian *object detection* jenis sampah dengan memanfaatkan algoritma YOLO. Oleh karena itu,

penelitian ini mengusulkan implementasi *object detection* jenis sampah menggunakan metode YOLO berbasis web.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini mencakup beberapa tahapan yang dilakukan secara bertahap yaitu akuisisi citra, data *preparation*, *modelling*, melakukan evaluasi, dan melakukan *deployment*.

2.1 Data Akuisisi

Akuisisi citra dalam penelitian ini diperoleh melalui platform Roboflow, yang menyediakan berbagai dataset siap pakai untuk tugas *object detection*. Roboflow dipilih karena keunggulannya dalam menyediakan dataset yang telah teranotasi dengan format yang kompatibel dengan model YOLOv8. Proses akuisisi dilakukan dengan memilih dataset yang sesuai di Roboflow, mengonfigurasinya ke format yang diinginkan, dan mengunduh dataset untuk langsung digunakan atau diproses lebih lanjut. Dengan menggunakan Roboflow, penelitian ini memanfaatkan data berkualitas tinggi secara efisien, sehingga mempercepat proses pengembangan sistem *object detection*.

2.2 Data Preparation

Tahap ini dilakukan pembagian data untuk memastikan model YOLOv8 dapat dilatih dan diuji dengan data yang representatif serta mencegah *overfitting*. Dataset yang didapatkan dibagi menjadi tiga bagian utama: 80% untuk data latih, 10% untuk data validasi, dan 10% untuk data uji. Pembagian ini memungkinkan proses pelatihan model berjalan secara optimal, sehingga dapat menghasilkan model yang handal dan akurat dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan jenis sampah.

2.3 Modelling

Tahap *modelling* dalam penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi objek untuk klasifikasi jenis sampah menggunakan algoritma YOLOv8. Model YOLOv8 dipilih karena keunggulannya dalam efisiensi dan akurasi deteksi objek secara *real-time*. Pada tahap ini, proses dimulai dengan pemilihan varian model yang sesuai berdasarkan kebutuhan performa dan sumber daya komputasi yang tersedia. Parameter seperti ukuran *batch*, *imgsz*, dan jumlah *epoch* diatur untuk mengoptimalkan pelatihan.

2.4 Evaluasi

Tahap evaluasi bertujuan untuk mengukur kinerja model YOLOv8 dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah. Setelah model dilatih, evaluasi dilakukan dengan menguji model menggunakan data uji yang telah disiapkan sebelumnya, yang tidak digunakan selama proses pelatihan untuk memastikan kemampuan model dalam generalisasi. Kinerja model diukur menggunakan metrik evaluasi *Mean Average Precision* (mAP), yang menghitung rata-rata presisi pada berbagai nilai *Intersection over Union* (IoU), serta *Precision*, dan *Recall* yang memberikan gambaran akurasi dan sensitivitas model.

2.5 Deployment

Pada tahap *deployment*, model YOLOv8 yang telah dilatih dan dievaluasi diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *framework* Flask. Flask dipilih karena merupakan *framework* Python yang ringan dan mudah digunakan untuk pengembangan aplikasi web yang dapat menangani permintaan HTTP dan menjalankan inferensi model. Antarmuka web dikembangkan dengan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript untuk memungkinkan pengguna mengunggah gambar sampah yang akan dianalisis.

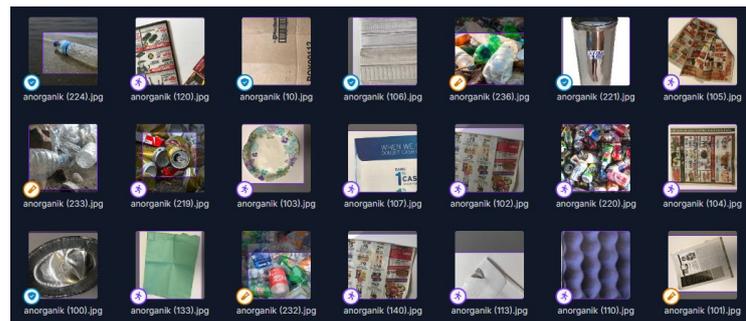
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Akuisisi

Dalam penelitian ini, dikumpulkan melalui web roboflow yang mencakup berbagai jenis sampah dan dibedakan menjadi dua kategori yaitu organik dan anorganik. Jumlah data yang kumpulkan sebanyak 1097 data gambar. Dapat dilihat pada gambar 1 merupakan contoh dataset organik dan pada gambar 2 contoh dataset anorganik.



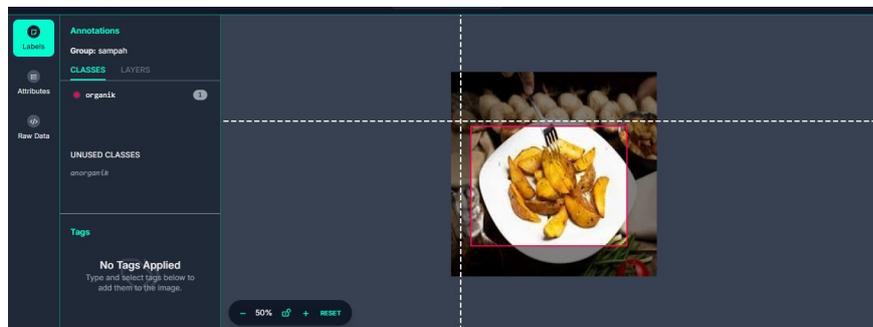
Gambar 1. Dataset Organik



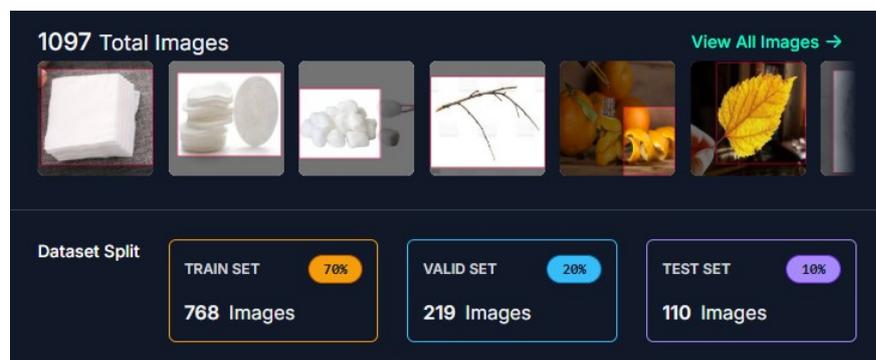
Gambar 2. Dataset Anorganik

3.2 Data Preparation

Setelah proses pengumpulan data telah selesai, proses selanjutnya ialah melakukan proses anotasi. Dalam penelitian ini penulis menggolongkan gambar kedalam dua jenis yaitu organik dan anorganik. Pada gambar 3 merupakan proses anotasi pada gambar sampah yang telah dilakukan. Selanjutnya, dilakukan proses spilling data menjadi 3 jenis yaitu 70% data training, 20% data validasi, 10% data *test*. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya overfitting dan underfitting pada dataset. Proses spilling data dapat dilihat pada gambar 4.



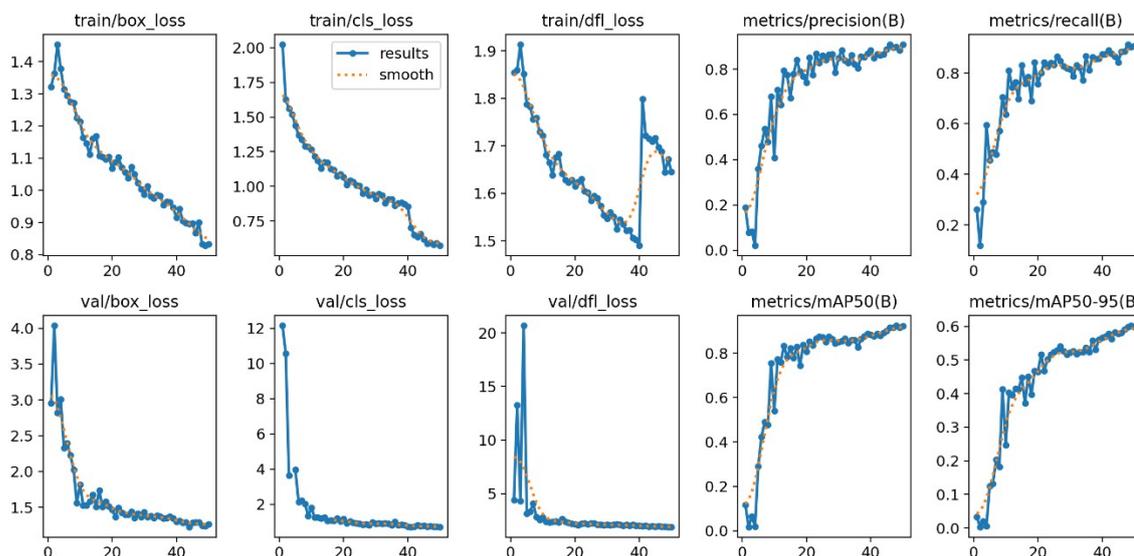
Gambar 3. Proses Anotasi Data



Gambar 4. Pembagian Dataset

3.3 Modelling

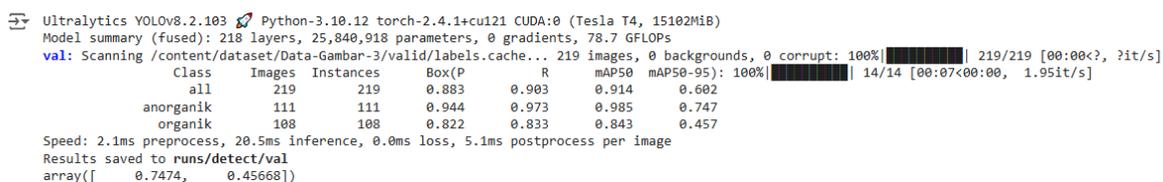
Pada tahap modelling, algoritma YOLO (*You Only Look Once*) dipilih karena kemampuannya dalam deteksi objek secara *real-time* dengan tingkat akurasi tinggi. Software yang digunakan adalah Google Colaboratory dengan bahasa pemrograman Python, dan jenis yang digunakan untuk training adalah YOLOv8. Sebelum dilakukan training model, beberapa tahapan dilakukan seperti menghubungkan google colab dengan google drive untuk mengakses dataset, import libraries dari “*Ipython.display*” untuk menampilkan gambar, menginstal beberapa requirements yang diperlukan, kemudian proses training model menggunakan algoritma YOLOv8 yang dilakukan sebanyak 50 epoch dengan image size 640.



Gambar 5. Hasil Proses Training

3.4 Evaluasi

Setelah proses modelling, dilakukan evaluasi yaitu dengan mengamati nilai *Mean Average Precision* (mAP), nilai *Precision*, dan *Recall*. Berdasarkan hasil training dataset dengan 50 epoch pada class anorganik mendapatkan nilai presisinya 0.944, *Recall*nya 0.973, nilai mAP nya 0.985. Sedangkan pada class organik mendapatkan nilai presisinya 0.822, *Recall*nya 0.833, nilai mAP nya 0.843. sehingga rata-rata nilai presisinya 0.883, recall 0.903, nilai mAP nya 0.914.



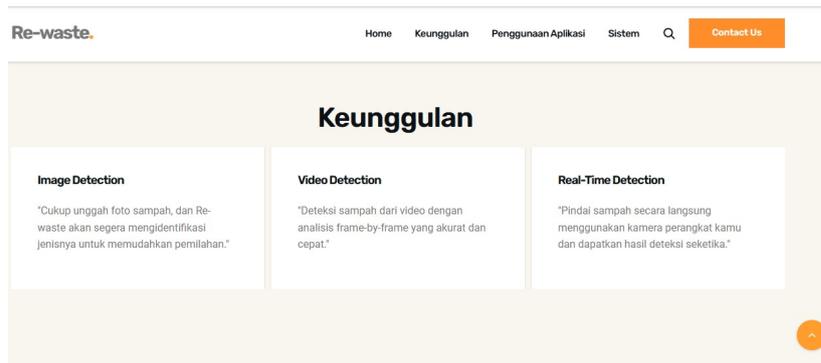
Gambar 6. Evaluasi Hasil Training

3.5 Deployment

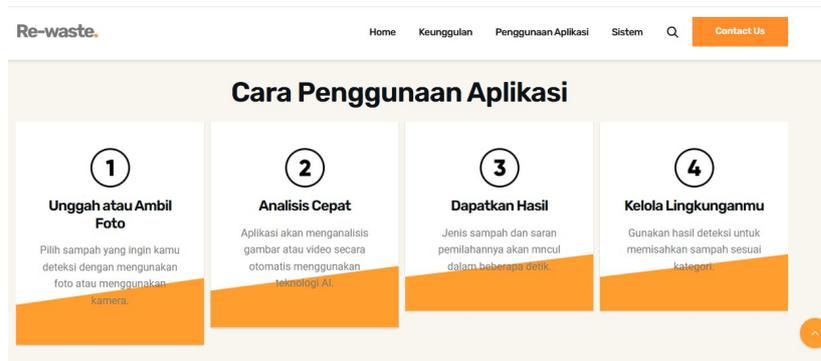
Pada tahap *deployment*, model YOLOv8 yang telah dilatih diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *framework Flask*. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengunggah gambar sampah melalui antarmuka web yang dikembangkan dengan HTML, CSS, dan JavaScript. Aplikasi berbasis web ini terdiri dari beberapa halaman utama yang dirancang untuk memudahkan pengguna. Halaman "Home" menyajikan informasi umum tentang sistem, sedangkan halaman "Keunggulan" menampilkan fitur unggulan seperti deteksi gambar dan deteksi *realtime*. Halaman "Penggunaan Aplikasi" memberikan panduan terkait unggah foto, analisis cepat, dan pengelolaan lingkungan berdasarkan hasil deteksi. Sementara itu, halaman "Sistem" menyediakan detail teknis tentang proses deteksi dan hasil yang dihasilkan oleh model YOLOv8. Setiap halaman dilengkapi dengan antarmuka yang sederhana dan informatif untuk mempermudah aksesibilitas pengguna. Tampilan antarmuka sistem dapat dilihat pada gambar 7,8, 9, dan 10.



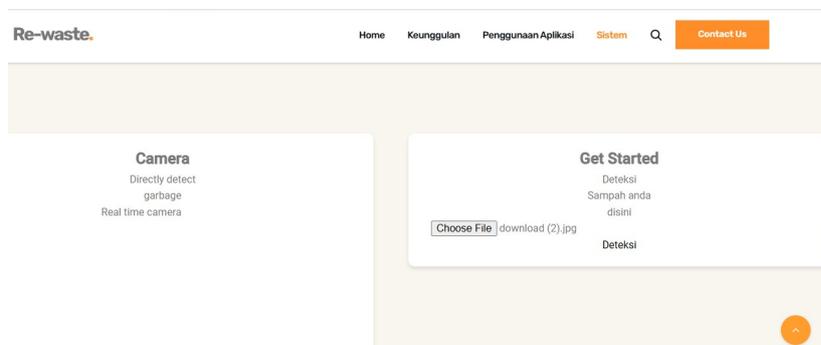
Gambar 7. Halaman Home



Gambar 8. Halaman Keunggulan



Gambar 9. Halaman Penggunaan Aplikasi



Gambar 10. Halaman Sistem Deteksi

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, implementasi algoritma YOLOv8 untuk deteksi jenis sampah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam pengelompokan sampah organik dan anorganik secara *real-time* dengan tingkat
Kediri, 25 Januari 2025

akurasi yang tinggi. Proses penelitian mencakup akuisisi data yang berkualitas melalui Roboflow, persiapan data yang optimal untuk mencegah *overfitting*, serta pelatihan model dengan parameter yang sesuai. Evaluasi menunjukkan bahwa model ini memiliki nilai mAP rata-rata sebesar 0,914, presisi sebesar 0,883, dan *recall* sebesar 0,903, yang mencerminkan kemampuan model dalam mendeteksi jenis sampah dengan baik. Hasil penelitian ini juga berhasil diintegrasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan Flask, dengan antarmuka yang sederhana dan informatif untuk mempermudah pengguna dalam mengunggah gambar, menganalisis sampah, serta memahami hasil deteksi. Penelitian ini memberikan solusi inovatif dalam mendukung pengelolaan sampah yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas jenis dan variasi dataset guna meningkatkan generalisasi model YOLOv8 dalam mendeteksi berbagai jenis sampah, termasuk kategori yang lebih spesifik seperti sampah elektronik atau berbahaya. Selain itu, pengembangan sistem berbasis web dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur analitik data untuk memberikan wawasan tentang pola pengelolaan sampah, serta integrasi dengan perangkat IoT untuk mendukung deteksi sampah secara *real-time* di lapangan. Terakhir, pengujian pada lingkungan nyata dengan melibatkan pengguna akhir juga penting dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem dalam skenario dunia nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. M. Pageh and I. G. M. Aryana, “Solusi Strategis Penangan Masalah Sampah Dengan Mengolah Sampah Dapur Menjadi Pupuk Organik Cair (POC): (Kasus Dua Desa Pinggir Kota di Kota Singaraja Bali),” *J. Ilm. Ilmu Sos.*, vol. 4, no. 2, Jan. 2019, doi: 10.23887/jiis.v4i2.16533.
- [2] D. Clasissa Aulia *et al.*, “Peningkatan Pengetahuan dan Kesadaran Masyarakat tentang Pengelolaan Sampah dengan Pesan Jepakah,” *J. Pengabd. Kesehat. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 62–70, 2021.
- [3] A. P. P. Prasetyo, M. Irfansyah, K. Exaudi, and T. Wanda Septian, “Sistem Pemilah Sampah Organik Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Klasifikasi CNN,” *J. Sisfotenika*, vol. 13, no. 1, pp. 76–90, 2023, [Online]. Available: <http://sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/ST>
- [4] A. Ibnul Rasidi, Y. A. H. Pasaribu, A. Ziqri, and F. D. Adhinata, “Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan Convolutional Neural Network,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 8, no. 1, Apr. 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i1.4314.
- [5] S. Aras, P. Tanra, and M. Bazhar, “Deteksi Tingkat Kematangan Buah Tomat Menggunakan YOLOv5,” *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 623–628, Mar. 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i2.1270.
- [6] B. P. Nugroho, Y. Prihati, and S. T. Galih, “Implementasi Algoritma Yolo V5 Dalam Rancangan Aplikasi Pendeteksi Plat Nomor Kendaraan,” *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 3, pp. 851–859, Jun. 2024, doi: 10.31539/intecomsv7i3.10376.

Pengembangan Sistem Pengelolaan Sampah Pintar Berbasis IoT untuk Efisiensi Pengumpulan Sampah di Kampus

Miko Maulana Wijaya¹, Hafanda Zuchlizal Nafiqur Rohiim², Rizqi Jelang Ramadani³,
⁴Rony Heri Irawan⁴

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹mikomaulanaw@gmail.com, ²hafandahafandahafanda@gmail.com, ³rizkijelang69@gmail.com,
⁴rony@unpkediri.ac.id

Abstrak – Tempat sampah pintar hadir di lingkungan kampus sebagai solusi untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah, seperti penumpukan sampah dan jadwal pengambilan yang tidak teratur. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino Uno untuk mendeteksi tingkat penuh sampah secara otomatis, lalu mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan melalui aplikasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk memahami bagaimana sistem ini mempengaruhi efisiensi pengelolaan sampah serta kebersihan lingkungan kampus. Penerapan sistem ini menunjukkan hasil yang signifikan. Proses pengumpulan sampah menjadi jauh lebih efisien, dengan pengurangan hingga 40% inspeksi manual, yang membantu menghemat waktu dan tenaga petugas kebersihan. Sampah yang biasanya menumpuk kini dapat ditangani lebih cepat, membuat lingkungan kampus terlihat lebih rapi dan bersih. Selain itu, desain tempat sampah yang modern mendorong mahasiswa dan staf untuk lebih aktif menjaga kebersihan. Inovasi ini tidak hanya menciptakan lingkungan kampus yang lebih nyaman dan bersih, tetapi juga membuka peluang untuk pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan di masa depan. Dengan teknologi sederhana dan efektif, tempat sampah pintar membawa perubahan nyata dalam pengelolaan sampah di lingkungan pendidikan.

Kata Kunci — Arduino Uno, Kotak Sampah Pintar, Sensor Ultrasonik

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah tradisional yang mengandalkan pengumpulan manual memiliki keterbatasan dalam efisiensi dan efektivitas. Hal ini menyebabkan penumpukan sampah, pencemaran lingkungan, dan ketidaknyamanan di kampus. Teknologi informasi memberikan solusi inovatif untuk mengatasi masalah ini, seperti yang dikemukakan oleh [1], yang merancang tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi teknologi dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah. [2] menunjukkan bahwa tempat sampah pintar dengan notifikasi otomatis mampu mendeteksi tempat sampah yang penuh dan mengirimkan pemberitahuan kepada petugas kebersihan. Selain itu, [4] menegaskan bahwa teknologi IoT membantu meningkatkan kebersihan lingkungan dan efisiensi pengelolaan limbah. Sebagai contoh, [9] menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi kapasitas sampah, menunjukkan bahwa teknologi ini efektif dalam mendukung sistem pengelolaan limbah modern. Metode waterfall yang diterapkan dalam pengembangan perangkat lunak seperti yang diuraikan oleh [3] juga memberikan struktur yang jelas dalam pengembangan sistem ini.

Seperti yang dikemukakan dalam penelitian sebelumnya [1], tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno dirancang untuk mengatasi permasalahan pengelolaan sampah. Tempat sampah ini dilengkapi dengan berbagai fitur, antara lain sensor ultrasonik untuk mendeteksi jarak dan volume sampah, servo untuk membuka dan menutup tutup secara otomatis, sensor proximity untuk memilah jenis sampah, buzzer dan LED sebagai alarm dan indikator saat penuh, serta modul GSM untuk mengirimkan notifikasi melalui SMS kepada petugas. Desain tempat sampah ini mencakup dua ruang untuk sampah organik dan anorganik, serta satu pintu masuk. Mekanismenya mencakup sensor ultrasonik yang mendeteksi keberadaan manusia untuk membuka tutup secara otomatis, sensor proximity yang memilah jenis sampah, dan servo yang mengarahkan sampah ke ruang yang sesuai. Ketika tempat sampah penuh, buzzer dan LED menyala, dan SMS notifikasi dikirimkan secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja dengan baik. Sensor ultrasonik berhasil mendeteksi kapasitas sampah, sensor proximity memilah jenis sampah dengan akurat, dan sistem alarm serta notifikasi berfungsi sesuai desain. Tempat sampah pintar ini terbukti efektif dan efisien dalam membantu pengelolaan sampah.

Kemudian, penelitian dari [2] berfokus pada perancangan dan pembuatan tempat sampah pintar menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Proses pengembangannya dibagi menjadi dua tahap, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, yang mencakup pembuatan program utama dan program

kontrol menggunakan bahasa pemrograman C. Data dalam penelitian ini dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi kinerja sistem. Hasil penelitian menghasilkan prototipe tempat sampah pintar yang dapat memberikan notifikasi melalui aplikasi smartphone. Pengujian dilakukan terhadap komponen dan sistem secara keseluruhan, yang menunjukkan bahwa prototipe berfungsi dengan baik. Prototipe ini mampu mendeteksi tempat sampah yang penuh dan mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan melalui aplikasi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa tempat sampah pintar tersebut berhasil bekerja sesuai spesifikasi dan tujuan. Sistem ini menggunakan sensor jarak untuk memantau isi tempat sampah, mikrokontroler untuk memproses data, dan aplikasi yang secara otomatis mengirimkan notifikasi kepada petugas kebersihan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang menitikberatkan pada pemahaman dampak teknologi terhadap pengelolaan sampah di lingkungan kampus. Pendekatan ini didukung oleh studi [6], yang menjelaskan bahwa pendekatan kualitatif memberikan wawasan mendalam tentang perilaku manusia dan dampak teknologi terhadap lingkungan.

2.1 Studi Pustaka

Pengelolaan sampah berbasis teknologi telah menjadi solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan limbah yang semakin kompleks, terutama di lingkungan kampus. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif adalah penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem pengelolaan sampah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi IoT mampu meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung keberlanjutan lingkungan [4]. Selain itu, penggunaan sensor ultrasonik sebagai alat deteksi kapasitas sampah telah menjadi pilihan populer karena keandalannya dalam memberikan data yang akurat [8]. Dalam konteks ini, metode pengembangan perangkat lunak menggunakan model waterfall memastikan setiap tahap pengembangan sistem dilakukan secara terstruktur, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga implementasi [3]. Studi juga mengungkapkan bahwa sistem berbasis IoT dapat mengurangi kebutuhan inspeksi manual hingga 40%, sehingga memberikan dampak langsung terhadap penghematan waktu dan tenaga kerja [4]. Temuan ini menegaskan bahwa teknologi modern, seperti yang diterapkan dalam tempat sampah pintar, tidak hanya meningkatkan efisiensi pengelolaan limbah tetapi juga mendorong masyarakat untuk berpartisipasi aktif dalam menjaga kebersihan lingkungan [1].

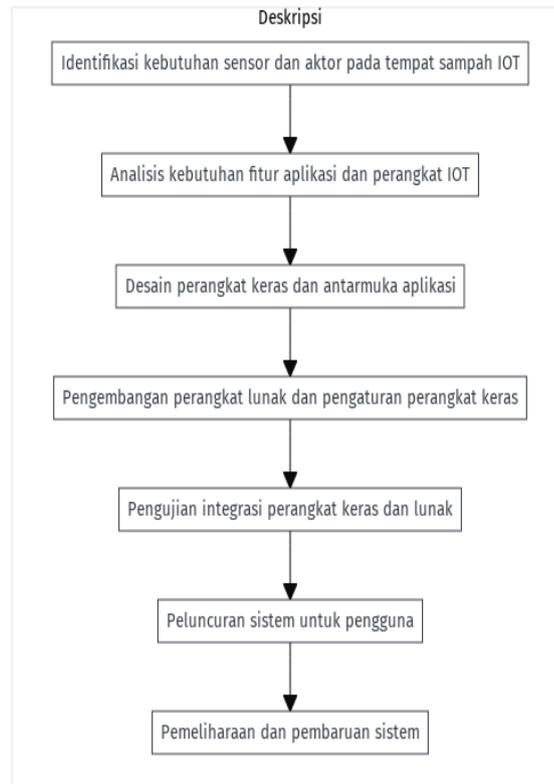
2.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif, sebuah pendekatan yang menitikberatkan pada pemahaman mendalam fenomena sosial atau perilaku manusia. Berbeda dengan penelitian kuantitatif yang berfokus pada angka dan statistik, metode kualitatif menjelajahi dunia non-numerik, seperti kata-kata, gambar, dan simbol.

Pendekatan ini bagaikan membuka jendela untuk memahami konteks, makna, dan kompleksitas suatu situasi. Peneliti kualitatif ibarat detektif yang menyelami data, mencari petunjuk dan makna tersembunyi dalam berbagai bentuk, seperti wawancara mendalam, observasi partisipan, dan analisis dokumen.

2.3 Pembangunan Software

Metode pembangunan sistem menggunakan metode waterfall yang digunakan dalam penelitian dari [3] dilakukan melalui lima tahap komunikasi, perencanaan, pemodelan, konstruksi, dan implementasi. Tahap komunikasi digunakan untuk mengumpulkan kebutuhan sistem melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Selanjutnya, tahap perencanaan menghasilkan panduan kerja untuk pengembangan perangkat lunak. Pada tahap pemodelan, desain perangkat lunak dibuat, termasuk struktur data dan antarmuka pengguna. Tahap konstruksi mencakup pembuatan kode dan pengujian untuk memastikan sistem berfungsi sesuai kebutuhan. Akhirnya, tahap implementasi melibatkan penggunaan perangkat lunak oleh pengguna akhir serta pemeliharaan agar sistem tetap berjalan optimal. Dengan pendekatan ini, perangkat lunak dikembangkan secara terstruktur dan sistematis, memastikan setiap tahap selesai sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya untuk menghasilkan perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahapan pengembangan software tampak pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pengembangan software.

Diagram ini mencakup tahapan:

1. Kebutuhan Sistem - Identifikasi kebutuhan sensor dan aktuator untuk tempat sampah IoT.
2. Analisis - Analisis kebutuhan fitur aplikasi dan perangkat IoT.
3. Desain Sistem - Desain perangkat keras dan antarmuka aplikasi.
4. Implementasi - Pengembangan perangkat lunak dan pengaturan perangkat keras.
5. Pengujian - Pengujian integrasi perangkat keras dan perangkat lunak.
6. Deploy - Peluncuran sistem ke pengguna.
7. Pemeliharaan - Pemeliharaan dan pembaruan sistem sesuai kebutuhan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengurangi inspeksi manual hingga 40%, sejalan dengan penelitian [4], yang menunjukkan efisiensi teknologi berbasis IoT dalam pengelolaan limbah modern. Keakuratan sensor ultrasonik dalam mendeteksi kapasitas sampah juga ditegaskan dalam penelitian [8], yang membahas penggunaan pada sistem tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno. Selain itu, desain tempat sampah pintar yang mendorong partisipasi masyarakat sesuai dengan penelitian [1], yang merancang sistem berbasis Arduino Uno untuk mengatasi permasalahan sampah.

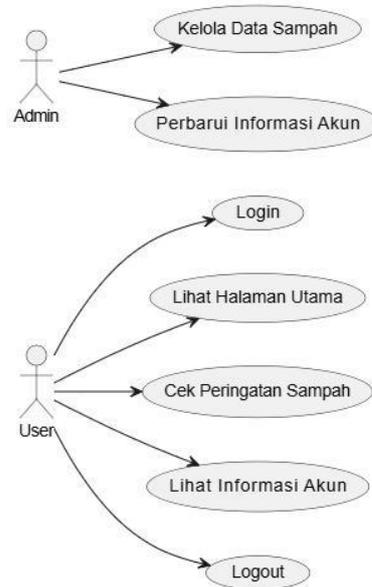
3.1 Kebutuhan Fungsional

Berdasarkan analisis alur aplikasi, dapat dirumuskan beberapa kebutuhan fungsionalitas yaitu :

1. User dapat login
2. User dapat melihat halaman utama
3. User dapat melihat halaman cek peringatan sampah
4. User dapat melihat halaman informasi akun
5. User dapat logout
6. Admin dapat perbarui informasi akun, termasuk menambahkan seperti nama pengguna, email, dan kata sandi.

3.2 Usecase Diagram

Semua fungsional pada sistem merupakan proses yang secara teknis dikerjakan oleh para aktor yang terlibat. Hubungan antara fungsional dan aktor yang terlibat dapat digambarkan menggunakan use case diagram, dapat dilihat pada Gambar 2.

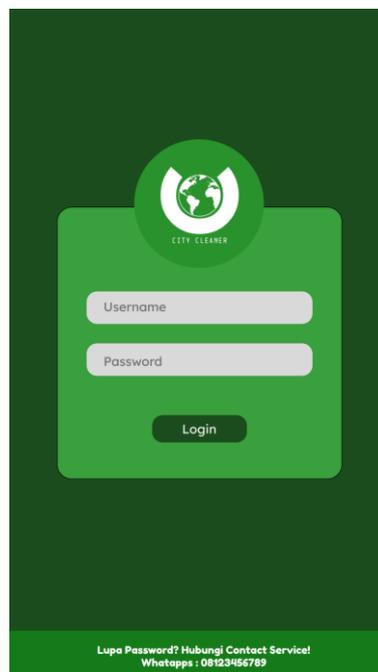


Gambar 2. Usecase Diagram

3.3 Perancangan Antarmuka

1. Halaman Login.

Pada Gambar 4. Saat user membuka aplikasi, user akan ditampilkan halaman login yang mengharuskan user untuk memasukkan username dan password guna verifikasi identitas untuk mengakses halaman utama.



Gambar 4. Halaman Login

2. Halaman Utama.

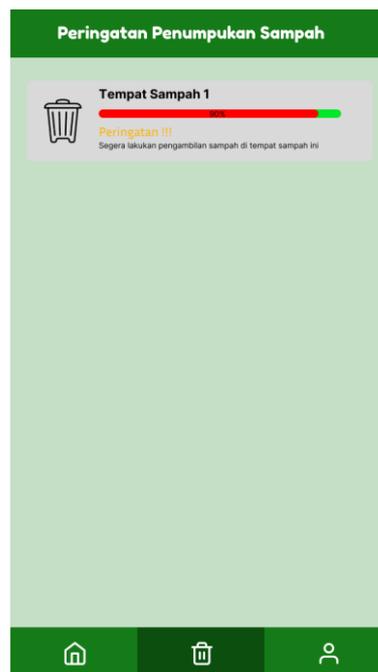
Pada Gambar 5, Setelah login user akan ditampilkan halaman utama yang berisi poster informasi seperti larangan membuang sampah sembarangan dan panduan praktis untuk mengurangi sampah plastik dengan penggunaan bahan yang bisa didaur ulang kembali.



Gambar 5. Halaman Utama

3. Halaman Cek Peringatan Sampah

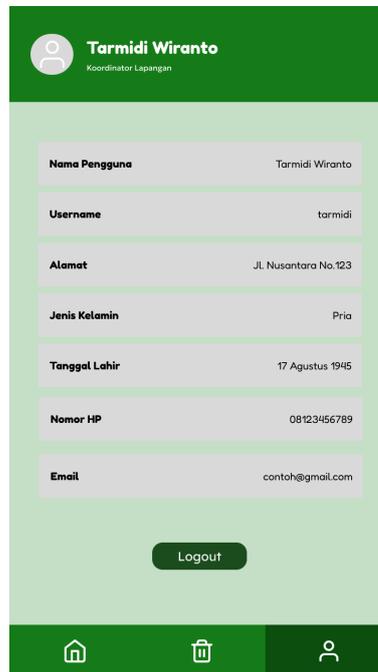
Pada Gambar 6. Pada halaman cek peringatan sampah user akan ditampilkan halaman cek tempat sampah yang berisi informasi sampah, apabila tempat sampah penuh ditandai dengan indikator 90% lalu aplikasi akan memberikan pesan peringatan untuk mencegah penumpukan berlebih.



Gambar 6. Halaman Cek Peringatan Sampah

4. Halaman Informasi Akun

Pada Gambar 4. User akan ditampilkan halaman informasi akun user yang terdapat nama pengguna, username, alamat, jenis kelamin, tanggal lahir, nomor HP, email. Halaman ini juga menampilkan tombol logout untuk keluar dari akun user, selain itu halaman ini mempermudah pengelolaan data user.



Gambar 7. Halaman Informasi Akun

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe kotak sampah pintar berbasis IoT yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah di lingkungan kampus. Dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor ultrasonik, sistem ini mampu mendeteksi kapasitas sampah dan mengirim notifikasi otomatis kepada petugas kebersihan saat penuh. Hal ini memungkinkan pengelolaan sampah yang lebih teratur dan mengurangi risiko penumpukan yang berdampak pada kebersihan kampus. Kelebihan dari sistem ini adalah efisiensi dalam pengelolaan dan kemampuannya untuk mendorong lingkungan yang lebih bersih dan sehat, meskipun terdapat kendala seperti keterbatasan jangkauan sensor dan ketahanan perangkat dalam jangka panjang.

Sistem pengelolaan sampah pintar berbasis IoT ini berhasil meningkatkan efisiensi pengumpulan sampah dengan menyediakan notifikasi otomatis ketika tempat sampah penuh. Hal ini mengurangi penumpukan sampah dan meningkatkan kebersihan di lingkungan kampus. Sensor ultrasonik dan mikrokontroler Arduino Uno yang digunakan pada sistem ini bekerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, memungkinkan deteksi tingkat pengisian sampah yang akurat.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan pengembangan lebih lanjut dengan menambahkan fitur sensor tambahan, seperti sensor gas untuk mendeteksi bau, sehingga meningkatkan kemampuan monitoring lingkungan secara menyeluruh. Penggunaan panel surya sebagai sumber daya tambahan juga dapat menjadi opsi untuk meningkatkan efisiensi energi. Selain itu, kolaborasi dengan institusi pendidikan dan pemerintah daerah akan membantu dalam implementasi sistem ini pada skala yang lebih besar, sebagai langkah awal menuju pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan di berbagai lokasi. Menambah fitur ketahanan terhadap cuaca untuk memungkinkan aplikasi sistem di luar ruangan. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur penyortiran sampah otomatis yang dapat memisahkan sampah organik dan anorganik. Disarankan untuk meningkatkan aspek keamanan data pada aplikasi pengelolaan sampah untuk melindungi informasi yang terkait dengan manajemen kampus. Pengembangan sistem agar kompatibel dengan lebih banyak perangkat sensor atau mikrokontroler akan meningkatkan fleksibilitas dan kapabilitas sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Penelitian ini merancang tempat sampah pintar berbasis Arduino Uno untuk mengatasi permasalahan sampah.
- [2] Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. (2020). Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pembuatan tempat sampah pintar menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.
- [3] Tujni, B., & Hutrianto, H. (2020). Pengembangan Perangkat Lunak Monitoring Wellies Dengan Metode Waterfall Model. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 22(1), 122-130.
- [4] Ismail, M., Abdullah, R. K., & Abdussamad, S. (2021). Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan Sistem Teknologi Informasi. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(1), 7-12.
- [5] Khozin, A., Winardi, S., Arifin, M. N., & Nugroho, A. (2022). Tempat Sampah Pintar Berbasis Iot pada SMKN 1 Dlanggu Kabupaten Mojokerto. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 5(1), 69-77.
- [6] Ananda, R. T., & Sujana, D. Sistem Tempat Sampah Pintar Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk Iot-Based Smart Waste System Using Blynk Application. vol, 8, 1027-1038.
- [7] Ananda, R. T., & Sujana, D. Sistem Tempat Sampah Pintar Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk Iot-Based Smart Waste System Using Blynk Application. vol, 8, 1027-1038.
- [8] Wuryanto, A., Hidayatun, N., Rosmiati, M., & Maysaroh, Y. (2019). Perancangan Sistem Tempat Sampah Pintar Dengan Sensor HCRSF04 Berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 21(1), 55-60.
- [9] Sirait, R., & Lubis, I. (2021). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Komputer Terapan (JIKSTRA)*, 3(1), 21-26.
- [10] Yohanes Bowo Widodo, Y. B. W., Tata Sutabri, T. S., & Leo Faturahman, L. F. (2019). Tempat sampah pintar dengan notifikasi berbasis iot. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, 5(2), 50-57.

Pemanfaatan Arsitektur MOBILENET-CNN Untuk Mendiagnosis Penyakit Pada Daun Singkong Melalui Teknologi Citra Digital

Filach Akbar Arafat¹, Muhammad Nur Ichsan², Muhammad Firmandani Pramoedya³

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹soackproo@gmail.com, ²xsan69@gmail.com, ³danipramoedya2002@gmail.com

Abstrak – Singkong merupakan salah satu tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia dan merupakan tanaman dengan banyak manfaat. Salah satu manfaat singkong adalah sebagai bahan pokok pengganti nasi. Tanaman singkong atau biasa disebut ubi, memiliki banyak manfaat. Namun tanaman singkong juga tidak luput dari serangan penyakit. Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya kualitas singkong adalah Adanya hama dan penyakit tanaman singkong yang sering kali mengakibatkan pertumbuhan umbi terganggu, bahkan dapat menggagalkan terwujudnya produksi yang maksimal. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah memanfaatkan teknologi *artificial intelligence* (AI) yang sedang berkembang untuk dapat mengklasifikasikan penyakit pada singkong dengan mudah. Dirancanglah sebuah sistem yang dapat membantu dalam mengidentifikasi penyakit pada daun singkong menggunakan algoritma CNN dengan arsitektur *MobileNet*. Hasil akhir dari penelitian ini dengan melakukan pelatihan pada 30 *epoch* dengan rasio data latih dan data uji 80%:20% memberikan hasil akurasi *training* sebesar 88% dan *testing* sebesar 84%.

Kata Kunci — Penyakit Singkong, CNN, Klasifikasi Gambar, *MobileNet*

1. PENDAHULUAN

Artificial Intelligence (AI), atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai Kecerdasan Buatan, adalah cabang ilmu komputer yang bertujuan untuk mengembangkan sistem dan mesin yang mampu melakukan tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia [1]. Singkong merupakan salah satu tanaman yang banyak ditemukan di Indonesia dan merupakan tanaman dengan banyak manfaat. Salah satu manfaat singkong adalah sebagai bahan pokok pengganti nasi [2]. Tanaman singkong atau biasa disebut ubi, memiliki banyak manfaat. Umbi yang diperoleh dari tanaman singkong memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan dapat dimasak serta digunakan sebagai bahan. Selain umbi-umbian, daun ketela pohon juga bisa dijadikan sayuran [3]. Selain sebagai bahan makanan, ubi kayu juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Oleh karena itu pengembangan ubi kayu sangat penting artinya di dalam upaya penyediaan bahan pangan karbohidrat non beras, diversifikasi/penganekaragaman konsumsi pangan lokal, pengembangan industri pengolahan hasil dan agro industri dan sebagai sumber devisa melalui ekspor serta upaya mendukung peningkatan ketahanan pangan dan kemandirian pangan [4]. Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya kualitas singkong adalah Adanya hama dan penyakit tanaman singkong yang sering kali mengakibatkan pertumbuhan umbi terganggu, bahkan dapat menggagalkan terwujudnya produksi yang maksimal [5]. Dalam mengidentifikasi suatu penyakit dan hama pada tanaman singkong, dibutuhkan seorang pakar yang mengerti tentang penyakit pada tanaman singkong. Namun faktanya, tidak semua pakar dapat membantu para petani saat dibutuhkan, sehingga petani tidak dapat mengetahui secara cepat dan tepat permasalahan yang terjadi pada tanaman singkong [2]. Proses identifikasi yang ada selama ini masih dilakukan oleh para ahli pertanian, tetapi untuk mengatasi semua persoalan yang dihadapi petani terkendala oleh waktu dan banyaknya petani yang mempunyai masalah dengan tanamannya [5]. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah memanfaatkan teknologi *artificial intelligence* (AI) yang sedang berkembang untuk dapat mengklasifikasikan penyakit pada singkong dengan mudah [6]. Sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan penyakit tanaman singkong layaknya seorang pakar.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Iswantoro (2022) mengenai klasifikasi penyakit tanaman jagung menggunakan metode CNN, yang menunjukkan bahwa algoritma CNN sudah cukup baik dalam melakukan klasifikasi penyakit tanaman jagung ini. Dengan melakukan proses *training* dengan jumlah 100 *epoch*, jumlah *input* citra 150x150 dan didapatkan akurasi *training* sebesar 97,5% dan *validation* 100% [7]. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Yuliany dan Rachman (2022) tentang penerapan *deep learning* pada sistem klasifikasi hama tanaman padi menunjukkan bahwa model dengan pembagian data 90% untuk pelatihan dan 10% untuk pengujian berhasil mencapai akurasi tertinggi sebesar 77,33%, dengan akurasi pelatihan mencapai 78,30%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode CNN sangat sesuai dan mampu menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi [8]. Namun, penelitian yang berfokus pada penerapan metode CNN untuk mendeteksi penyakit daun singkong masih terbatas. Oleh karena itu, penulis merancang sebuah sistem yang digunakan untuk membantu

dalam mendeteksi penyakit pada daun singkong secara lebih cepat dan akurat. Dengan menerapkan teknik *deep learning* nantinya dapat menjadi alternatif untuk mempermudah para petani dalam mengatasi penyakit daun pada tanaman singkong.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini merancang sebuah sistem yang dapat mendeteksi penyakit pada daun singkong dengan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) yang didasarkan pada arsitektur *MobileNet*. Pendekatan ini dipilih karena kemampuannya dalam mengenali pola visual pada gambar, yang sangat efektif untuk tugas klasifikasi gambar, seperti dalam mendeteksi penyakit pada tanaman. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari situs penyedia *dataset Kaggle*, yang terdiri dari gambar daun singkong yang menunjukkan berbagai kondisi, baik daun yang sehat maupun yang terinfeksi penyakit, seperti bercak daun, daun keriput, atau infeksi hama dan kutu. Data gambar tersebut merupakan koleksi gambar yang relevan dengan topik penelitian ini. Untuk menjadikan sistem dengan kualitas deteksi yang bagus, dilakukan *preprocessing* yang mencakup perubahan ukuran gambar agar seragam, augmentasi gambar untuk menambah variasi data, serta normalisasi. Dengan langkah-langkah *preprocessing* ini, *dataset* yang telah diproses dapat digunakan untuk melatih model CNN yang lebih efisien dan efektif. Untuk penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut :

2.1 Persiapan Data

Data yang digunakan adalah data citra daun singkong. Data tersebut dibagi menjadi 5 kategori yaitu daun sehat, daun dengan bercak coklat, daun dengan bercak kuning, penyakit daun keriput, dan penyakit kutu daun. Data yang digunakan berjumlah 100 citra daun singkong. Tujuan dari studi literatur yang dilakukan adalah untuk mempelajari terkait teori dasar serta teori-teori pendukung yang berkaitan dengan klasifikasi, penyakit daun singkong, *Convolutional Neural Network* (CNN), dan *MobileNet*.

Tabel 1. *Dataset* Daun Singkong

Jenis Daun	Jumlah Data	Data Latih	Data Uji
Daun Sehat	100	80	20
Kutu Daun	100	80	20
Daun Keriput	100	80	20
Daun Bercak Kuning	100	80	20
Daun Bercak Coklat	100	80	20
Total	5000	400	100



Gambar 1. Daun Sehat



Gambar 2. Kutu Daun



Gambar 3. Daun Keriput



Gambar 4. Daun Bercak Kuning



Gambar 5. Daun Bercak Coklat

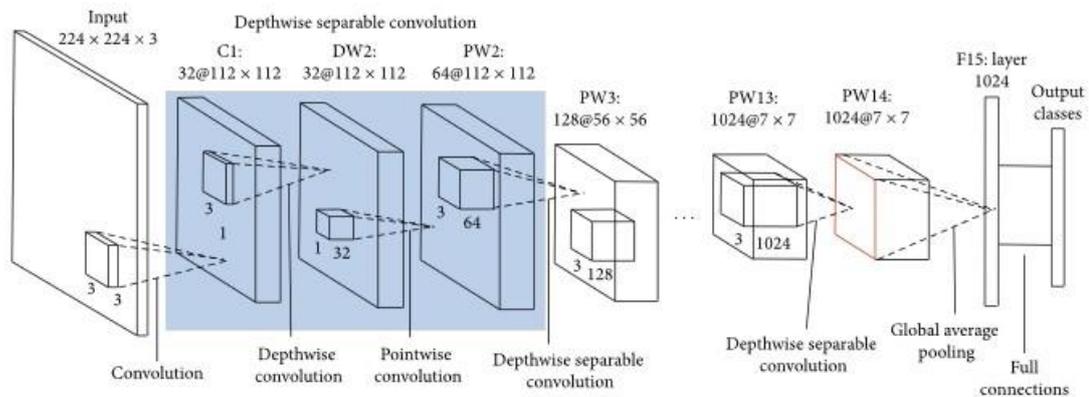
2.2 *Preprocessing* Data

Sebelum digunakan sebagai data dalam tahap pelatihan, *dataset* ini akan melalui proses *preprocessing* terlebih dahulu. Tahapan *preprocessing* yang digunakan adalah normalisasi dan *resize*. Tahap normalisasi digunakan untuk mengubah skala intensitas warna pada gambar yang semula 0 – 255 menjadi hanya 0 – 1. *Resize* digunakan untuk mengubah ukuran gambar menjadi 224×224 *pixels* [9].

2.3 Arsitektur Algoritma

Proses dilakukan dengan menggunakan arsitektur *MobileNet* pada CNN. CNN dipilih karena metode tersebut paling optimal dalam kasus klasifikasi citra, yang mana salah satu kelebihanannya ialah ekstraksi fitur citra yang dilakukan secara otomatis, sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga [10]. *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah salah satu jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk menangani berbagai tugas, seperti klasifikasi gambar, deteksi objek, dan segmentasi. CNN merupakan

pengembangan dari *Multi-Layer Perceptron* (MLP) dan menjadi salah satu algoritma unggulan dalam bidang *deep learning*. Algoritma ini pertama kali diperkenalkan oleh Yann LeCun, Léon Bottou, Yoshua Bengio, dan Patrick Haffner pada tahun 1998 [11]. *MobileNet* merupakan salah satu arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dapat digunakan untuk mengatasi kebutuhan akan *computing* data dalam jumlah yang besar. Perbedaan mendasar antara arsitektur *MobileNet* dan arsitektur CNN pada umumnya adalah penggunaan lapisan atau layer konvolusi dengan ketebalan filter yang sesuai dengan ketebalan dari *input image*. *MobileNet* membagi konvolusi menjadi *depthwise convolution* dan *pointwise convolution* [12].



Gambar 6. CNN *MobileNet* Architecture. (Sumber: Bacus & Linsangan, 2024) [13]

2.4 Pelatihan Model

Pada proses ini, dilakukan pelatihan model menggunakan *dataset* citra yang telah dipersiapkan sebelumnya. Pelatihan ini menerapkan arsitektur *MobileNet*, yang dilaksanakan dengan lima kali percobaan pelatihan (*epoch*) dengan jumlah *epoch* yang bervariasi pada setiap percobaan. Setiap percobaan akan dianalisis untuk melihat dampak perbedaan jumlah *epoch* terhadap performa model yang dihasilkan. *Epoch* merupakan satu kali proses pelatihan model dimana seluruh paket pelatihan yang digunakan untuk mengajar model akan diulang sebanyak periode yang telah ditentukan [14].

```

Epoch 1/10
16/16 ————— 45s 2s/step - accuracy: 0.3586 - loss: 1.6022 - val_accuracy: 0.5800 - val_loss: 1.0689
Epoch 2/10
16/16 ————— 40s 2s/step - accuracy: 0.5468 - loss: 1.1492 - val_accuracy: 0.6100 - val_loss: 0.9638
Epoch 3/10
16/16 ————— 36s 2s/step - accuracy: 0.5973 - loss: 1.0003 - val_accuracy: 0.6400 - val_loss: 0.8969
Epoch 4/10
16/16 ————— 37s 2s/step - accuracy: 0.6189 - loss: 0.9423 - val_accuracy: 0.6900 - val_loss: 0.8486
Epoch 5/10
16/16 ————— 40s 2s/step - accuracy: 0.6289 - loss: 0.9091 - val_accuracy: 0.6700 - val_loss: 0.8447
Epoch 6/10
16/16 ————— 41s 2s/step - accuracy: 0.6374 - loss: 0.8458 - val_accuracy: 0.7300 - val_loss: 0.7395
Epoch 7/10
16/16 ————— 41s 2s/step - accuracy: 0.6982 - loss: 0.8297 - val_accuracy: 0.7400 - val_loss: 0.6455
Epoch 8/10
16/16 ————— 36s 2s/step - accuracy: 0.7056 - loss: 0.8073 - val_accuracy: 0.7700 - val_loss: 0.6489
Epoch 9/10
16/16 ————— 37s 2s/step - accuracy: 0.6608 - loss: 0.8017 - val_accuracy: 0.7300 - val_loss: 0.6917
Epoch 10/10
16/16 ————— 37s 2s/step - accuracy: 0.7493 - loss: 0.7031 - val_accuracy: 0.7400 - val_loss: 0.5978
    
```

Gambar 7. Percobaan Pelatihan *Epoch* 1

```

Epoch 15/20
16/16 ————— 46s 2s/step - accuracy: 0.7596 - loss: 0.6090 - val_accuracy: 0.7900 - val_loss: 0.6226
Epoch 16/20
16/16 ————— 48s 2s/step - accuracy: 0.7552 - loss: 0.6016 - val_accuracy: 0.8300 - val_loss: 0.5024
Epoch 17/20
16/16 ————— 36s 2s/step - accuracy: 0.7858 - loss: 0.5452 - val_accuracy: 0.7800 - val_loss: 0.5801
Epoch 18/20
16/16 ————— 37s 2s/step - accuracy: 0.8221 - loss: 0.5288 - val_accuracy: 0.7600 - val_loss: 0.5721
Epoch 19/20
16/16 ————— 36s 2s/step - accuracy: 0.8015 - loss: 0.5329 - val_accuracy: 0.8300 - val_loss: 0.4637
Epoch 20/20
16/16 ————— 41s 2s/step - accuracy: 0.8299 - loss: 0.4727 - val accuracy: 0.8100 - val loss: 0.5197
    
```

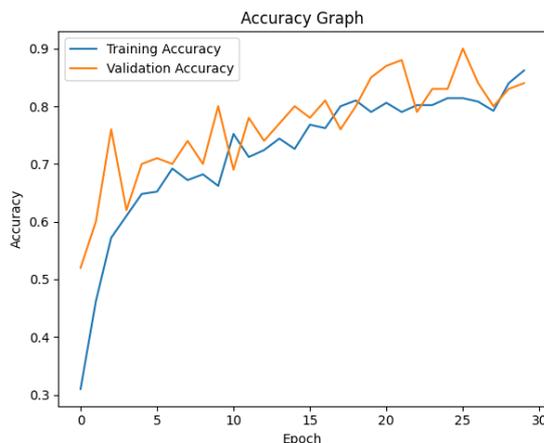
Gambar 8. Percobaan Pelatihan *Epoch* 2

Epoch 25/30	16/16	44s	2s/step	- accuracy: 0.8066	- loss: 0.5446	- val_accuracy: 0.8300	- val_loss: 0.4204
Epoch 26/30	16/16	36s	2s/step	- accuracy: 0.8247	- loss: 0.5044	- val_accuracy: 0.9000	- val_loss: 0.3502
Epoch 27/30	16/16	41s	2s/step	- accuracy: 0.8269	- loss: 0.4636	- val_accuracy: 0.8400	- val_loss: 0.4375
Epoch 28/30	16/16	46s	2s/step	- accuracy: 0.7952	- loss: 0.5383	- val_accuracy: 0.8000	- val_loss: 0.5364
Epoch 29/30	16/16	36s	2s/step	- accuracy: 0.8570	- loss: 0.4054	- val_accuracy: 0.8300	- val_loss: 0.4535
Epoch 30/30	16/16	38s	2s/step	- accuracy: 0.8828	- loss: 0.3942	- val_accuracy: 0.8400	- val_loss: 0.4581

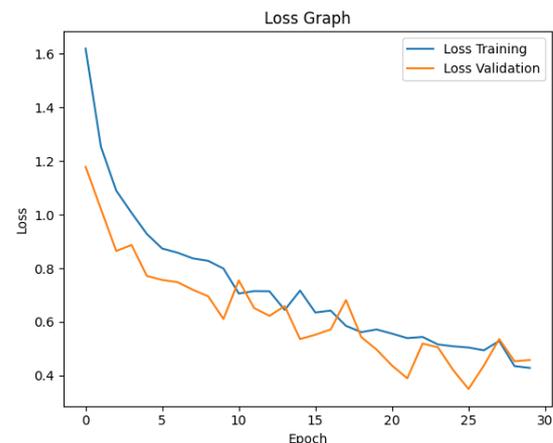
Gambar 9. Percobaan Pelatihan *Epoch* 3

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sistem deteksi penyakit daun pada tanaman singkong menggunakan algoritma (CNN) berhasil diimplementasikan pada sistem yang menggunakan klasifikasi citra. Setelah melalui proses *preprocessing* yang meliputi perubahan ukuran menjadi 224 x 224, normalisasi, dan augmentasi data. Uji coba terhadap sistem ini dilakukan guna mencari performa maksimal dalam mengklasifikasikan citra penyakit daun singkong dengan menggunakan arsitektur *MobileNet*, dengan fokus pada *parameter accuracy* dan *loss*. Pada penelitian ini menggunakan *dataset* yang terdiri dari 100 gambar daun singkong yang terbagi dalam 5 kategori yaitu daun sehat, daun dengan bercak coklat, daun dengan bercak kuning, penyakit daun keriput, dan penyakit kutu daun. Pada eksperimen yang telah dilakukan ini, arsitektur *MobileNet* diuji untuk melakukan klasifikasi penyakit daun pada tanaman singkong. Berikut merupakan hasil grafik dengan jumlah pelatihan 30 *epoch*.



Gambar 10. *Accuracy Graph*



Gambar 11. *Loss Graph*

Pada grafik *accuracy* dan *loss* terdapat beberapa hal yang dapat diperhatikan. Hal tersebut antara lain sebagai berikut :

Grafik *accuracy* :

- **Tren Umum** : Baik akurasi pelatihan maupun validasi telah meningkat, seperti yang ditunjukkan pada grafik akurasi. Akurasi pelatihan mencapai puncaknya sekitar *epoch* 28, dan akurasi validasi mencapai puncaknya sekitar *epoch* 26.
- **Gap accuracy** : Tidak ada *overfitting* yang signifikan pada model ini, seperti yang ditunjukkan oleh perbedaan kecil antara akurasi pelatihan dan validasi, yang menunjukkan bahwa model dapat digeneralisasi dengan baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.
- **Perbedaan accuracy** : Akurasi *training* dan *validation* cukup konsisten sepanjang proses, meskipun ada sedikit perbedaan. Ini menunjukkan bahwa model belajar baik dan mampu mempertahankan kinerja data *training* dan validasi.

Grafik *loss* :

- **Tren Umum** : Baik *loss training* maupun *loss validation* menunjukkan tren penurunan pada grafik *loss*. *Loss* mencapai *training* titik terendah sekitar *epoch* 28, dan *loss validation* mencapai titik terendah sekitar *epoch* 26.

- *Gap loss* : Terdapat gap kecil antara *loss training* dan validasi, yang menunjukkan bahwa model tidak mengalami *overfitting* yang signifikan. Gap ini menunjukkan bahwa model dapat generalisasi dengan baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.
- Perbedaan *Loss*: *Loss training* dan *validation* cukup konsisten sepanjang proses *training*, meskipun terdapat fluktuasi kecil. Hal ini menunjukkan bahwa model belajar dengan baik dan mampu mempertahankan performa pada data *training* dan *validation*.

Tabel 2. Perbandingan *Epoch*

<i>Epoch</i>	Data Latih		Data Uji	
	<i>Acc</i>	<i>Loss</i>	<i>Vall Acc</i>	<i>Vall Loss</i>
10	0.7493	0.7031	0.7400	0.5978
20	0.8299	0.4727	0.8100	0.5197
30	0.8828	0.3942	0.8400	0.4581

Pada tabel 2 ditampilkan perbandingan 3 pelatihan *epoch*. Melihat dari hasil tersebut pada *epoch* ke-10, model menunjukkan akurasi sebesar 74.93% pada data latih dan 74.00% pada data uji, dengan *loss* pada data latih sebesar 0.7031 dan pada data uji 0.5978. Meskipun hasilnya cukup baik, akurasi dan *loss* pada data latih dan uji masih menunjukkan adanya ruang untuk perbaikan. Ketika jumlah *epoch* ditingkatkan menjadi 20, performa model mengalami peningkatan yang jelas. Akurasi pada data latih meningkat menjadi 82.99% dengan *loss* yang berkurang menjadi 0.4727, sementara pada data uji, akurasi mencapai 81.00% dan *loss* sedikit meningkat menjadi 0.5197. Ini menunjukkan bahwa model mulai lebih mampu mempelajari pola pada data latih, sementara di sisi lain, model juga berhasil mempertahankan akurasi yang cukup tinggi pada data uji meskipun ada sedikit peningkatan pada *loss*-nya. Pada *epoch* ke-30, hasilnya semakin menunjukkan kemajuan yang signifikan pada data latih, dengan akurasi mencapai 88.28% dan *loss* turun lebih jauh menjadi 0.3942. Namun, meskipun akurasi pada data uji juga meningkat menjadi 84.00%, *loss* pada data uji mengalami sedikit peningkatan menjadi 0.4581. Peningkatan ini mungkin mencerminkan bahwa model mulai mendekati batas kemampuan optimalnya dalam mempelajari data, yang tercermin dari melambatnya kenaikan akurasi pada data uji dan sedikitnya peningkatan *loss* setelah *epoch* ke-20. Ini bisa menunjukkan bahwa model mulai mengalami sedikit *overfitting* terhadap data latih, di mana model terlalu menyesuaikan diri dengan data latih sehingga tidak lagi memberikan peningkatan yang signifikan pada data uji.

4. SIMPULAN

Berdasarkan temuan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model dengan arsitektur *MobileNet* yang dilatih dengan 3 percobaan *epoch* menunjukkan peningkatan kinerja yang konsisten seiring dengan jumlah *epoch* yang digunakan. Selama proses pelatihan, model secara bertahap meningkatkan akurasi yang signifikan dalam mengenali dan mengklasifikasikan berbagai jenis penyakit pada daun singkong. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja model dipengaruhi secara langsung oleh jumlah *epoch* yang digunakan dalam pelatihan. Semakin banyak *epoch* yang diterapkan, lebih banyak kesempatan bagi model untuk melakukan iterasi dan mempelajari pola-pola penting dalam data, yang memungkinkan model untuk menyesuaikan parameter internalnya dengan lebih baik. Dengan kata lain, pelatihan yang lebih lama memberi model lebih banyak waktu untuk mengoptimalkan proses pembelajarannya, sehingga lebih akurat mendeteksi penyakit pada daun.

5. SARAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah untuk meningkatkan akurasi sistem deteksi dengan memperluas dan memperkaya *dataset*, agar mencakup lebih banyak variasi gambar daun singkong dari berbagai kondisi lapangan. Hal ini akan membantu model mengenali gejala penyakit dengan lebih baik, terutama untuk penyakit yang memiliki gejala serupa. Selain itu, disarankan untuk mengembangkan model dengan menggunakan arsitektur yang lebih kompleks untuk dapat meningkatkan kemampuan klasifikasi penyakit yang lebih sulit dibedakan. Penyempurnaan sistem juga diperlukan, dengan melakukan integrasi sistem deteksi penyakit daun pada sistem yang berbasis *mobile application* diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam menggunakan sistem, serta memastikan sistem dapat berfungsi optimal dengan kondisi pencahayaan yang berbeda. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan teknologi deteksi penyakit daun singkong dapat semakin berkembang dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan produktivitas pertanian singkong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. S. Eriana and M. D. A. Z. M. S.Kom., ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI), CV. EUREKA MEDIA AKSARA, 2023.
- [2] A. J. M. S. K. Selviana Yunita, "Sistem Pakar Deteksi Penyakit Pada Tanaman Singkong Expert System to Detect the Disease of Cassava Plants," *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA*, vol. 9, no. 1, p. 25, 2019.
- [3] D. K. H. R. Hendra Rustantono, "Pelatihan Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Menjadi Keripik," *I-Com : Indonesian Community Journal*, vol. 2., no. 1, pp. 31-37, 2022.
- [4] M. Ir. Roch Widaningsih, OUTLOOK KOMODITAS PERTANIAN TANAMAN PANGAN UBI KAYU, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, 2016.
- [5] A. Isnadi, "Aplikasi Diagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Singkong Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web," *J-INTECH (Journal of Information and Technology)*, vol. 6, no. 2, pp. 177-180, 2018.
- [6] S. R. N. K. C. P. A. E. Nugraha, ""Klasifikasi Penyakit Pada Tanaman Singkong Menggunakan Arsitektur VGGNET Berbasis Deep Learning"," *eProceedings of Engineering*, vol. 9, no. 6, 2022.
- [7] D. H. U. D. Iswantoro, "Klasifikasi Penyakit Tanaman Jagung Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, vol. 22, no. 2, pp. 900-905, 2022.
- [8] A. N. R. S. Yuliany, "Implementasi Deep Learning pada Sistem Klasifikasi Hama Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Jurnal Buana Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 54-65, 2022.
- [9] S. R. d. N. K. C. P. A. E. Nugraha, "Klasifikasi Penyakit Pada Tanaman Singkong Menggunakan Arsitektur VGGNET Berbasis Deep Learning," *eProceedings of Engineering*, vol. 9, no. 6, 2022.
- [10] Y. P. I. Y. N. A. M. F. Firdaus, "Klasifikasi Tanaman Anggrek Menggunakan Metode CNN Berbasis Web Django," *Stains*, vol. 3, no. 1, pp. 394-403, 2024.
- [11] I. F. d. R. A. P. A. Nugroho, "Implementasi deep learning menggunakan convolutional neural network (CNN) pada ekspresi manusia," *Algor*, vol. 2, no. 1, pp. 12-20, 2020.
- [12] H. H. d. Y. Maulana, "Identification of Types of Wood using Convolutional Neural Network with Mobilenet Architecture," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 4, no. 1, pp. 70-76, February 2020.
- [13] N. B. L. J. A. Bacus, "Detection and Identification with Analysis of Carica papaya Leaf Using Android - Scientific Figure".
- [14] A. S. H. A. F. A. T. Rahman, "Klasifikasi Penyakit Daun Apel Menggunakan Arsitektur CNN dengan Transfer Learning," *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, vol. 6, no. 1, 2024.

Pengembangan Sistem Rekomendasi Lagu Berdasarkan Ekspresi Wajah Menggunakan YOLO v8

Alvin Ardiansyah¹, Risky Aswi Ramadhani², Daniel Swanjaya³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹ardiansyahalvin091@gmail.com, ²riskyaswiramadhani@gmail.com, ³daniel@unpkediri.ac.id

Abstrak –Perkembangan teknologi digital dan internet telah membawa perubahan signifikan dalam cara masyarakat mengakses dan menikmati musik. Musik tidak hanya berfungsi sebagai hiburan, tetapi juga sebagai alat untuk mengelola emosi dan suasana hati. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi lagu yang dapat menyesuaikan pilihan musik berdasarkan ekspresi wajah pengguna menggunakan algoritma YOLO v8. Metode yang digunakan meliputi deteksi ekspresi wajah (*happy, sad, angry, fear*) melalui YOLO v8 dalam sistem rekomendasi berbasis desktop. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan akurasi deteksi ekspresi wajah hingga 88.5% dan kepuasan pengguna sebesar 88% berdasarkan pengujian Beta. Sistem ini berhasil memberikan rekomendasi lagu yang relevan dengan kondisi emosional pengguna secara *real-time*, sehingga memudahkan pengguna dalam memilih musik yang sesuai dengan suasana hati mereka. Penelitian ini menegaskan pentingnya penggunaan teknologi deteksi ekspresi wajah dalam personalisasi pengalaman mendengarkan musik.

Kata Kunci — Ekspresi Wajah, Rekomendasi, Lagu, YOLO v8

1. PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, akses terhadap musik telah mengalami perkembangan yang pesat berkat kemajuan teknologi internet dan platform digital. Musik menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, digunakan untuk mengisi waktu luang, menghilangkan kejenuhan, serta sebagai sarana untuk meredakan emosi dan membangkitkan semangat [1]. Keberagaman genre musik yang tersedia secara *online*, seperti hip-hop, rock, dangdut, dan campursari, memberikan pilihan yang luas bagi pendengar untuk menyesuaikan musik dengan suasana hati mereka. Namun, seringkali terdapat ketidaksesuaian antara musik yang diinginkan oleh pengguna dengan kebutuhan emosional mereka saat itu. Misalnya, saat merasa sedih, pengguna cenderung mencari musik dengan tempo lambat, sedangkan saat *happy*, mereka mungkin lebih memilih musik dengan tempo cepat.

Penelitian ini muncul sebagai respons terhadap kebutuhan untuk mengatasi ketidaksesuaian tersebut dengan mengembangkan sistem rekomendasi lagu yang lebih personal dan akurat. Sistem ini memanfaatkan teknologi deteksi ekspresi wajah menggunakan algoritma YOLO v8 untuk mengenali emosi pengguna secara *real-time*, yang kemudian digunakan untuk merekomendasikan lagu yang sesuai dengan kondisi emosional tersebut. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam memilih musik yang tidak hanya sesuai dengan preferensi mereka, tetapi juga dapat membantu dalam pengelolaan emosi.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji hubungan antara emosi dan preferensi musik Adiputra dkk. (2019) menerapkan Bayesian Network pada sistem pakar untuk mendeteksi ekspresi wajah dan bahasa tubuh melalui pengamatan foto, mencapai akurasi 80,31% [2]. Agustinus dkk. (2023) mengembangkan klasifikasi emosi melalui ekspresi wajah menggunakan YOLOv5 dengan akurasi 87% [3]. Penelitian ini melanjutkan dan memperbaiki penelitian tersebut dengan menggunakan YOLO v8, yang menawarkan peningkatan performa dalam deteksi objek dan emosi wajah.

Selain itu, penelitian oleh Tanuwijaya dkk. (2021) yang menggunakan *Convolution Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi ekspresi wajah menunjukkan bahwa integrasi YOLO-face dengan CNN dapat meningkatkan akurasi deteksi ekspresi hingga 94%. Integrasi ini menjadi dasar bagi pengembangan sistem rekomendasi lagu berbasis ekspresi wajah yang lebih akurat dan responsif [4].

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi lagu yang mengintegrasikan deteksi ekspresi wajah menggunakan YOLO v8. Sistem ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi musik yang lebih personal dan sesuai dengan kebutuhan emosional pengguna, sehingga meningkatkan kualitas pengalaman mendengarkan musik.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang untuk mencapai tujuan pengembangan sistem rekomendasi lagu berbasis ekspresi wajah dengan memanfaatkan algoritma YOLO v8. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem, pemilihan metode, implementasi, serta evaluasi sistem.

2.1 Metode Penelitian

Convolution Neural Network (CNN) merupakan satu diantara jenis *neural network* (jaringan saraf) yang biasa digunakan pada data *image* yang sangat berguna dalam mengolah dan mengekstraksi fitur-fitur yang signifikan dari data visual, seperti gambar dan video. Jaringan ini secara khusus didesain untuk menangkap pola lokal dan ketergantungan spasial yang terdapat dalam jenis data tersebut. Terinspirasi oleh korteks visual di otak manusia, CNN menggunakan lapisan dan operasi khusus untuk mencapai kinerja yang luar biasa dalam tugas-tugas seperti pengenalan objek, klasifikasi gambar, dan segmentasi gambar [5].

YOLO v8 digunakan untuk mendeteksi ekspresi wajah secara real-time. *Dataset* yang digunakan terdiri dari gambar wajah dengan anotasi ekspresi *happy*, *sad*, *angry*, dan *fear*. Model YOLO v8 dilatih untuk mengenali empat kategori ekspresi tersebut dengan akurasi tinggi [6]. Algoritma ini sering dipakai dikarenakan akurasinya dan kecepatannya oleh karena itu digunakan untuk mendeteksi orang, sinyal lalu lintas, hewan, meteran parkir. Cara kerja algoritma ini yaitu pertama, gambar dipisahkan menjadi sel *grid* (dibagi menjadi beberapa kotak, contoh di atas 5 X 5). Setiap sel kisi (setiap bagian kotak kecil) memperkirakan kotak pembatas dan memberikan skor kepercayaannya. Sel ini memprediksi probabilitas (peluang) kelas untuk menetapkan kelas dari setiap objek [6].

Ekspresi atau juga disebut dengan mimik wajah merupakan satu diantara bentuk komunikasi nonverbal dengan satu atau lebih gerakan atau posisi otot wajah dan berguna untuk menyampaikan suatu keadaan emosi dari seseorang terhadap orang lain yang mengamatinya. Ekspresi wajah adalah satu diantara aturan penting pada saat menyampaikan pesan sosial dalam kehidupan manusia, akan tetapi bisa terjadi terhadap mamalia lain dan juga berbagai spesies hewan lainnya [7]. *Face recognition* atau pengenalan wajah merupakan sebuah teknologi yang berguna sebagai indentifikasi dan konfirmasi suatu ciri-ciri seseorang menggunakan objek wajah. *face recognition* memiliki prinsip kerja yang sangat *simple* dan juga mudah untuk dimengerti. Kamera dan *artificial intelligence* atau kecerdasan buatan akan melakukan scan wajah orang dengan secara detail. kemudian semua data akan disimpan dari bentuk mata, hidung, rahang, mulut, bibir, ukuran wajah, dan lain sebagainya yang ada pada wajah orang tersebut [8]. Pengumpulan data ekspresi wajah dilakukan dengan mengumpulkan gambar wajah dari berbagai sumber yang telah dianotasi dengan kategori ekspresi seperti *happy*, *sad*, *angry*, dan *fear*. *Dataset* ini digunakan untuk melatih model YOLO v8 agar dapat mengenali ekspresi wajah [9]. *Dataset* lirik lagu diperoleh dari berbagai sumber kaggle *Genius Song Lyric Language annotated song and lyrics data* yang menyediakan lirik lagu lengkap [11].

Integrasi antara deteksi ekspresi wajah dan analisis lirik dilakukan melalui basis data SQLite. Hasil deteksi ekspresi digunakan sebagai input untuk memilih kategori lagu yang relevan dari basis data, kemudian lagu-lagu tersebut direkomendasikan kepada pengguna melalui antarmuka pengguna berbasis desktop [12].

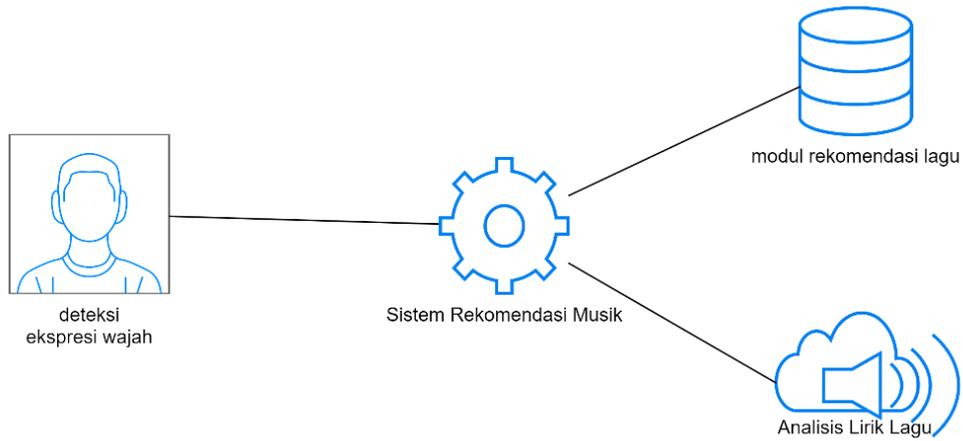
2.2 Analisis Sistem

Sistem rekomendasi lagu tradisional mengandalkan pencarian manual oleh pengguna melalui internet atau aplikasi musik. Pendekatan ini seringkali menyebabkan ketidaksesuaian antara musik yang diinginkan dengan kebutuhan emosional pengguna, mengingat beragamnya genre musik yang tersedia [1]. Pengguna harus secara aktif mencari dan memilih lagu yang sesuai dengan suasana hati mereka, yang dapat menjadi proses yang memakan waktu dan tidak selalu akurat dalam mencerminkan emosi aktual pengguna.

Sistem yang diusulkan bertujuan untuk mengotomatisasi proses rekomendasi lagu berdasarkan ekspresi wajah pengguna. Dengan menggunakan YOLO v8 untuk mendeteksi ekspresi wajah, sistem ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang lebih personal dan akurat. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk secara real-time mengenali emosi pengguna dan menyajikan pilihan lagu yang sesuai dengan kondisi emosional tersebut, sehingga meningkatkan relevansi dan kepuasan pengguna dalam memilih musik.

2.3 Arsitektur Sistem

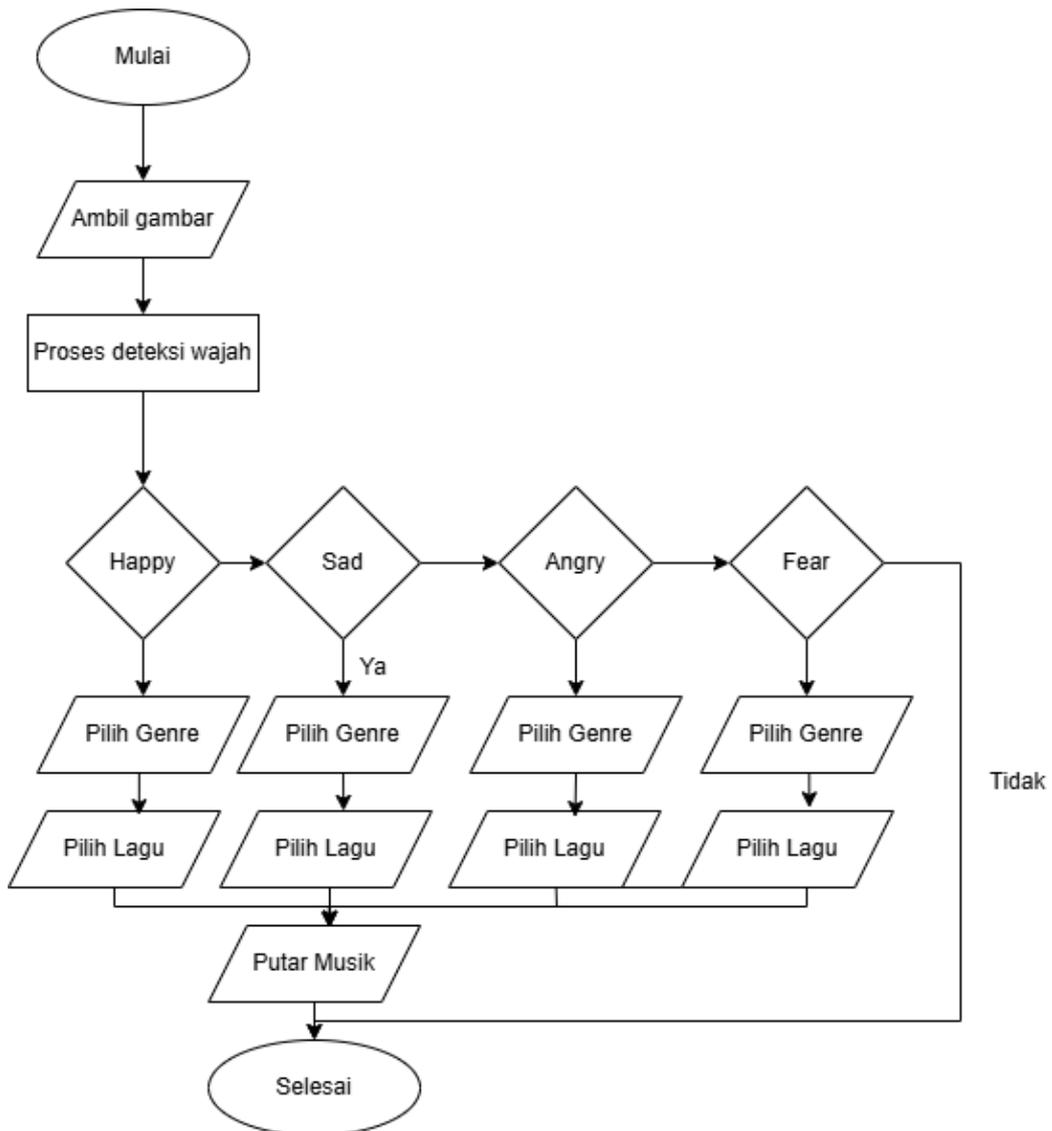
Arsitektur sistem terdiri dari empat komponen utama: deteksi ekspresi wajah, analisis lirik lagu, Sistem Rekomendasi Musik dan modul rekomendasi lagu. Diagram arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur Sistem

2.4 Flowchart

Flowchart sistem menggambarkan alur kerja aplikasi mulai dari pengambilan gambar wajah pengguna, deteksi ekspresi, analisis lirik, hingga rekomendasi lagu. Proses dimulai dengan pengguna mengambil atau mengunggah foto, dilanjutkan dengan deteksi ekspresi menggunakan YOLO v8, dan akhirnya sistem memberikan rekomendasi lagu yang sesuai.



Gambar 2 Flowchart

2.5 Dataset Lagu

Berikut adalah beberapa data contoh baris data yang digunakan dalam sistem, diambil dari *dataset Genius Song Lyric* (Kaggle). Data ini tersimpan dalam dua tabel: *moods* (menyimpan informasi mengenai suasana/ekspresi) dan *songs* (menyimpan metadata lagu).

1. Tabel Moods

Tabel 1 digunakan untuk menyimpan data mengenai suasana (*mood*) serta jumlah lagu yang terkait dengan suasana tersebut. Contoh baris data:

Tabel 1 Tabel *Moods*

id	name	image	songs_count
1	sad	sad.png	232236
2	angry	angry.png	186554
3	fear	fear.png	203908
4	happy	happy.png	84460
5	neutral	neutral.png	427708
6	Undefined	undefined.png	0

Dari contoh tersebut dapat terlihat bahwa mood “*sad*” dan “*fear*” masing-masing memiliki data jumlah lagu (**songs_count**) yang berbeda, menyesuaikan dengan jumlah lagu yang terhubung atau dimasukkan dalam kategori tersebut.

2. Tabel Songs

Tabel 2 digunakan untuk menyimpan meta data lagu, seperti judul, artis, tahun, jumlah *views*, bahasa, serta kolom *lyrics* yang menampung isi lirik. Masing-masing lagu dapat dikaitkan dengan satu *mood* melalui kolom *mood_id*.

Tabel 2 Tabel Lagu

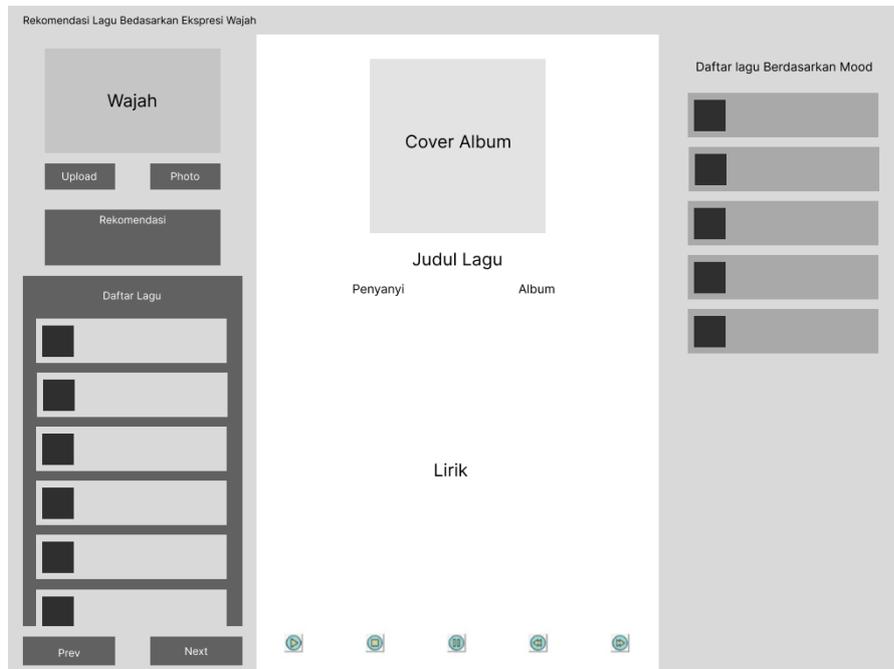
id	title	tag	artist	year	views	features	language	cid3	mood_id	gender	id
1	Killa Cam	rap	Cam'ron	2004	173166	{"Cam'ron", "Opera Steve"}	en	1	1	male	1
2	Can I Live	rap	JAY-Z	1996	468624	{}	en	5	5	unknown	2
3	Forgive Me Father	rap	Fabolous	2003	4743	{}	en	5	5	unknown	3
4	Down and Out	rap	Cam'ron	2004	144404	{"Cam'ron", "Kanye West", "Syleena..."}	en	3	3	male	4
5	LAlain Delon De Lenn	pop	Davide Van De Sfroos	2008	117	{}	it	5	5	male	5
6	Way to Rome	rock	Mars Red Sky	2011	660	{}	en	2	2	unknown	6

Melalui contoh di atas, dapat terlihat bahwa setiap lagu memiliki informasi tentang tahun rilis, *views*, bahasa, dan *mood_id* yang menunjukkan keterkaitan lagu tersebut dengan suasana tertentu (misalnya *mood_id* = 1 berarti lagu tersebut termasuk kategori “*sad*”).

2.6 Desain Tampilan

Desain tampilan aplikasi dibagi menjadi tiga bagian utama yang saling melengkapi, yaitu Bagian Deteksi Ekspresi (Kiri), Bagian Pemutar Musik (Tengah), dan Bagian Rekomendasi Musik Tambahan (Kanan). Pada Bagian Deteksi Ekspresi, pengguna dapat mengambil foto secara langsung melalui *webcam* atau mengunggah gambar dari perangkat komputer. Setelah proses deteksi selesai, hasil pengenalan ekspresi, *gender*, dan perkiraan umur akan ditampilkan di area ini, sehingga pengguna dapat langsung melihat informasi yang dihasilkan oleh sistem. Adapun tata letak di sisi kiri layar ini dirancang sedemikian rupa agar mudah diakses dan dipahami, dengan penempatan tombol pengambilan foto atau pemilihan file yang tidak membingungkan pengguna.

Di bagian tengah, terdapat modul Pemutar Musik yang menampilkan judul lagu, nama penyanyi, dan fitur kontrol (seperti *play/pause*, *next*, dan *previous*). Tampilan ini sengaja dihadirkan di pusat layar agar pengguna dapat dengan cepat mengenali status pemutaran musik dan melakukan tindakan yang diinginkan. Sementara itu, Bagian Rekomendasi Musik Tambahan ditempatkan di sisi kanan, memuat daftar lagu beserta statistik tambahan yang disesuaikan dengan ekspresi wajah pengguna. Statistik lagu ini dapat mencakup informasi seperti tahun rilis, *genre*, jumlah *views*, atau data-data lain yang mendukung pengalaman pengguna dalam memilih lagu. Dengan konsep tata letak tiga bagian ini, diharapkan setiap fitur dapat diakses dengan mudah tanpa harus berpindah antar jendela, sehingga meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dalam menikmati musik yang direkomendasikan.



Gambar 3 Desain Tampilan Aplikasi Rekomendasi Musik

2.7 Implementasi

Implementasi sistem dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python dan pustaka utama seperti YOLO v8, OpenCV untuk pengolahan gambar, Tkinter untuk antarmuka pengguna, dan SQLite untuk manajemen basis data. Langkah-langkah implementasi meliputi:

1. Pengumpulan Data: *Dataset* ekspresi wajah diambil dari situs Kaggle, sedangkan data lagu diambil dari dataset *Genius Song Lyrics* [11].
2. Pelatihan Model: YOLO v8 dilatih dengan dataset ekspresi wajah untuk meningkatkan akurasi deteksi.
3. Pengembangan Antarmuka: Antarmuka pengguna dikembangkan menggunakan Tkinter, memungkinkan pengguna untuk mengambil foto atau mengunggah gambar wajah.
4. Integrasi dan Pengujian: Sistem diintegrasikan dan diuji untuk memastikan fungsionalitas yang sesuai dengan tujuan penelitian.

2.8 Evaluasi Sistem

Evaluasi dilakukan melalui dua tahap pengujian: pengujian fungsional (*Alpha*) dan pengujian pengguna (*Beta*). Pengujian Alpha menguji setiap fitur utama aplikasi, sementara pengujian Beta melibatkan pengguna untuk memberikan umpan balik tentang keakuratan dan kemudahan penggunaan sistem [7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

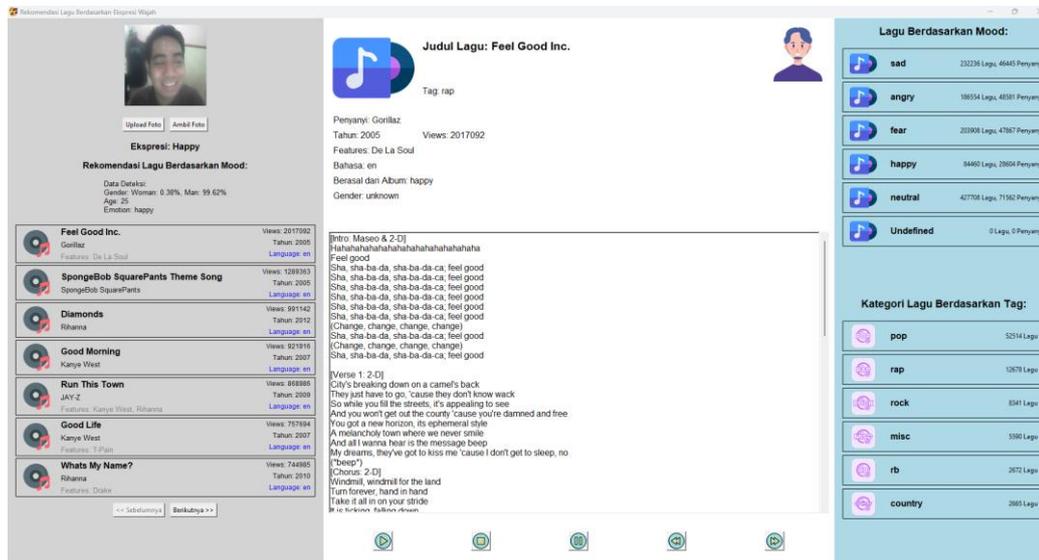
3.1 Implementasi Program

Implementasi Bagian Deteksi Ekspresi (Kiri), bagian ini merupakan titik awal pengambilan data ekspresi wajah, *gender*, dan umur. Pengguna dapat mengaktifkan webcam atau mengunggah foto dari komputer. Sistem kemudian memproses gambar tersebut menggunakan YOLO v8 untuk mendeteksi ekspresi wajah, *gender*, dan umur. Hasil deteksi ditampilkan di bawah area pengambilan gambar bersama dengan daftar lagu yang relevan.

Implementasi Pemutar Musik (Tengah), bagian tengah aplikasi berfungsi sebagai pemutar musik dengan kontrol pemutaran seperti *play*, *pause*, *next*, dan *previous*. Informasi lagu yang dipilih ditampilkan bersama dengan

cover art jika tersedia. Pengguna dapat mengontrol alur pemutaran musik tanpa harus berpindah ke jendela lain, sehingga pengalaman mendengarkan musik menjadi lebih nyaman dan terintegrasi.

Implementasi Rekomendasi Musik (Kanan), bagian kanan aplikasi menampilkan rekomendasi tambahan dan statistik lagu berdasarkan ekspresi yang terdeteksi. Sebelum deteksi, sistem menampilkan daftar umum ekspresi dan lagu yang tersedia. Setelah deteksi, sistem menyajikan *playlist* spesifik berdasarkan ekspresi, tahun rilis, dan *genre*. Pengguna dapat memilih kategori tambahan di bagian kanan untuk memperbarui daftar lagu di bagian kiri secara otomatis.



Gambar 4 Implementasi Program Rekomendasi Musik

3.2 Hasil Evaluasi Sistem Deteksi Ekspresi Wajah

Implementasi sistem rekomendasi lagu berbasis ekspresi wajah menggunakan YOLO v8. Sistem ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi *desktop* yang memungkinkan pengguna untuk mengambil foto wajah melalui *webcam* atau mengunggah gambar dari komputer. Setelah ekspresi wajah terdeteksi, sistem kemudian memberikan rekomendasi lagu yang sesuai berdasarkan emosi pengguna. Pada penelitian ini, dilakukan 100 kali uji coba yang mencakup 5 ekspresi utama, yaitu: *Sad* (Sedih), *Angry* (Marah), *Fear* (Takut), *Happy* (Senang) dan *Neutral* (Netral).

Masing-masing ekspresi diuji dengan jumlah data yang seimbang (misalnya 20 gambar per ekspresi, sehingga totalnya 100). Berikut adalah contoh hasil pengukuran menggunakan metrik *precision*, *recall*, dan *F1-Score* untuk empat ekspresi yang ditampilkan pada Tabel 3 (pada saat penelitian, ekspresi *neutral* masih dalam pengujian lanjutan atau tidak ditampilkan):

Tabel 3. Akurasi Deteksi Ekspresi Wajah dengan YOLO v8

Ekspresi	Precision	Recall	F1-Score
Happy	0.88	0.90	0.89
Sad	0.85	0.92	0.88
Angry	0.89	0.91	0.90
Fear	0.87	0.88	0.87

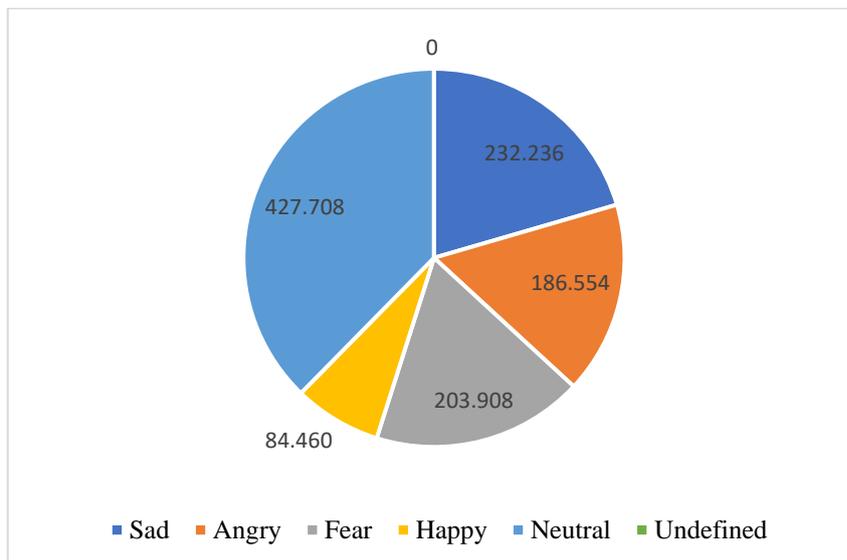
Hasil ini menunjukkan bahwa model YOLO v8 memiliki performa yang baik dalam mendeteksi ekspresi wajah, terutama untuk ekspresi Sad yang memiliki *recall* tertinggi (0.92) [2]. Untuk memberikan gambaran singkat mengenai akurasi keseluruhan (dalam hal ini memakai *F1-Score* sebagai indikator kinerja model), dapat dihitung rata-rata dari seluruh ekspresi yang tersedia di Tabel 1. Metode perhitungan bisa dilakukan secara *macro average*, yaitu mengambil rata-rata dari nilai *F1-Score* tiap ekspresi dengan menggunakan persamaan 1:

$$F1 - Score_{avg} = \frac{F1_{happy} + F1_{sad} + F1_{angry} + F1_{fear}}{4} = \frac{0.89 + 0.88 + 0.90 + 0.87}{4} = \frac{3.54}{4} = 0.885 (\approx 88.5\%) \dots\dots\dots(1)$$

Dengan demikian, nilai akurasi akhir (rata-rata *F1-Score*) model YOLO v8 untuk mendeteksi ekspresi wajah pada empat ekspresi di atas adalah sekitar 88.5%.

3.3 Dataset Lagu

Dataset lagu yang digunakan dalam penelitian ini berhasil dikategorikan lagu berdasarkan emosi yang terdeteksi dalam lirik. Dari total *dataset* lagu sebanyak 5.063.837 lagu, hanya 1.134.866 lagu yang digunakan untuk analisis karena memenuhi kriteria yang relevan. Sisa lagu tidak digunakan bukan karena tidak terdeteksi, tetapi karena tidak sesuai dengan kriteria analisis. Berdasarkan lirik menunjukkan bahwa 76,5% lagu dalam kategori pop dan rap sesuai dengan ekspresi emosional pengguna. Grafik dibawah memperlihatkan distribusi *genre* musik berdasarkan analisis lirik yang telah dilakukan hasilnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Memperlihatkan distribusi emosi musik berdasarkan analisis lirik

3.4 Integrasi Sistem dan Rekomendasi Lagu

Integrasi antara deteksi ekspresi wajah dan analisis lirik memungkinkan sistem untuk memberikan rekomendasi lagu yang relevan dengan kondisi emosional pengguna secara *real-time*. Pengguna dapat memilih *genre* musik yang diinginkan setelah ekspresi wajah terdeteksi, dan sistem akan menampilkan daftar lagu yang sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 95% pengguna merasa puas dengan rekomendasi lagu yang diberikan, sesuai dengan hasil pengujian *Beta* [10].

Pengujian ini dilakukan untuk menguji setiap fitur utama dalam aplikasi, seperti deteksi ekspresi, pemutar musik, dan rekomendasi lagu. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan tanpa gangguan dan setiap modul berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Berikut adalah tabel 4 berisi hasil pengujian fungsional *Alpha*. Hasil pengujian fungsional *Alpha* menunjukkan bahwa seluruh fungsi dasar aplikasi berhasil dijalankan tanpa gangguan berarti, meski beberapa *fine-tuning* mungkin diperlukan untuk meningkatkan kinerja deteksi secara *real-time*.

Tabel 4. Pengujian *Alpha*

No	Fitur Uji	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Deteksi Ekspresi	Mengunggah/menangkap gambar	Sistem menampilkan ekspresi, <i>gender</i> , umur	Berhasil mendeteksi parameter ekspresi
2	List Rekomendasi Lagu	Memilih ekspresi yang ditampilkan	Muncul daftar lagu dan pagination sesuai ekspresi	Daftar lagu tampil sesuai filter ekspresi
3	Pemutar Musik	Menekan tombol <i>play/pause/next/prev</i>	Lagu dapat diputar, dijeda, atau diubah sesuai perintah	Fungsi pemutaran berjalan sesuai rencana
4	Rekomendasi Tambahan	Memilih tahun rilis/ <i>gender</i> di sisi kanan	Daftar lagu di sisi kiri berubah sesuai kategori	Kategori lagu terfilter dengan baik

Pengujian *Beta* melibatkan pengguna nyata untuk mencoba dan menilai aplikasi. Pengguna memberikan umpan balik terhadap kemudahan pemakaian, tampilan antarmuka, serta keakuratan hasil deteksi ekspresi wajah. Pengujian ini dilakukan dengan enam responden yang terdiri dari empat pengguna biasa dan dua pengguna teknis. Berikut adalah tabel 5 berisi hasil pengujian *Beta*:

Tabel 5. Pengujian *Beta*

No	Pertanyaan	SS 4	S 3	CS 2	TS 1	Persentase
1	Apakah aplikasi mudah dioperasikan dan dipahami?	4	2	0	0	92%
2	Apakah deteksi ekspresi wajah berjalan akurat dan cepat?	3	2	1	0	83%
3	Apakah daftar lagu yang direkomendasikan sesuai dengan ekspresi yang terdeteksi?	3	3	0	0	88%
4	Apakah kontrol pemutar musik (<i>play, pause, next, prev</i>) mudah diakses?	4	2	0	0	92%
5	Apakah pagination pada daftar lagu memudahkan navigasi?	3	3	0	0	88%
6	Apakah tampilan rekomendasi tambahan (tahun rilis, <i>gender</i>) memudahkan pilihan?	2	4	0	0	83%
Rata-rata						88%

Keterangan : SS: Sangat Setuju, S: Setuju, C: Cukup, TS: Tidak Setuju

3.5 Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan YOLO v8 dalam mendeteksi ekspresi wajah memberikan akurasi yang tinggi, yang berdampak positif pada relevansi rekomendasi lagu. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Agustinus dkk. pada 2023, menunjukkan peningkatan performa dalam deteksi ekspresi wajah. Dengan nilai akurasi akhir (rata-rata *F1-Score*) model YOLO v8 untuk mendeteksi ekspresi wajah pada empat ekspresi di atas adalah sekitar 88.5%.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem rekomendasi lagu berbasis ekspresi wajah yang memanfaatkan algoritma YOLO v8. Sistem diuji sebanyak 100 kali dengan membagi data ke dalam 5 jenis ekspresi utama (*sad, angry, fear, happy, neutral*). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem mencapai rata-rata *F1-Score* sebesar 88,5%, dengan performa terbaik pada ekspresi sedih (*sad*) yang memiliki *recall* tertinggi sebesar 92%. Selain itu, pengujian Beta terhadap antarmuka dan fungsionalitas sistem menunjukkan tingkat kepuasan pengguna sebesar 88%, menegaskan bahwa sistem ini efektif dalam meningkatkan pengalaman mendengarkan musik dengan memberikan rekomendasi yang relevan dan personal. Desain antarmuka yang terintegrasi dan responsif juga memudahkan pengguna untuk mengambil foto, memutar musik, serta melihat rekomendasi tambahan tanpa harus berpindah-pindah jendela, sehingga meningkatkan kenyamanan dan efisiensi penggunaan. Meskipun sistem ini memiliki kelebihan dalam hal akurasi deteksi ekspresi dan relevansi rekomendasi lagu, terdapat beberapa keterbatasan seperti jumlah ekspresi wajah yang dapat dideteksi dan cakupan lagu yang dianalisis. Selain itu, performa deteksi ekspresi wajah secara *real-time* masih dapat ditingkatkan untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih mulus.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar pengembangan sistem rekomendasi lagu ini mencakup perluasan kategori ekspresi emosional yang dapat dideteksi, sehingga dapat mencakup berbagai nuansa perasaan pengguna dengan lebih baik. Selain itu, peningkatan performa deteksi ekspresi wajah secara *real-time* sangat dianjurkan untuk meningkatkan pengalaman pengguna, yang dapat dicapai melalui optimasi algoritma YOLO v8 atau integrasi teknologi komputasi yang lebih cepat. Integrasi dengan platform musik streaming populer seperti Spotify atau Apple Music juga direkomendasikan untuk memperluas jangkauan pengguna dan memberikan akses langsung ke lebih banyak lagu, sehingga meningkatkan relevansi dan variasi rekomendasi. Pengembangan antarmuka pengguna yang lebih interaktif dan *user-friendly* juga penting untuk meningkatkan kenyamanan dan kepuasan pengguna, misalnya dengan menambahkan fitur visualisasi emosi dan interaksi suara. Selain itu, pengumpulan data ekspresi wajah yang lebih luas dan beragam, mencakup berbagai usia, etnis, dan kondisi pencahayaan, akan membantu meningkatkan akurasi deteksi ekspresi wajah. Penelitian selanjutnya juga dapat mengeksplorasi metode analisis lirik yang lebih mendalam, seperti analisis konteks dan makna lirik secara semantik, untuk memastikan rekomendasi lagu lebih tepat sasaran dalam mencerminkan perasaan dan kebutuhan emosional pengguna. Terakhir, evaluasi sistem dengan melibatkan sampel pengguna yang lebih besar dan beragam akan memberikan wawasan yang lebih komprehensif mengenai kelebihan dan kekurangan sistem dari berbagai perspektif pengguna, sehingga memungkinkan perbaikan yang lebih efektif di masa mendatang. Penelitian ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut, antara lain menambah kategori ekspresi emosional yang lebih

beragam, integrasi dengan platform streaming musik populer, serta peningkatan performa sistem untuk deteksi ekspresi wajah yang lebih cepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. C. North dan D. J. Hargreaves, “Situational Influences on Reported Musical Preference.,” *Psychomusicology: A Journal of Research in Music Cognition*, vol. 15, no. 1–2, hlm. 30–45, Apr 1996, doi: 10.1037/h0094081.
- [2] M. Adiputra, R. R. M. Putri, dan Suprpto, “Penerapan Bayesian Network Pada Sistem Pakar Ekspresi Wajah dan Bahasa Tubuh Melalui Pengamatan Indra Penglihatan Pada Foto,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 1, hlm. 199–208, Agu 2019.
- [3] A. Agustinus, R. Kurniawan, dan H. O. L. Wijaya, “Klasifikasi Emosi Melalui Ekspresi Wajah Menggunakan Algoritma Deep Learning,” *Proceedings Economic, Social Science, Computer, Agriculture and Fisheries (ESCAF)*, vol. 2, no. 1, hlm. 1215–1221, Mei 2023.
- [4] E. Tanuwijaya, T. Timotius, D. C. Kartamihardja, dan T. L. Lianoto, “Deteksi Ekspresi Wajah Manusia Menggunakan Convolution Neural Network Pada Citra Pembelajaran Daring,” *Besemah Informatics and Computer Technology (BETRIK)*, vol. 13, no. 3, hlm. 224–230, Des 2021.
- [5] L. Fadhilah dan W. Hadikurniawati, “Deteksi Jenis Buah Mangga Menggunakan Metode CNN (Convolutional Neural Network) Berbasis Android Secara Real-Time,” *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 7, no. 4, hlm. 1366–1372, Jul 2024, doi: 10.31539/intecom.v7i4.10029.
- [6] C. Dewi, D. Manongga, Hendry, E. Mailoa, dan K. D. Hartomo, “Deep Learning and YOLOv8 Utilized in an Accurate Face Mask Detection System,” *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 8, no. 1, hlm. 9, Jan 2024, doi: 10.3390/bdcc8010009.
- [7] AL Sigit Gunoro, Edy Julianto, dan Djoko Budiyo, “Pengenalan Ekspresi Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network,” *Jurnal Informatika Atma Jogja*, vol. 3, no. 2, hlm. 155–160, Nov 2022, doi: 10.24002/jiaj.v3i2.6790.
- [8] T. Susim dan C. Darujati, “Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV,” *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 3, hlm. 534–545, Mar 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i3.202.
- [9] rosalinaa, “Klasifikasi Ekspresi Wajah,” Kaggle.com.
- [10] D. Wang, J. Su, dan H. Yu, “Feature Extraction and Analysis of Natural Language Processing for Deep Learning English Language,” *IEEE Access*, vol. 8, hlm. 46335–46345, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2974101.
- [11] CarlosGDCJ, “Genius Song Lyrics,” Kaggle.com.
- [12] K. P. Gaffney, M. Prammer, L. Brasfield, D. R. Hipp, D. Kennedy, dan J. M. Patel, “SQLite,” *Proceedings of the VLDB Endowment*, vol. 15, no. 12, hlm. 3535–3547, Agu 2022, doi: 10.14778/3554821.3554842.

Analisis Penjualan Produk Terlaris di Toko Bangunan Pekanbaru Jaya Menggunakan Metode Clustering K-Means

Dihin Muriyatmoko¹, Dian Fikrianti², Fifid Rahma Ifalus³

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Darussalam Gontor

³Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Darussalam Gontor

E-mail: *¹dihin@unida.gontor.ac.id, ²dianfikrianti@yahoo.co.id, ³fifidifalus42025@mhs.unida.gontor.ac.id

Abstrak – Toko bangunan Pekanbaru Jaya menghadapi kesulitan dalam mengidentifikasi produk yang paling diminati pelanggan, sehingga menghambat efisiensi pengelolaan stok dan strategi penjualan. Penelitian ini bertujuan untuk membantu toko menentukan produk terlaris dengan menganalisis data penjualan dua tahun terakhir menggunakan metode clustering K-Means. Parameter yang digunakan meliputi product, unit, quantity, dan total. Hasil analisis menghasilkan 5 cluster dengan nilai Davies Boulding Index (DBI) sebesar 0.428 dan Silhouette Score sebesar 0.69 yang menunjukkan kualitas pengelompokan yang baik. Setiap cluster memberikan wawasan tentang kelompok produk berdasarkan tingkat penjualan yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan pengelolaan stok dan strategi pemasaran toko.

Kata Kunci — clustering, davies-bouldin index, k-means, silhouette score

1. PENDAHULUAN

Kecanggihan jaringan komunikasi dan perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat di era globalisasi telah memberikan dampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan, termasuk dunia bisnis. Penerapan teknologi informasi memungkinkan aktivitas bisnis dilakukan dengan lebih efisien, sekaligus menghasilkan data dalam jumlah besar yang berpotensi untuk dianalisis guna mendukung pengambilan keputusan strategis[1]. Dalam era persaingan global yang semakin ketat, pengusaha dituntut untuk lebih adaptif dalam memahami kebutuhan konsumen dan menyusun strategi pemasaran yang efektif. Lanskap bisnis yang dinamis ini sangat dipengaruhi oleh selera konsumen yang terus berubah, serta tantangan lingkungan kompetitif yang semakin kompleks[2].

Toko Bangunan Pekanbaru Jaya berlokasi di Villa Fajar Indah II Jl. Barau-Barau Blok A-8 Kel. Sialang, kec.Tenayan raya, Pekanbaru, Riau ini menjual berbagai barang bangunan seperti tang, baut, cangkul, gergaji, palu dan produk lainnya yang dibutuhkan masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga. Dalam operasionalnya, toko menggunakan sistem informasi untuk merekap data penghasilan secara efisien. Namun, sistem ini memiliki keterbatasan karena hanya mampu mencatat penghasilan tanpa dapat mengidentifikasi produk yang paling diminati pelanggan. Hal ini menjadi kendala bagi toko, mengingat produk yang dijual berasal dari pemasok di Solo, sehingga proses pengadaan barang membutuhkan perencanaan matang untuk efisiensi waktu dan biaya. Oleh karena itu diperlukan sistem yang dapat menganalisis data penjualan untuk mengidentifikasi produk yang paling diminati pelanggan. Informasi ini akan membantu toko mengelola stok dengan lebih baik, menghindari penumpukan barang, dan memastikan ketersediaan produk sesuai kebutuhan pelanggan.

Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan penerapan metode data mining yang tepat guna mengekstrak informasi penting dari data penjualan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *clustering K-Means*. *Clustering* merupakan teknik yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* berdasarkan kesamaan karakteristik[3]. *K-Means* adalah algoritma *clustering non-hierarkis* yang berfungsi untuk membagi data menjadi beberapa kelompok yang memiliki karakteristik serupa[4]. Dalam proses ini, data yang memiliki kemiripan atribut akan dikelompokkan bersama dalam satu *cluster*, sementara data yang berbeda akan dikelompokkan di *cluster* yang berbeda, sehingga terdapat variasi yang jelas antar *cluster*.

Penelitian yang dilakukan oleh Narayana Sakti Aji (2023) dengan judul "Penentuan Penjualan Barang Berdasarkan Pengelompokan Produk dengan *K-Means Clustering* Metode CRISP-DM Pada CV. Sembako Dina" bertujuan untuk meningkatkan penjualan barang dan manajemens tok berdasarkan pengelompokan produk yang optimal[5]. Padal penelitian ini menggunakan *Davies Index Bouldin* (DBI) untuk menentukan jumlah *cluster*. Dari hasil DBI terdapat 5 model *cluster* yang diuji, 2 *cluster* memiliki hasil -0.413, 3 *cluster* memiliki hasil -0.418, 4 *cluster* memiliki hasil -0.359, 5 *cluster* memiliki hasil -0.324. Dari hasil tersebut yang mendekati angka 0 yaitu 3 *cluster* yaitu *cluster* 1 dengan produk yang memiliki tingkat penjualan ditengah produk terlaris dan tidak laris,

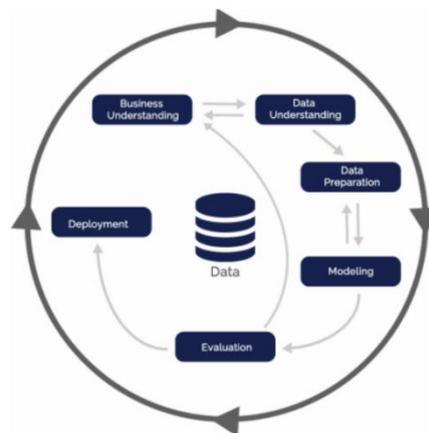
cluster 2 dengan produk lebih sedikit dibandingkan *cluster* atau produk tidak laris, *cluster 3* dengan produk paling laris dibandingkan *cluster 1* dan *cluster 2*.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Tri Wahyudi (2023) dengan judul "Penerapan Algoritma *K-Means* Pada Data Penjualan Untuk Mendapatkan Produk Terlaris di Pt.Titian Nusantara Boga" bertujuan untuk mengelompokkan produk berdasarkan popularitasnya menggunakan metode CRISP-DM[6]. Penelitian ini menganalisis 793 data dan membentuk 3 *cluster*, *cluster 1* mendapatkan hasil 128 produk, *cluster 2* mendapatkan hasil 622 produk, dan *cluster 3* mendapatkan hasil 43 produk. Penelitian ini melakukan uji validasi menggunakan *Davies Index Bouldin* (DBI) dengan hasil *cluster 1* 0.679, *cluster 2* 0.816, dan *cluster 3* 0.837. Dari hasil tersebut menjelaskan bahwa *cluster 1* termasuk dalam kategori sangat laris, *cluster 2* termasuk dalam kategori cukup laris dan *cluster 3* termasuk dalam kategori kurang laris. Hasil tersebut bisa dikategorikan karena nilai DBI jika semakin mendekati nilai angka 0 maka kualitasnya semakin baik.

Tujuan dari *clustering* adalah untuk meminimalkan variasi dalam setiap *cluster* dan mengoptimalkan variasi antar *cluster* atau dikenal sebagai fungsi objektif dalam proses *clustering*. Dengan menggunakan sistem pengelompokan, perusahaan dapat dengan mudah mengidentifikasi barang bangunan yang diminati oleh pelanggan sehingga membantu dalam mengelola stok dengan lebih efisien, sehingga bahan bangunan yang tersedia di gudang tidak menumpuk atau mengalami kekurangan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *Cross Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM). Sejak tahun 1996, CRISP-DM dikembangkan untuk menjadi proses industri bisnis yang paling umum digunakan perusahaan. Terdapat 6 proses tahapan dalam metode ini, yaitu *business understanding*, *data understanding*, *data preparation*, *modelling*, *evaluation*, dan *deployment*. Alur crisp DM dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Alur CRISP DM

2.1 Business Understanding

Tahap *business understanding* bertujuan untuk memahami tujuan bisnis dan mengubahnya menjadi masalah yang dapat diselesaikan melalui analisis data. Masalah yang dihadapi oleh pemilik Toko Bangunan Pekanbaru Jaya adalah pengelolaan stok barang yang masih dilakukan secara manual. Meskipun transaksi sudah dicatat menggunakan sistem komputerisasi, sistem tersebut tidak dapat menyimpan database dan hanya menghasilkan faktur sebagai bukti transaksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membantu mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan teknik data mining untuk mengidentifikasi produk yang diminati pelanggan. Dengan ini toko dapat mengoptimalkan pengelolaan stok dan meningkatkan efektivitas penjualan.

2.2 Data Understanding

Data understanding merupakan tahap awal dalam proses data mining yang dimulai dengan pengumpulan, eksplorasi, dan evaluasi data untuk memahami karakteristik dan kualitasnya[7]. Tujuan dari tahap ini adalah memastikan data yang akan digunakan relevan, berkualitas tinggi dan siap untuk dianalisis lebih lanjut. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pemilik Toko Bangunan Pekanbaru Jaya periode 2022-2023 dalam format excel. Variabel-variabel yang terdapat dalam data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Product
- b. Unit
- c. Quantity
- d. Total

Pada tahap ini data akan dieksplorasi lebih lanjut untuk memastikan konsistensi dan kelengkapan, serta mengidentifikasi jika ada data yang hilang atau tidak sesuai.

2.3 Data Preparation

Data preparation mencakup serangkaian tahapan yang diperlukan untuk mempersiapkan dataset akhir yang akan digunakan dalam proses *modelling*. Langkah pertama dalam tahap ini adalah pembersihan data yang melibatkan pemeriksaan data untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan, duplikasi, atau nilai yang hilang. Setelah itu dilakukan transformasi data, yaitu mengubah format data atau menambahkan atribut baru sesuai dengan kebutuhan analisis.

2.4 Modelling

Pada tahap *modelling* data mining dilakukan dengan menggunakan algoritma yang telah ditetapkan untuk mencapai hasil yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *clustering* untuk mengelompokkan barang berdasarkan kuantitas dan harga. Langkah pertama adalah pemilihan algoritma *K-Means*. Cara algoritma ini mengelompokkan dapat dikatakan serupa dari sebuah data dengan cara mengukur jarak nilai dari satu data dengan data lain. Untuk menentukan jumlah cluster yang optimal, digunakan *Elbow Method*. Metode ini membantu memilih jumlah *cluster* dengan meminimalkan variasi dalam *cluster* dan menghindari *overfitting*.

2.5 Evaluation

Pada tahap *evaluation*, model yang telah dibangun dievaluasi untuk memastikan kualitas dan kinerjanya sesuai dengan tujuan proyek. Evaluasi ini penting untuk memvalidasi apakah model *clustering* yang digunakan dapat menghasilkan pengelompokan yang baik. Dalam penelitian ini digunakan *Davies Index Bouldin* (DBI) sebagai ukuran untuk mengevaluasi kualitas cluster[8] dan *Silhouette Score* untuk mengukur seberapa baik setiap titik data cocok dengan setiap *cluster*. DBI mengukur rasio antara jarak antar *cluster* dan ukuran *cluster*, dimana nilai yang lebih rendah menunjukkan pengelompokan yang lebih baik, yaitu jarak antar *cluster* lebih besar dan variasi dalam *cluster* lebih kecil. Nilai *Silhouette Score* berkisar antara -1 hingga 1, dimana nilai yang lebih tinggi atau mendekati 1 menunjukkan bahwa titik data lebih cocok di cluster yang digunakan

2.6 Deployment

Pada tahap *deployment*, hasil dari model *clustering* yang telah dibangun diterapkan untuk mengelompokkan data yang telah disiapkan ke dalam *cluster-cluster* yang telah telah ditentukan. Hasil *clustering* ini akan memberikan *insight* yang berharga bagi pemilik toko, seperti mengetahui produk mana yang diminati pelanggan. Dengan informasi ini, pemilik toko dapat merencanakan pengadaan barang dengan lebih efisien, mengurangi risiko penumpukan stok, dan memastikan ketersediaan produk yang sesuai dengan permintaan pasar. Selain itu, strategi pemasaran dapat lebih difokuskan pada produk-produk yang paling diminati, sehingga dapat meningkatkan profit dan efisiensi operasional toko.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Understanding

Pada penelitian ini, data yang digunakan untuk pemodelan atau implementasi algoritma *K-Means* merupakan data rekap penjualan barang-barang bangunan di Toko Bangunan Pekanbaru Jaya selama periode 2 tahun, yaitu tahun 2022 hingga tahun 2023. Jumlah data yang digunakan sebanyak 2.455 entri data. *Table 1* berikut ini menyajikan sampel data dari rekap penjualan barang-barang bangunan di toko tersebut.

Table 1 Sampel Data Rekap Penjualan Barang-Barang Bangunan di Toko Bangunan Pekanbaru Jaya

Product	Quantity	Unit	Total
Cangkul ayam/buaya Tg	84	Bh	Rp 1.304.000
Gembok chrom ATS 50L	36	Bh	Rp 966.000
Klenting/gowok tg	80	bh	Rp 480.000
Kluntung tanggung	6	bh	Rp 192.000
Kunci laci ATR	1	Lsn	Rp 68.750
Mata bor besi HSS kng ATS 03.5 mm	10	pcs	Rp 31.750
Meteran karet magnet ATS 7.5m	18	Bh	Rp 545.004
Overpal XPtool ukir pth 3"	24	lsn	Rp 988.000
Palu Kambing SAR polos 0.50	12	bh	Rp 384.000
Palu Kambing XPtool magnet fiber 8 OZ	48	Bh	Rp 1.056.000

Setelah data sudah dikumpulkan, maka dilakukan eksplorasi terhadap tipe data dari setiap kolom yang ada untuk mengetahui gambaran lebih jelas mengenai struktur data secara keseluruhan. Berikut Gambar 1 menunjukkan banyak data dan tipe data dari setiap kolom.

```

RangeIndex: 2455 entries, 0 to 2454
Data columns (total 4 columns):
#   Column          Non-Null Count  Dtype
---  ---            -
0   product         2455 non-null   object
1   unit            2455 non-null   object
2   total_cleaned   2455 non-null   int64
3   quantity_cleaned 2455 non-null   int64
    
```

Gambar 2 Hasil Eksplorasi Tipe data

Range Index menunjukkan bahwa data yang digunakan dalam DataFrame sebanyak 2445 dimana indeks dimulai dari 0 hingga 2454. Kemudian 4 kolom dalam dataset dengan nama product memiliki tipe data object, unit memiliki tipe data object, total_cleaned memiliki tipe data int64, dan quantity_cleaned memiliki tipe data int64. Kolom-kolom tersebut juga menunjukkan jumlah nilai non-null atau tidak ada nilai kosong dalam dataset tersebut maka dataset ini sudah dapat dianalisis lebih lanjut.

3.2 Data Preparation

Data Preparation adalah tahapan untuk memperbaiki masalah yang terdapat pada data sebelum data masuk ke tahap modelling sehingga menghasilkan modelling yang bagus. Berikut langkah-langkah dalam data preparation :

a. Cleaning Data

Pada tahap ini dilakukan pembersihan data pada kolom total dan kolom quantity. Kolom-kolom tersebut berisi data dalam bentuk angka dengan simbol mata uang, pemisah ribuan, serta desimal yang tidak relevan. Selain itu, terdapat nilai kosong yang dapat menghambat proses analisis selanjutnya. Maka dilakukan pembersihan data untuk memastikan kolom tersebut memiliki format yang lebih sederhana dan dapat diolah.

b. Transformasi Data

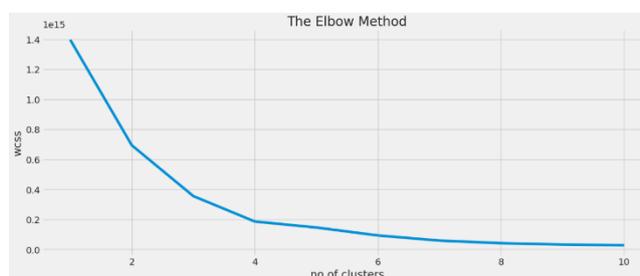
Dalam proses ini dilakukan pengolahan data pada kolom unit. Dari data yang diolah menunjukkan bahwa data tersebut memiliki satuan yang tidak konsisten. Untuk mengatasinya dilakukan proses normalisasi satuan melalui pendekatan mapping. Table 2 berikut menunjukkan hasil transformasi data.

Table 2 Transformasi Data

bh	pcs	kg	kg
Bh		Kg	
pcs		rol	
Pcs		Rol	roll
lbr	sheet	lsn	lesson
pak		Lsn	
Pak		ls	
ktk	pack	LS	
set	set	btl	bottle
psg	pair	Dus	box
Psg		bks	
ps		Klg	
Ps			

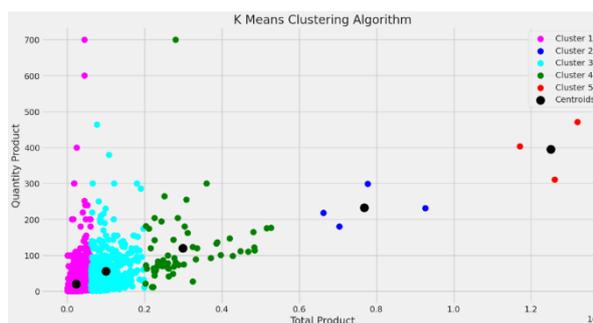
3.3 Modelling

Pada tahap ini dilakukan analisis data menggunakan algoritma K-Means, karena algoritma ini relatif mudah diimplementasikan dan cukup efisien dalam mengelompokkan data. K-Means bekerja dengan pendekatan iteratif sederhana untuk menemukan centroid dan menugaskan titik data ke cluster terdekat. Jumlah cluster ditentukan menggunakan metode Elbow.



Gambar 3 Grafik Elbow Methode

Gambar 2 menunjukkan grafik hasil dari Elbow Methode, dimana sumbu X menunjukkan jumlah cluster (*number of clusters*) sedangkan sumbu Y menunjukkan nilai *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS). Berdasarkan grafik tersebut, siku terlihat sekitar *cluster* ke-4 atau ke-5, menunjukkan bahwa jumlah *cluster* yang ideal untuk data ini kemungkinan adalah 4 atau 5. Dengan memilih jumlah *cluster* pada titik ini, kita dapat mencapai keseimbangan antara jumlah *cluster* yang cukup untuk memisahkan data dan menghindari *cluster* yang berlebihan atau tidak relevan.



Gambar 4 Visualisasi Data Clustering

Data diatas menunjukkan bahwa *cluster* dibagi menjadi 5 *cluster*. *cluster* pertama ditunjukkan oleh warna pink, *cluster* kedua ditunjukkan oleh warna biru, *cluster* ketiga ditunjukkan oleh warna hijau toska, *cluster* keempat ditunjukkan oleh warna hijau gelap, dan *cluster* kelima ditunjukkan oleh warna merah.

3.4 Evaluation

Proses evaluasi dilakukan menggunakan pengujian *Silhouette Score*. Pengujian ini untuk mengukur seberapa baik kualitas *cluster* yang dikelompokkan[9]. Nilai *Silhouette Score* yang tinggi menandakan bahwa *clustering* tersebut memiliki hasil yang baik, sedangkan jika nilai *Silhouette Score*

yang rendah maka menunjukkan bahwa *clustering* tersebut memiliki penyebaran yang tidak homogen. Berdasarkan hasil *Silhouette Score* dari data yang telah diolah mendapatkan hasil 0.69, dimana hasil tersebut menunjukkan bahwa model *clustering* cukup baik. Secara umum, nilai diatas 0.5 dianggap baik, jadi hasil tersebut merupakan hasil yang positif. Selain itu pengujian juga dilakukan menggunakan *Davies Bouldin Index* (DBI) dengan hasil 0.428 yang menunjukkan bahwa *clustering* yang digunakan memiliki kualitas *clustering* yang baik dikarenakan dalam DBI jika nilai dibawah 1 maka hasilnya memiliki kualitas yang baik.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan hasil pengolahan data penjualan toko bangunan Pekanbaru Jaya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *K-Means Clustering* dapat diterapkan pada pengolahan data penjualan Toko Bangunan Pekanbaru Jaya dalam mengelompokkan hasil penjualan.
2. Hasil pengolahan data tersebut dapat dihasilkan 5 *cluster*, *cluster* 0 berjumlah 1957, *cluster* 1 berjumlah 4, *cluster* 2 berjumlah 432, *cluster* 3 berjumlah 59, dan *cluster* 4 berjumlah 3.
3. Pengujian validitas menggunakan nilai *Silhouette Score* dengan hasil 0.69 dan hasil nilai *Davies Bouldin Index* (DBI) 0.428 yang menunjukkan bahwa hasil tersebut memiliki kualitas *cluster* yang baik.

5. SARAN

Saran untuk peneliti selanjutnya untuk dapat menggunakan metode lain dalam pengolahan datanya untuk bisa mendapatkan hasil yang memiliki kualitas lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nugraha, O. Nurdiawan, and G. Dwilestari, "PENERAPAN DATA MINING METODE K-MEANS CLUSTERING UNTUK ANALISA PENJUALAN PADA TOKO YANA SPORT," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 849–855, Nov. 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5755.
- [2] M. Rizki and M. Mulyawan, "PENERAPAN METODE K-MEANS CLUSTERING PADA DATA PENJUALAN OPTIK CHANTIKA," *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 1303–1307, Sep. 2023, doi: 10.36040/jati.v7i2.6562.
- [3] F. M. Sarimole and L. Hakim, "Klasifikasi Barang Menggunakan Metode Clustering K-Means Dalam Penentuan Prediksi Stok Barang: Klasifikasi," *J. Sains Dan Teknol.*, vol. 5, no. 3, pp. 846–854, Feb. 2024, doi: 10.55338/saintek.v5i3.2709.
- [4] Y. Suhandi, I. Kurniati, and S. Norma, "Penerapan Metode Crisp-DM Dengan Algoritma K-Means Clustering Untuk Segmentasi Mahasiswa Berdasarkan Kualitas Akademik," *J. Teknol. Inform. Dan Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 12–20, Sep. 2020, doi: 10.37012/jtik.v6i2.299.
- [5] Narayana Sakti Aji, Fauzan Natsir, and Siti Istianah, "Penentuan Penjualan Barang Berdasarkan Pengelompokan Produk dengan K-Means Clustering Metode CRISP-DM Pada CV Sembako Dina," *J. ZETROEM*, vol. 5, no. 2, pp. 119–126, Oct. 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i2.3041.
- [6] T. Wahyudi, N. Sa'adah, and D. Puspitasari, "Penerapan Metode K-Means Pada Data Penjualan Untuk Mendapatkan Produk Terlaris Di PT. Titian Nusantara Boga," vol. 5, no. 1, 2023.
- [7] K. Soewardy and G. M. G. Bororing, "ANALISIS TINGKAT KEPUASAN PENGGUNA APLIKASI MARKETPLACE TOKOPEDIA MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5," *J. Inform. Dan Bisnis*, vol. 11, no. 1, pp. 38–47, Sep. 2022, doi: 10.46806/jib.v11i1.883.
- [8] Y. Sopyan, A. D. Lesmana, and C. Juliane, "Analisis Algoritma K-Means dan Davies Bouldin Index dalam Mencari Cluster Terbaik Kasus Perceraian di Kabupaten Kuningan," *Build. Inform. Technol. Sci. BITS*, vol. 4, no. 3, Dec. 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2697.
- [9] N. Hendrastuty, "Penerapan Data Mining Menggunakan Algoritma K-Means Clustering Dalam Evaluasi Hasil Pembelajaran Siswa," *J. Ilm. Inform. Dan Ilmu Komput. JIMA-Ilk.*, vol. 3, no. 1, pp. 46–56, Mar. 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i1.26.

Penerapan Metode Convolutional Neural Network Untuk Mendeteksi Jamur Patogen pada Tanaman Cabai

Rifqi Prasty¹, Intan Nur Farida², Rina Firliana³

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

³Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹rifqiawe@gmail.com, ²in.nfarida@gmail.com, ³rina@unpkediri.ac.id

Abstrak –Produktivitas tanaman cabai seringkali menurun akibat serangan jamur patogen, seperti *Cercospora sp.*, *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Botrytis sp.* Proses identifikasi jamur secara manual memerlukan waktu yang lama dan tenaga ahli, sehingga rentan terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi real-time berbasis Convolutional Neural Network (CNN) yang memanfaatkan teknik pengolahan citra digital untuk mengidentifikasi jenis jamur patogen pada tanaman cabai. Sistem dibangun menggunakan Python dan menyimpan data pada database SQLite, memungkinkan pengguna mengunggah citra tanaman melalui antarmuka desktop. Dataset yang digunakan mencakup lima kategori, yaitu sehat, *Cercospora sp.*, *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Botrytis sp.* Uji kinerja sistem dilakukan menggunakan metrik akurasi, presisi, dan recall, menunjukkan akurasi keseluruhan sebesar 80%. Nilai F1 Score tertinggi dicapai oleh jamur *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Botrytis sp.* sebesar 0.91, menandakan performa pengenalan yang memuaskan. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa sistem ini dapat membantu petani atau pengelola kebun cabai dalam melakukan identifikasi dini serangan jamur patogen, mempermudah pemantauan kondisi tanaman, serta meminimalkan kesalahan manusia.

Kata Kunci —Cabai, CNN, Identifikasi Jamur, Pengolahan Citra, Real-Time

1. PENDAHULUAN

Tanaman cabai (*Capsicum annum L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting bagi sektor pertanian karena nilai ekonominya yang tinggi dan permintaan pasar yang stabil [1]. Namun, produktivitasnya sering mengalami penurunan akibat serangan jamur patogen seperti *Cercospora sp.*, *Colletotrichum sp.* (penyebab antraknosa), *Fusarium sp.* (layu fusarium), dan *Botrytis sp.* (penyakit embun abut) [2]. Serangan jamur ini menimbulkan gejala berupa bercak pada daun, kerusakan pada buah, hingga pembusukan yang dapat menurunkan kualitas serta kuantitas panen. Identifikasi jamur secara manual umumnya memerlukan keahlian khusus, waktu yang lama, serta rentan terhadap kesalahan manusia, sehingga dibutuhkan solusi berbasis teknologi untuk deteksi dini secara akurat [3]. Perkembangan teknologi informasi, khususnya di bidang kecerdasan buatan, telah mendorong penerapan *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk pengolahan citra digital dan klasifikasi penyakit tanaman [4]. CNN mampu mengekstraksi fitur visual secara otomatis dari citra daun atau buah, sehingga dapat mengenali gejala penyakit tanpa perlu campur tangan ahli secara berlebihan. Sejumlah penelitian terdahulu membuktikan efektivitas metode ini dalam mengklasifikasikan berbagai jenis penyakit tanaman, termasuk pada komoditas hortikultura [5]. Namun, masih diperlukan studi dan pengembangan lebih lanjut untuk memastikan sistem mampu diimplementasikan secara *real-time*, serta mudah diakses melalui antarmuka berbasis web. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem identifikasi jamur pada tanaman cabai menggunakan metode CNN yang ditanamkan pada platform web. Sistem akan memproses citra tanaman untuk menentukan apakah tanaman dalam kondisi sehat atau terinfeksi *Cercospora sp.*, *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.*, maupun *Botrytis sp.*. Dengan demikian, pengguna—khususnya petani dan pelaku usaha pertanian—dapat memantau kondisi tanaman secara cepat, mengurangi ketergantungan pada tenaga ahli, serta mengambil keputusan penanganan penyakit secara efektif [6]. Implementasi yang diusulkan diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi identifikasi penyakit, sehingga mendukung produktivitas pertanian cabai secara berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk melakukan deteksi real-time jamur patogen pada tanaman cabai. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan antarmuka berbasis *desktop* (menggunakan *library Tkinter*), serta memanfaatkan *database SQLite* untuk penyimpanan data hasil klasifikasi. Metode penelitian meliputi pengumpulan dataset, tahap pra-proses dan [7], [8]augmentasi citra, perancangan arsitektur CNN, implementasi aplikasi, dan evaluasi sistem menggunakan metrik akurasi, presisi, recall, dan F1 Score .

2.1 Pengumpulan Data dan Persiapan Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas 100 citra tanaman cabai, terbagi menjadi lima kategori utama, yaitu Sehat, *Cercospora sp.*, *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.* dan *Botrytis sp.* Sebanyak 70% citra digunakan sebagai *training set* dan 30% sebagai *test set*, mengikuti praktik umum pembagian data untuk melatih serta menguji model. Selain itu, dilakukan teknik augmentasi (seperti rotasi, pencahayaan, dan zoom) guna meningkatkan keragaman data dan mengurangi risiko *overfitting* pada model CNN [9].

2.2 Perancangan Arsitektur CNN

Arsitektur CNN dirancang untuk mengenali pola visual yang menandakan keberadaan jamur pada tanaman cabai. Prosesnya meliputi [10], [11]:

1. Convolution Layer: Mengekstraksi fitur-fitur awal seperti tepi, sudut, maupun tekstur.

$$Output[i, j] = \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N Input[i + m, j + n] \cdot Kernel[m, n]$$

2. Pooling Layer: Mengurangi dimensi peta fitur dan meminimalkan risiko *overfitting*.

$$Max Pooling(x) = \max(x)$$

3. Fully Connected Layer: Menggabungkan seluruh fitur yang telah diekstraksi, kemudian melakukan klasifikasi ke dalam lima kelas (sehat, *Cercospora sp.*, *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Botrytis sp.*).

$$f(x) = \max(0, x)$$

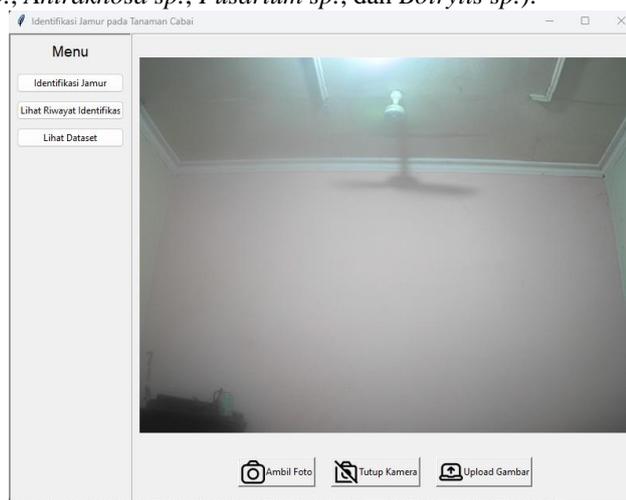
$$Softmax(z_i) = \frac{e^{z_i}}{\sum_j e^{z_j}}$$

Model dilatih menggunakan *optimizer* dan *loss function* yang sesuai (misalnya *Adam* dan *categorical cross-entropy*), dengan jumlah *epoch* disesuaikan agar mendapatkan keseimbangan antara akurasi dan waktu komputasi.

2.3 Implementasi Sistem

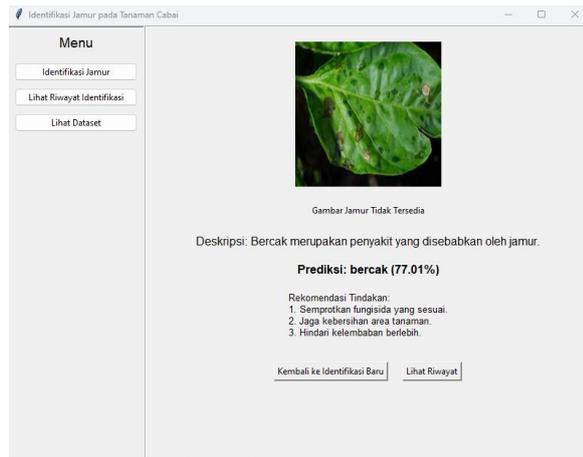
Aplikasi ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan antarmuka *desktop* yang dirancang melalui *library Tkinter*, serta memanfaatkan SQLite sebagai *database* untuk menyimpan hasil klasifikasi dan riwayat identifikasi. Implementasi sistem mencakup empat halaman utama sesuai kebutuhan proses bisnis [12]:

1. Identifikasi Jamur, Pengguna dapat mengunggah atau mengambil citra tanaman cabai secara real-time. Sistem kemudian memanggil model CNN yang telah dilatih untuk mengklasifikasikan kondisi tanaman (sehat atau terinfeksi *Cercospora sp.*, *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Botrytis sp.*).



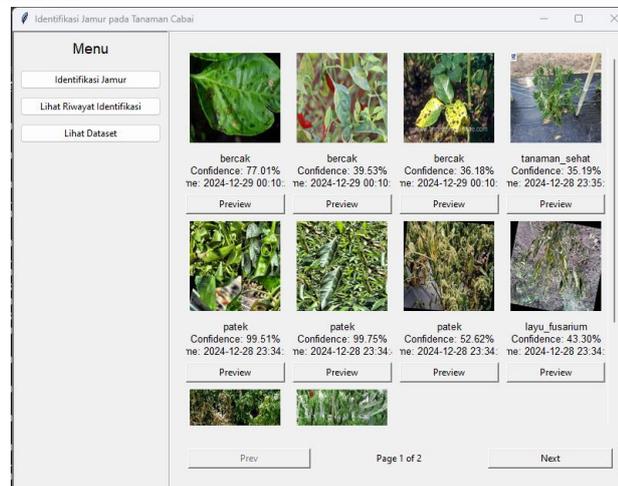
Gambar 1 Identifikasi Jamur

2. Rekomendasi Tindakan, setelah berhasil diidentifikasi, sistem menampilkan status tanaman berikut rekomendasi penanganan yang sesuai—misalnya penggunaan fungisida atau pemangkasan bagian terinfeksi—untuk memudahkan pengguna dalam melakukan tindakan lanjut.



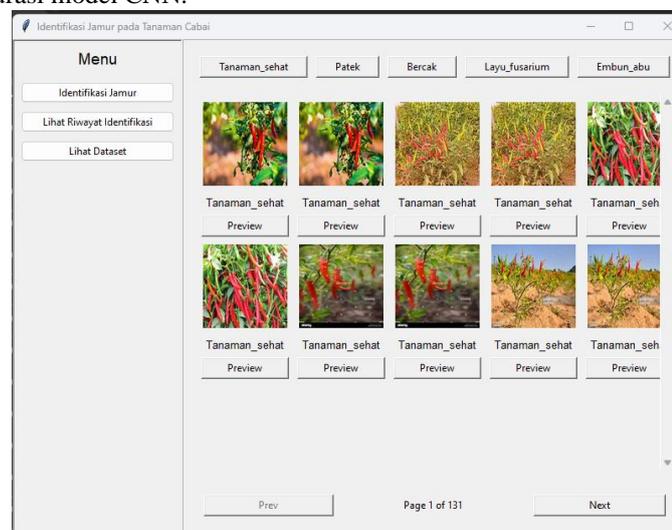
Gambar 2 Rekomendasi Tindakan

3. Lihat Riwayat Identifikasi, Menyajikan daftar lengkap hasil identifikasi yang pernah dilakukan beserta tanggal, waktu unggah, dan jenis jamur. Pengguna dapat menyortir atau memfilter data untuk memantau perkembangan kondisi tanaman.



Gambar 3 Lihat Riwayat Identifikasi

4. Lihat Dataset, Memudahkan pengguna dalam meninjau koleksi data citra yang digunakan (baik *training* maupun *testing*) beserta labelnya, sehingga kualitas dan keseimbangan (*balance*) dataset dapat terus dipantau untuk memelihara akurasi model CNN.



Gambar 4 Lihat Dataset

Penyimpanan Data dengan SQLite, Aplikasi menggunakan *database* SQLite untuk. Mencatat Riwayat Identifikasi: Menyimpan hasil klasifikasi berikut waktu unggah citra. Mengelola Dataset: Menyimpan metadata citra dan informasi label untuk keperluan pembaruan atau *retraining* model [13].

Alur Proses Sistem, Secara umum, alur sistem dapat dijabarkan sebagai berikut: Pengguna mengunggah citra tanaman cabai atau menangkap gambar secara real-time. Sistem (model CNN) memproses citra, melakukan ekstraksi fitur, dan menampilkan jenis jamur yang terdeteksi. Data hasil klasifikasi beserta rekomendasi penanganan disimpan ke *database* (SQLite). Pengguna dapat meninjau riwayat identifikasi, memantau *dashboard*, dan memperbarui data jika diperlukan [13].

2.4 Evaluasi Sistem

Untuk mengukur performa model, digunakan *Confusion Matrix* yang menampilkan jumlah prediksi benar (True Positives, True Negatives) dan salah (False Positives, False Negatives) pada masing-masing kelas. Hasil yang diperoleh akan menentukan nilai Akurasi, Presisi, Recall, dan F1 Score [14].

1. Akurasi (*Accuracy*): Akurasi adalah rasio jumlah prediksi benar terhadap total jumlah prediksi. Metrik ini menunjukkan seberapa baik model dalam membuat prediksi secara keseluruhan [9]. Namun, dalam kasus klasifikasi dengan ketidakseimbangan kelas (*imbalance class*), akurasi saja kurang mencukupi untuk menilai kinerja model.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Prediksi}} \times 100\%$$

2. Presisi (*Precision*): Presisi adalah rasio prediksi benar pada kelas positif dibandingkan dengan seluruh prediksi pada kelas positif [9].

$$\text{Presisi} = \frac{\text{True Positives (TP)}}{\text{True Positives (TP)} + \text{False Positives (FP)}}$$

3. Recall: Recall adalah rasio prediksi benar pada kelas positif dibandingkan dengan total data aktual di kelas positif. Recall mengukur seberapa baik model dalam mengidentifikasi semua kasus penyakit yang benar-benar ada.

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positives (TP)}}{\text{True Positives (TP)} + \text{False Negative (FN)}}$$

4. F1 Score: F1 score adalah metrik yang menggabungkan presisi dan recall, dihitung sebagai rata-rata harmonis dari kedua metrik tersebut [9]. Nilai F1 yang tinggi menunjukkan bahwa model memiliki presisi dan recall yang seimbang, yang penting untuk memastikan bahwa identifikasi penyakit tidak hanya akurat tetapi juga menyeluruh.

$$\text{F1 Score} = 2 \times \frac{\text{Presisi} \times \text{Recall}}{\text{Presisi} + \text{Recall}}$$

2.5 Metodologi Pengembangan

Metodologi pengembangan sistem mengacu pada tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian:

1. Analisis Kebutuhan: Mengidentifikasi fungsional dan non-fungsional sistem, meliputi klasifikasi jamur dan antarmuka pengguna.
2. Perancangan Sistem: Mencakup pembuatan *flowchart*, *class diagram*, dan *use case* untuk menggambarkan interaksi pengguna dan sistem.
3. Implementasi: Merealisasikan desain menggunakan Python-Tkinter, merancang CNN, dan mempersiapkan database SQLite.
4. Pengujian: Menggunakan skenario uji fungsional dan evaluasi kinerja model.

Dengan metodologi ini, penelitian dapat menghasilkan sistem deteksi real-time jamur pada tanaman cabai yang akurat dan mudah dioperasikan. Model CNN yang diimplementasikan diharapkan mampu memberikan hasil klasifikasi yang bermanfaat sebagai alat bantu petani dalam memantau kondisi tanaman cabai secara cepat dan efisien.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik atau pun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar.

3.1 Hasil Pelatihan dan Evaluasi Model CNN

Pada tahap ini, model CNN dilatih menggunakan 70 citra latih dan diuji dengan 30 citra uji yang merepresentasikan 5 kelas: Sehat, Cercospora sp., Antraknosa sp., Fusarium sp., dan Botrytis sp.. Tabel 1 menampilkan confusion matrix hasil uji pada 30 citra, yang kemudian diolah menjadi nilai akurasi, presisi, recall, dan F1 score.

Tabel 1 Confusion Matrix

Predicted \ Actual	Sehat	Cercospora sp.	Antraknosa sp.	Fusarium sp.	Botrytis sp.
Actual Sehat	5	1	0	0	0
Actual Cercospora sp.	1	4	1	0	0
Actual Antraknosa sp.	0	1	5	0	0
Actual Fusarium sp.	0	0	0	5	1
Actual Botrytis sp.	0	0	0	1	5

Berdasarkan confusion matrix di atas, perhitungan metrik evaluasi menunjukkan: Jumlah prediksi benar = 5 (Sehat) + 4 (Cercospora sp.) + 5 (Antraknosa sp.) + 5 (Fusarium sp.) + 5 (Botrytis sp.) = 24

$$Akurasi = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$$

Tabel 2 Presisi dan Recall per Kelas

Kelas	TP	FP	FN	Presisi	Recall	F1 Score
Sehat	5	1	1	0.83	0.83	0.83
Cercospora sp.	4	2	1	0.67	0.80	0.73
Antraknosa sp.	5	0	1	1.00	0.83	0.91
Fusarium sp.	5	1	0	0.83	1.00	0.91
Botrytis sp.	5	0	1	1.00	0.83	0.91

Nilai F1 tertinggi (0.91) ditemukan pada kelas Antraknosa sp., Fusarium sp., dan Botrytis sp.. Hasil ini menunjukkan bahwa model mampu mencapai **akurasi keseluruhan sebesar 80%**, dengan performa terbaik pada kelas Antraknosa sp., Fusarium sp., dan Botrytis sp. (F1 = 0.91). Kelas Cercospora sp. memiliki presisi terendah (0.67), menandakan perlunya peningkatan kualitas data (misalnya menambah variasi citra latih) untuk meningkatkan kinerja klasifikasi di kelas tersebut. Secara keseluruhan, model dinilai cukup efektif dalam mengidentifikasi penyakit jamur utama dan kondisi sehat pada tanaman cabai.

3.2 Pengujian Fungsional Alpha

Pengujian Alpha dilakukan secara internal untuk memvalidasi setiap fungsi utama sistem berdasarkan *use case* yang telah ditentukan. Pada tahap ini, peneliti atau tim pengembang mencoba sistem secara menyeluruh untuk memastikan bahwa setiap fitur berjalan sebagaimana mestinya. Tabel 4.1 menampilkan skenario pengujian Alpha terhadap halaman-halaman: Identifikasi Jamur, Rekomendasi Tindakan, Lihat Riwayat Identifikasi, dan Lihat Dataset.

Tabel 3 Pengujian Alpha

No	Data Uji	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Identifikasi Jamur	- Buka halaman Identifikasi Jamur - Unggah / Ambil citra tanaman cabai - Klik tombol "Proses"	- Sistem memanggil model CNN untuk klasifikasi - Menampilkan status tanaman & notifikasi	Berhasil menampilkan hasil klasifikasi
2.	Rekomendasi Tindakan	- Buka halaman Rekomendasi Tindakan - Tinjau hasil klasifikasi yang tampil - Klik "Lihat Rekomendasi"	- Sistem menampilkan saran penanganan sesuai jamur terdeteksi	Berhasil menampilkan rekomendasi
3.	Lihat Riwayat Identifikasi	- Buka halaman Riwayat Periksa daftar identifikasi sebelumnya	Sistem menampilkan riwayat identifikasi	Berhasil menampilkan dan memfilter riwayat

4.	Lihat Dataset	- Buka halaman Dataset - Tinjau daftar beserta label - Periksa distribusi kelas	Lihat citra	- Sistem menampilkan galeri/data citra - Informasi label tersedia dengan benar	Berhasil menampilkan data & distribusi kelas
----	---------------	---	-------------	---	--

3.3 Pengujian Fungsional Beta

Pengujian Beta dilakukan dengan melibatkan pengguna akhir (end-user) untuk mencoba atau menguji aplikasi dalam situasi penggunaan sesungguhnya. Pengguna memberikan umpan balik terkait kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, dan kinerja sistem. Evaluasi dilakukan dengan menyebarkan kuesioner berisi pertanyaan seputar kepuasan dan kemudahan pemakaian sistem.

Metode Pengujian Beta

1. Responden: Pengguna yang terlibat di antaranya petani atau pengelola kebun cabai, tim lapangan, dan peneliti yang tertarik dengan identifikasi penyakit tanaman.
2. Teknik Pengumpulan Data: Peneliti membagikan kuesioner yang memuat pertanyaan dengan skala penilaian (misal: 1 = Tidak Setuju, 4 = Sangat Setuju).
3. Perhitungan Presentase: $Y = \frac{p}{q} \times 100\%$ Keterangan:

Hasil Kuesioner

hasil kuesioner dari 5 responden (misalnya petani cabai) ditampilkan pada Tabel 4.2, dengan fokus pada kemudahan penggunaan dan kualitas tampilan.

Tabel 4 Pengujian Beta

No	Pertanyaan	SS 4	S 3	CS 2	TS 1	Persentase
1	Apakah halaman Identifikasi Jamur mudah digunakan untuk mengunggah citra?	3	2	0	0	90%
2	Apakah Anda merasa terbantu dengan Rekomendasi Tindakan yang ditampilkan sistem?	4	1	0	0	95%
3	Apakah halaman Riwayat Identifikasi memudahkan Anda meninjau kondisi tanaman dari waktu ke waktu?	3	2	0	0	90%
4	Apakah tampilan Lihat Dataset membantu memverifikasi label dan kondisi tanaman?	3	1	1	0	85%
5	Apakah penggunaan sistem secara keseluruhan memudahkan Anda dalam mendeteksi jamur tanaman cabai di lapangan?	4	1	0	0	95%
Rata-rata						91%

Keterangan : SS: Sangat Setuju, S: Setuju, C: Cukup, TS: Tidak Setuju

Dari tabel pengujian Beta di atas, dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden “Setuju” hingga “Sangat Setuju” bahwa sistem membantu mereka dalam mengunggah citra dan mendapatkan rekomendasi penanganan dengan mudah. Nilai rata-rata kepuasan sebesar 91% menunjukkan bahwa sistem diterima dengan baik oleh pengguna lapangan, walaupun masih terdapat beberapa *feedback* terkait tampilan dataset yang dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mempermudah verifikasi data.

4. SIMPULAN

Pada penelitian ini, telah dikembangkan model Convolutional Neural Network (CNN) dan diintegrasikan ke dalam sebuah sistem untuk mendeteksi penyakit jamur pada tanaman cabai. Berdasarkan hasil pelatihan model, evaluasi kinerja menggunakan confusion matrix dan berbagai metrik (akurasi, presisi, recall, serta F1 Score), serta pengujian sistem (Alpha dan Beta), maka dapat disimpulkan bahwa: Model CNN memiliki akurasi 80% dengan performa terbaik pada kelas *Antraknosa sp.*, *Fusarium sp.*, dan *Botrytis sp.* (F1 Score = 0.91). Hasil ini menunjukkan bahwa ciri-ciri visual ketiga jamur tersebut teridentifikasi dengan baik oleh jaringan. Presisi pada kelas *Cercospora sp.* masih relatif rendah (0.67), sehingga dibutuhkan peningkatan variasi dan jumlah data latih untuk meningkatkan kemampuan model mengenali gejala *Cercospora sp.* = Pengujian sistem (Alpha) menunjukkan bahwa seluruh fitur utama, seperti Identifikasi Jamur, Rekomendasi Tindakan, Riwayat Identifikasi, dan Lihat Dataset, telah berjalan dengan lancar sesuai skenario uji yang ditetapkan. Pengujian sistem (Beta) dengan melibatkan responden (petani atau pengguna akhir lainnya) memberikan nilai kepuasan rata-rata sebesar 91%, menandakan bahwa sistem dianggap mudah digunakan, membantu proses upload dan klasifikasi citra, serta memberikan informasi penanganan yang relevan. Secara keseluruhan, model CNN yang dikembangkan mampu mendeteksi empat jenis jamur patogen pada tanaman cabai dengan cukup baik, dan sistem yang dibangun berhasil

memenuhi kebutuhan pengguna dalam melakukan identifikasi dini dan memperoleh rekomendasi penanganan penyakit jamur.

5. SARAN

Beberapa saran yang dapat diajukan untuk penelitian selanjutnya agar menutup kekurangan dan mengoptimalkan hasil yang telah dicapai adalah sebagai berikut: Menambah jumlah dan variasi citra (berbagai kondisi lingkungan, sudut pengambilan gambar, usia tanaman) agar model memiliki *generalization* yang lebih baik, khususnya untuk kelas yang masih memiliki presisi rendah seperti *Cercospora* sp. Optimalisasi Model dan Pemanfaatan Transfer Learning. Menjelajahi arsitektur CNN lain atau menerapkan *transfer learning* dari model yang telah dilatih pada dataset serupa untuk meningkatkan akurasi dan mempercepat proses pelatihan. Pengembangan Aplikasi Mobile. Memperluas penggunaan sistem melalui aplikasi berbasis *smartphone* untuk memudahkan pengguna dalam memantau kondisi tanaman secara *real-time* ketika berada di kebun, sehingga proses deteksi dan penanganan dapat dilakukan secara lebih praktis. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat mencakup pemanfaatan transfer learning atau integrasi data lingkungan agar deteksi dapat dilakukan secara lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Inaya, S. Meriem, dan M. Masriany, “Identifikasi morfologi penyakit tanaman cabai (*Capsicum* sp.) yang disebabkan oleh patogen dan serangan hama lingkup kampus UIN Alauddin Makassar,” *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, vol. 2, no. 1, hlm. 8–14, Apr 2022, doi: 10.24252/filogeni.v2i1.27092.
- [2] N. Wakhidah, K. Kasrina, dan H. Bustamam, “Keanekaragaman Jamur Patogen pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.) di Dataran Rendah,” *Konservasi Hayati*, vol. 17, no. 2, hlm. 63–68, Okt 2021, doi: 10.33369/hayati.v17i2.17920.
- [3] L. Fadhilah dan W. Hadikurniawati, “Deteksi Jenis Buah Mangga Menggunakan Metode CNN (Convolutional Neural Network) Berbasis Android Secara Real-Time,” *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 7, no. 4, hlm. 1366–1372, Jul 2024, doi: 10.31539/intecom.v7i4.10029.
- [4] D. Irfansyah, M. Mustikasari, dan A. Suroso, “Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) Alexnet Untuk Klasifikasi Hama Pada Citra Daun Tanaman Kopi,” *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 6, no. 2, hlm. 87–92, Mei 2021, doi: 10.30591/jpit.v6i2.2802.
- [5] S. Sheila, I. Permata Sari, A. Bagas Saputra, M. Kharil Anwar, dan F. Restu Pujianto, “Deteksi Penyakit Pada Daun Padi Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *MULTINETICS*, vol. 9, no. 1, hlm. 27–34, Apr 2023, doi: 10.32722/multinetics.v9i1.5255.
- [6] S. Pancono, N. Indroasyoko, dan Asep Irfan Setiawan, “Pemantauan dan Deteksi Penyakit Daun Tomat Berbasis IoT dan CNN dengan Aplikasi Android,” *Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 13, no. 3, Jun 2024, doi: 10.33022/ijcs.v13i3.4083.
- [7] K. M. Vamsi, P. Lokesh, K. N. Reddy, dan P. Swetha, “Visualization of Real World Enterprise Data using Python Django Framework,” *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1042, no. 1, hlm. 012019, Jan 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1042/1/012019.
- [8] M. F. Firdaus, Y. P. Iswoyo, dan Y. N. Ahmadi, “Klasifikasi Tanaman Anggrek Menggunakan Metode CNN Berbasis Web Django,” *STAINS: Seminar Nasional Teknologi Dan Sains*, vol. 3, no. 1, hlm. 394–403, Jan 2024.
- [9] M. R. B. Ulum, B. Rahmat, dan M. H. P. Swari, “Implementasi Metode CNN Dan K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Tingkat Kematangan Tanaman Cabai Rawit,” *Modem : Jurnal Informatika dan Sains Teknologi.*, vol. 2, no. 3, hlm. 112–123, Jul 2024, doi: 10.62951/modem.v2i3.131.
- [10] Devitha Ratu Alamsyach dan Yovi Litanianda, “Klasifikasi Jenis Jamur Edible Menggunakan Convolutional Neural Network: Studi Kasus pada Jamur Tiram, Enoki, dan Truffle,” *Neptunus: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 3, hlm. 52–59, Jun 2024, doi: 10.61132/neptunus.v2i3.183.

- [11] A. T. R. Dzaky dan W. F. Al Maki, “Deteksi Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Metode Convolutional Neural Network,” *eProceedings of Engineering*, vol. 8, no. 2, hlm. 3039–3055, Apr 2021.
- [12] M. Huenerfaut, G. van Rossum, dan R. P. Muller, *Introduction to Python*, 1 ed., vol. 1. Cambridge: Havard University, 2023. Diakses: 11 November 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://tdc-www.harvard.edu/Python.pdf>
- [13] K. P. Gaffney, M. Prammer, L. Brasfield, D. R. Hipp, D. Kennedy, dan J. M. Patel, “SQLite,” *Proceedings of the VLDB Endowment*, vol. 15, no. 12, hlm. 3535–3547, Agu 2022, doi: 10.14778/3554821.3554842.
- [14] E. Hermawan, “Klasifikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Masker atau Tidak Dengan Mengimplementasikan Metode CNN (Convolutional Neural Network),” *Jurnal Industri Kreatif dan Informatika Seris (JIKIS)*, vol. 1, no. 1, hlm. 33–43, Apr 2021.

Klasifikasi Jenis Ikan Hiu Menggunakan Algoritma YOLOv8 Berbasis Mobile

Hargo Dwi Nugroho¹, Deva Rahma Nugroho²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹hargodwi1210@gmail.com, ²deva3xd@gmail.com

Abstrak – Indonesia adalah negara kepulauan terbesar dengan 70% wilayah berupa lautan yang kaya akan keanekaragaman hayati, termasuk ikan hiu yang berperan penting dalam ekosistem laut sebagai predator puncak. Namun, populasi hiu menghadapi ancaman serius akibat penangkapan ilegal dan kurangnya upaya konservasi, padahal hiu berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Untuk mengatasi hal tersebut, Penulis mengusulkan menggunakan algoritma YOLOv8 untuk mengklasifikasikan jenis ikan hiu secara real-time. Dataset berupa 4.236 citra hiu dalam 13 kategori yang dibagi menjadi 90% data latih, 5% data validasi, dan 5% data uji. Pelatihan dilakukan dengan 50 epoch. Model menunjukkan akurasi tinggi dengan nilai precision 0.877, recall 0.77, mAP50 0.835, dan mAP50-95 0.58. Implementasi sistem berbasis aplikasi mobile memungkinkan pengguna mendeteksi jenis hiu secara praktis di lapangan. Hasil ini menunjukkan bahwa YOLOv8 efektif untuk mendeteksi hiu dengan akurasi tinggi. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat terus disempurnakan melalui penambahan data pelatihan dan pengujian di lingkungan laut terbuka.

Kata Kunci — Aplikasi Mobile, Jenis Hiu, YOLOv8

1. PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara kepulauan terbesar yang ada di dunia, dengan 70% wilayahnya merupakan lautan [1]. Laut Indonesia menyimpan keanekaragaman hayati dan kekayaan yang luar biasa, mulai dari minyak bumi, gas alam, hingga biota laut yang sangat banyak, seperti lebih dari 2.300 spesies ikan karang, serta keanekaragaman hewan elasmobranch/ikan bertulang rawan yaitu hiu dan pari [2]. Ikan hiu merupakan predator laut yang sangat mengerikan, dalam dunia film ikan tersebut digambarkan sebagai ikan yang sangat brutal dalam membunuh mangsanya dan termasuk ikan yang misterius keberadaannya. Selain itu, keberadaan ikan hiu sering kali menjadi indikator penting dalam menilai kesehatan ekosistem laut. Namun, populasi ikan hiu saat ini menghadapi ancaman serius akibat aktivitas penangkapan ikan secara ilegal dan kurangnya upaya konservasi [3]. Berdasarkan data International Union for Conservation of Nature (IUCN), jumlah spesies ikan hiu yang terancam punah telah meningkat dua kali lipat sejak 2014 [4].

Hiu juga memiliki peran penting dalam keseimbangan ekologi perairan sebagai predator puncak. Kehilangannya dapat mengganggu stabilitas ekosistem laut [5]. Sayangnya, banyak spesies hiu yang sulit diamati karena memiliki wilayah jelajah yang sangat luas. Selain itu, siklus hidup hiu yang lambat, dengan tingkat reproduksi rendah, semakin memperparah situasi. Dalam konteks ekonomi, hampir seluruh bagian tubuh hiu, seperti daging, sirip, kulit, hingga hati, memiliki nilai jual yang tinggi. Indonesia, sebagai salah satu negara penangkap hiu terbesar, mencatat puncak produksi pada 2015 dengan hasil tangkapan sekitar 103.245 ton atau 12,31% dari total tangkapan global menurut FAO [6]. Dengan banyaknya jenis ikan ini, dalam hal mengidentifikasi tentu jadi tantangan tersendiri bagi para peneliti. Masalahnya, membedakan jenis ikan hiu antara satu dengan yang lain bukanlah hal yang mudah. Bentuk tubuh dan warna kulit sering dianggap sama dimata orang awam. Proses identifikasi biasanya memerlukan keahlian khusus dan alat bantu seperti kamera bawah laut. Namun sekarang, perkembangan teknologi yang semakin maju membuka peluang praktis dan efisien. Salah satunya adalah teknologi *computer vision* yang memiliki kemampuan untuk dapat mengenali objek dalam gambar atau video [7].

Pada penelitian sebelumnya dengan judul artikel klasifikasi jenis spesies ikan hiu menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) oleh Michael dan Wijang Widhiarso, didapat hasil yang cukup bagus. Dengan dataset yang terdiri dari 1497 citra hiu yang diolah melalui proses *resize*, *augmentasi*, dan pelatihan, mereka mampu mendapatkan nilai *accuracy* rata-rata diangka 96.16% dengan total 14 spesies ikan hiu. Arsitektur yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah ResNet-50. Pemilihan arsitektur tersebut karena kemampuannya yang dapat menangani pelatihan kompleks, memiliki efisiensi komputasi, dan kinerja tinggi dalam mengenali objek. Hasil ini menunjukkan keunggulan ResNet-50 dalam mengidentifikasi spesies hiu secara lebih akurat [8].

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah YOLOv8 (*You Only Look Once*), sebuah algoritma kecerdasan buatan yang dirancang untuk mendeteksi objek secara real-time dengan akurasi tinggi. Pemilihan metode ini diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih baik dalam memprediksi jenis ikan hiu dibandingkan penelitian sebelumnya. Selain itu, YOLOv8 dapat diintegrasikan dengan aplikasi berbasis *mobile*, memungkinkan pemanfaatan kamera ponsel untuk deteksi langsung di lapangan secara praktis dan efisien.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Studi Literatur

Penelitian ini diawali dengan studi literatur terkait pengolahan citra menggunakan algoritma YOLO, khususnya versi YOLOv8. Hasil eksplorasi tersebut digunakan untuk membangun landasan teori dan konteks penelitian dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan jenis ikan hiu. YOLOv8 merupakan algoritma terbaru yang dirancang untuk mendeteksi objek secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi. Versi ini menghadirkan berbagai peningkatan pada arsitektur jaringan neural, sehingga lebih ringan dan efisien dalam memproses data citra pada berbagai skala. Pengembangan program penelitian ini dilakukan menggunakan Python, sebuah bahasa pemrograman yang sangat populer di bidang analisis data. Python dikenal karena kemudahannya belajar dan penggunaannya, membuatnya cocok untuk berbagai kalangan. Selain itu, Python memiliki banyak pustaka open source dengan fungsi spesifik yang dapat digunakan di berbagai sistem operasi.

2.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari situs roboflow.com yang berupa kumpulan gambar atau foto berbagai jenis ikan hiu dalam format JPG. Total dataset yang digunakan berjumlah 4.236 citra, yang mencakup 13 jenis ikan hiu berbeda. Dari total citra tersebut akan dibagi menjadi 3 data, yaitu 90% sebagai data latih, 5% sebagai data validasi, dan 5% sebagai data uji. Pembagian ini dilakukan secara acak untuk memastikan bahwa setiap kelompok data memiliki representasi yang seimbang. Dengan banyaknya gambar yang digunakan untuk tiap jenis hiu, model dapat belajar mengenali berbagai variasi dari setiap jenis hiu, mulai dari sudut pandang yang berbeda hingga kondisi pencahayaan yang bervariasi. Hal ini penting agar sistem dapat bekerja dengan baik di lapangan dan membantu dalam mengenali jenis hiu secara cepat dan akurat.

Tabel 1. Jenis Ikan Hiu

Nama	Gambar	Nama	Gambar
Basking		Nurse	
Blacktip		Thresher	
Blue		Tiger	
Bull		Whale	

Hammerhead		White	
Lemon		Whitetip	
Mako			

2.3 Pelatihan Model YOLOv8

Pelatihan model YOLOv8 menggunakan data yang telah dianotasi. Model ini dilatih untuk mengenali setiap jenis hiu dengan mempertimbangkan berbagai variabel, seperti sudut pandang kamera, dan kondisi lingkungan. Pada tahap ini model dilatih menggunakan data pelatihan beserta beberapaparameter dan skenario yang sebelumnya sudah ditentukan, yaitu menggunakan 50 *epoch* dan *image size* 640x640. Proses pelatihan melibatkan algoritma deteksi objek yang mengidentifikasi dan mengklasifikasikan setiap jenis berdasarkan fitur uniknya. Model diintegrasikan ke dalam aplikasi mobile yang memungkinkan pengguna untuk mendeteksi jenis hiu secara *real-time*. Pengguna cukup mengarahkan kamera ponsel ke arah hiu, dan sistem akan memberikan hasil identifikasi berupa nama hiu.

2.4 Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem dilakukan dengan membangun aplikasi *mobile* berdasarkan rancangan yang telah dibuat, mencakup pengkodean dan pengujian setiap modul untuk memastikan seluruh fungsi berjalan optimal dan terintegrasi dengan baik. Untuk mendukung kelancaran sistem, aplikasi dibuat menggunakan teknologi modern. Bagian *frontend* dibuat menggunakan Kotlin agar aplikasi dapat berjalan di ponsel. Di bagian *backend*, Python digunakan untuk menjalankan model YOLOv8. Dengan arsitektur seperti ini, sistem diharapkan dapat membantu siapa saja untuk mengenali jenis hiu secara cepat dan akurat, sekaligus meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pelestarian ekosistem laut.

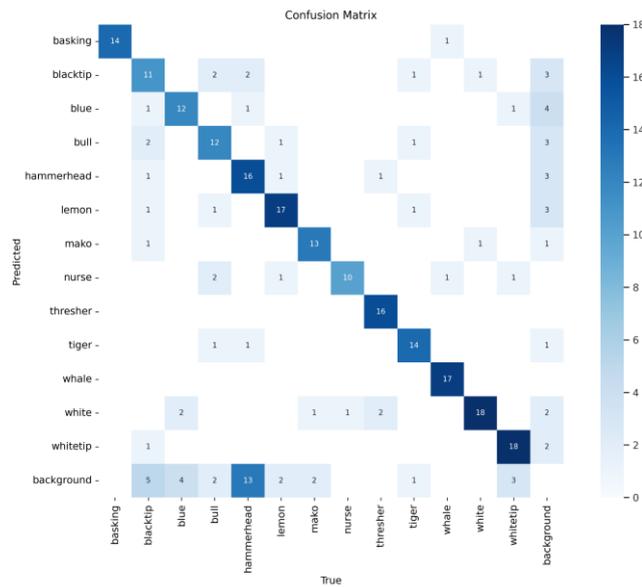
2.5 Evaluasi

Evaluasi pengujian dalam penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas dan akurasi algoritma YOLOv8 dalam mengklasifikasikan jenis ikan hiu berbasis mobile. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dataset gambar ikan hiu yang terdiri dari berbagai spesies dengan variasi ukuran, pose, dan latar belakang. Parameter utama yang digunakan untuk mengevaluasi performa algoritma meliputi *precision*, *recall*, *mean average precision* (mAP), dan waktu inferensi pada perangkat mobile. Selain itu, uji kompatibilitas dilakukan untuk memastikan algoritma dapat berjalan secara efisien pada perangkat *mobile* dengan spesifikasi standar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa YOLOv8 mampu mencapai akurasi yang tinggi dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis ikan hiu dengan waktu inferensi yang cepat, sehingga sesuai untuk aplikasi berbasis mobile.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan untuk dapat mengimplementasikan model YOLOv8 dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis ikan hiu dengan melakukan pengumpulan data berupa gambar atau citra sebagai bahan untuk melakukan analisis dari jenis ikan hiu tersebut sehingga dapat memprediksi jenis ikan hiu lainnya. Dataset diperoleh dari roboflow.com. Total data gambar ikan hiu sebanyak 4.236 gambar dengan pembagian 90% data latih, 5% data validasi, dan 5% data uji. Proses pelatihan dilakukan dengan 50 epoch dan ukuran gambar 640x640. Tahapan yang dilakukan untuk melakukan analisis dari model YOLOv8 dimulai dari melakukan training

model YOLOv8 menggunakan data training. Berikut merupakan visualisasi confusion matrix dari hasil training model YOLOv8 yang telah dilakukan.



Gambar 1. Confusion Matrix

Gambar 1. merupakan hasil *confusion matrix* dari *training* model YOLOv8 yang telah dilakukan dalam mempelajari masing-masing jenis ikan hiu sehingga bisa melakukan prediksi pada data jenis ikan hiu lainnya. Dari hasil *confusion matrix* yang ditampilkan pada gambar 1, dapat disimpulkan bahwa model pengelompokkan jenis hiu memiliki kinerja yang bervariasi. Berdasarkan *confusion matrix*, terlihat bahwa model cukup baik dalam mengenali beberapa jenis hiu, seperti "basking" dengan 13 prediksi benar tanpa kesalahan, dan "whale" dengan 17 prediksi benar serta sedikit kesalahan. Namun, beberapa kategori menunjukkan tingkat kesalahan yang cukup tinggi, seperti "hammerhead" yang salah diklasifikasikan sebagai "background" sebanyak 13 kali. Kesalahan minor juga terjadi pada kategori seperti "blacktip" yang terkadang salah diklasifikasikan sebagai "blue" atau "bull". Dalam proses *training* juga dilakukan validasi data untuk mengukur seberapa baik model mampu menggeneralisasi jenis data yang telah dilatih sebelumnya. Berikut ini merupakan hasil validasi dari model YOLOv8 pada setiap jenis ikan hiu.

Tabel 2. Hasil Validasi Model

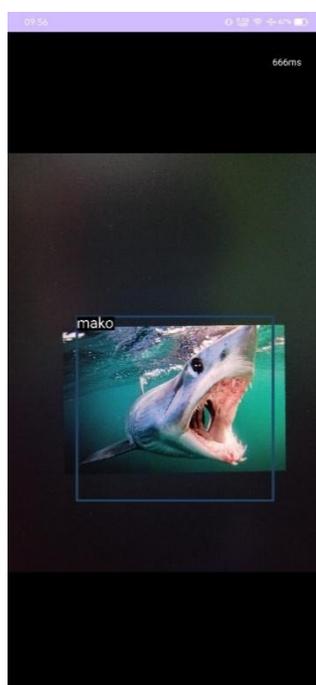
Class	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95
all	0.877	0.77	0.835	0.581
basking	0.933	0.992	0.986	0.784
blacktip	0.77	0.522	0.697	0.437
blue	0.782	0.667	0.695	0.526
bull	0.848	0.56	0.738	0.478
hammerhead	0.841	0.481	0.578	0.412
lemon	0.889	0.818	0.845	0.501
mako	0.904	0.875	0.93	0.742
nurse	0.757	0.909	0.871	0.513
thresher	0.998	0.842	0.89	0.597
tiger	0.921	0.778	0.877	0.59
whale	0.974	0.895	0.982	0.702
white	0.788	0.929	0.891	0.613
whitetip	0.992	0.739	0.88	0.655

Tabel 2. merupakan hasil validasi model yang menunjukkan secara keseluruhan model telah dilatih dengan baik dan mampu mendeteksi jenis ikan hiu dengan nilai presisi yang cukup tinggi. Secara keseluruhan dalam mendeteksi seluruh motif memiliki nilai presisi sebesar 0.877, nilai recall sebesar 0.77, nilai rata-rata presisi pada rentang IoU 50 sebesar 0.835 dan pada rentang IoU 50 sampai dengan 95 memiliki nilai rata-rata presisi sebesar 0.58. Kemudian data tes yang telah dibagi sebelumnya digunakan untuk melakukan prediksi jenis ikan hiu untuk menguji hasil dari data training dan data validasi yang digunakan sebelumnya. Berikut merupakan hasil prediksi dari data tes yang dilakukan.



Gambar 2. Hasil Prediksi

Model YOLOv8 bekerja dengan membagi gambar menjadi beberapa kotak pembatas atau bounding box untuk dapat mengidentifikasi objek yang diinginkan dalam hal ini jenis ikan hiu. Gambar 2. merupakan salah satu contoh prediksi yang dihasilkan pada data test dari hasil training dan validasi sebelumnya pada ikan hiu jenis whale. Hasil klasifikasi pada ikan hiu jenis whale dengan nilai *confidence* 0.9 membuktikan bahwa hasil dari klasifikasi model memiliki tingkat kepastian tinggi untuk mengidentifikasi ikan hiu jenis whale. Selanjutnya, model yang telah di training kemudian disimpan dalam bentuk format TensorFlow Lite (TFLite) sehingga dapat mengubah model yang sebelumnya berada dalam format PyTorch. Selanjutnya model yang telah disimpan kemudian di deklarasikan pada Android Studio dengan konstanta serta label yang menunjukkan jenis dari ikan hiu. Berikut merupakan hasil deteksi dan klasifikasi pada mobile apps.



Gambar 3. Tampilan *Mobile Apps*

Gambar 3. memperlihatkan hasil implementasi algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi sekaligus mengklasifikasikan jenis ikan hiu. Tampilan ini menampilkan label jenis ikan hiu yang teridentifikasi melalui kamera, dilengkapi dengan *bounding box* yang mengelilingi objek hiu pada gambar. Penggunaan YOLOv8 dalam

proses deteksi dan klasifikasi ikan hiu menunjukkan potensi besar untuk mendukung kegiatan konservasi dan pengawasan populasi hiu di Indonesia. Dengan kemampuan akurasi yang tinggi, model ini memungkinkan identifikasi berbagai jenis ikan hiu secara real-time, memberikan manfaat praktis baik bagi peneliti maupun masyarakat di lapangan.

4. SIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma YOLOv8 efektif untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis ikan hiu secara real-time, terutama melalui implementasi berbasis aplikasi mobile. Model ini dilatih menggunakan dataset sebanyak 4.236 citra yang terbagi dalam 13 kategori dengan pembagian 90% data latih, 5% data validasi, dan 5% data uji. Proses pelatihan dilakukan dengan 50 epoch dan ukuran gambar 640x640, menghasilkan performa yang baik dengan precision sebesar 0.877, recall 0.77, mAP50 0.835, dan mAP50-95 0.58. Dengan integrasi ke dalam aplikasi mobile, sistem ini dapat memberikan solusi praktis untuk mendeteksi jenis ikan hiu secara cepat dan akurat. Selain itu, pengembangan ini diharapkan dapat mendukung konservasi ekosistem laut dengan meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya keberadaan hiu.

5. SARAN

Untuk meningkatkan efektivitas deteksi jenis ikan hiu dengan metode YOLOv8, diperlukan peningkatan jumlah dan variasi dataset, terutama pada kategori dengan akurasi rendah seperti "hammerhead". Selain itu augmentasi data dapat diterapkan untuk menambah variasi data pelatihan, sehingga model dapat lebih adaptif terhadap kondisi pencahayaan rendah dan sudut pandang yang kompleks. Dari sisi aplikasi, antarmuka dapat ditingkatkan dengan fitur edukasi tentang hiu dan ekosistemnya. Kolaborasi dengan komunitas konservasi dan peneliti dapat memberikan masukan yang berharga untuk menyempurnakan sistem, sehingga sistem dapat terus disempurnakan untuk manfaat penelitian, edukasi, dan pelestarian laut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farhani A. (2022). Roadmap Masa Depan Indonesia Melalui Pengaturan dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam Kelautan Bagi Sebesar-Besarnya Kesejahteraan Rakyat. 6(2).
- [2] Aditya Z.F, Sholahuddin, A. (2017). Perlindungan Hukum Terhadap Ikan Hiu dan Ikan Pari Untuk Menjaga Keseimbangan Ekosistem Laut Indonesia. 24(2), 224-235.
- [3] Muhamad, S. V. (2016). Illegal fishing di perairan indonesia: permasalahan dan upaya penanganannya secara bilateral di kawasan. *Jurnal Politica Dinamika Masalah Politik Dalam Negeri dan Hubungan Internasional*, 3(1).
- [4] Dulvy, N. K., Pacoureau, N., Rigby, C. L., Pollom, R. A., Jabado, R. W., Ebert, D. A., ... & Simpfendorfer, C. A. (2021). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, 31(21), 4773-4787.
- [5] Easteria, G., Yuneni, R. R., & Pinandita, L. K. (2019). Pemanfaatan Produk Hiu dan Distribusinya di Provinsi Bali. *PROSIDING PUSAT RISET PERIKANAN*, 1(1), 215-225.
- [6] Burhanudin, M. F. (2019). Integrasi Peran Pada Wisata Hiu: Model Bisnis Ekowisata Daya Tarik Hiu di Pulau Tinabo Takabonerate. *PROSIDING PUSAT RISET PERIKANAN*, 1(1), 331-338.
- [7] Arifin, I., Haidi, R. F., & Dzalhaqi, M. (2021). Penerapan computer vision menggunakan metode deep learning pada perspektif generasi ulul albab. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2), 98-107.
- [8] Michael dan Widhiarso W. (2023). Klasifikasi Jenis Spesies Ikan Hiu Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). MDP Student Conference 2023.

Klasifikasi Data Nasabah yang Berpotensi Membuka Simpanan Deposito Menggunakan Algoritme Naive Bayes

Paulina Mangande¹, Eko Hari Parmadi²

^{1,2}Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma

E-mail: ¹ Paulinamangande619@gmail.com, ²hari@usd.ac.id

ABSTRAK

Deposito merupakan salah satu instrumen investasi yang populer dipilih karena beragam keuntungan yang ditawarkan dibandingkan dengan tabungan biasa. Keuntungan yang ditawarkan dari deposito adalah suku bunga yang relatif tinggi dibandingkan dengan tabungan, serta minimnya risiko yang harus dihadapi dibandingkan dengan instrumen investasi lainnya seperti investasi saham. Namun memilih atau mencari nasabah yang berpotensi membuka simpanan deposito sering menjadi permasalahan tersendiri terutama bagi pihak bank yang menawarkan deposito. Penelitian ini menggunakan algoritme naïve bayes untuk klasifikasi serta data publik yang diperoleh dari situs UCI Repository Machine Learning berjudul “Bank Marketing Data Set” yang didapat dari program pemasaran langsung dari sebuah bank di Portugis dengan jumlah data 41188 dengan 20 atribut dan 1 output. Tujuan penelitian ini adalah menentukan atribut-atribut yang berpengaruh dalam klasifikasi data nasabah yang berpotensi membuka simpanan deposito serta akurasi dari klasifikasi tersebut menggunakan algoritme naïve bayes. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap 18559 data menggunakan 3-fold cross validation menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 86,6419%. Adapun atribut-atribut yang berpengaruh dalam proses klasifikasi adalah Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m.

Kata kunci : *deposito, klasifikasi, naive bayes*

1. PENDAHULUAN

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1998 tentang perbankan, dijelaskan bahwa bank adalah suatu badan usaha yang menghimpun dana dari masyarakat dalam bentuk simpanan dan menyalurkan kepada masyarakat dalam bentuk kredit atau bentuk lainnya dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat. Umumnya bank sendiri membutuhkan dana tambahan dari berbagai pihak diantaranya dari para nasabah yang dapat digunakan sebagai sumber dana yang berupa nama rekening giro, tabungan dan deposito. Salah satu dana tambahan dari nasabah yang digunakan sebagai sumber dana adalah deposito. Para nasabah berasal dari latar belakang yang berbeda-beda antara lain umur, pekerjaan, pendidikan, status, dan lain sebagainya. Masalahnya adalah pihak bank sering mengalami kesulitan dalam mencari nasabah yang berpotensi membuka deposito. Melalui data nasabah yang ada serta proses klasifikasi menggunakan algoritme naïve bayes data nasabah akan diolah sehingga menghasilkan klasifikasi nasabah yang potensial membuka deposito. Adapun data nasabah yang digunakan adalah data publik yang diperoleh dari situs UCI Repository Machine Learning berjudul “Bank Marketing Data Set” yang didapat dari program pemasaran langsung dari sebuah bank di Portugis dengan jumlah data 41188 dengan 20 atribut dan 1 output.

Metode yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi dalam kumpulan data dari website UCI Repository Machine Learning telah meneliti tentang klasifikasi data nasabah yang berpotensi membuka simpanan deposito dengan menggunakan algoritme Decision Tree dengan Penerapan Algoritme C4.5.. Hasil dari penelitian tersebut memiliki akurasi 82,19%. [1]. Penelitian tentang klasifikasi data nasabah berpotensi terkena kredit macet dalam pembayaran tagihan kartu kredit di bank swasta di Yogyakarta dengan menggunakan metode Naive Bayes. Hasil dari penelitian tersebut memiliki akurasi 77,28% [2]. Algoritme Naïve Bayes juga banyak digunakan dalam berbagai penelitian tentang klasifikasi diantaranya Implementasi Algoritma Naive Bayes pada Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Wisata di Lamongan [3] dengan kriteria yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan mencakup waktu buka, fasilitas, harga masuk, jarak, kebersihan, dan bintang wisata. Sistem ini memiliki akurasi sebesar 94%. Penelitian yang dilakukan oleh Preawestina dkk, yang berjudul Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Pencernaan Balita Dengan Metode Naive Bayes [4] menghasilkan tingkat akurasi sebesar 87%. Algoritme Naïve Bayes merupakan salah satu algoritma klasifikasi teks atau dokumen yang

penggunaannya sederhana dan mudah dalam implementasi. Algoritma Naïve Bayes memiliki kelebihan diantaranya mampu untuk menangani data kategorikal, tahan terhadap fitur yang tidak relevan, dan memiliki kinerja yang baik terhadap data yang tidak seimbang serta cocok untuk diaplikasikan pada masalah klasifikasi dengan lebih dari dua kelas (multi-class classification). Algoritma Naïve Bayes berasumsi bahwa fitur-fitur yang digunakan independen satu sama lain. [5]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan antara lain pengumpulan data, *preprocessing*, *3 fold cross validation*, pemodelan dengan algoritme naïve bayes, penghitungan akurasi. Berikut ini akan dipaparkan setiap tahapan tersebut:

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data publik yang diperoleh dari situs *UCI Repository Machine Learning* berjudul “*Bank Marketing Data Set*” yang didapat dari program pemasaran langsung dari sebuah bank di Portugis dengan jumlah data 41188 dengan 20 atribut dan 1 output. Data yang diperoleh terdiri dari : *age, job, material, education, default, housing, loan, contact, moth, day of week, duration, campaign, pdays, previous, poutcome, emp.var.rate, cons.price.idx, cons.idx, euribor3m, nr.employed, Y/N*. Adapun keterangan dari data atribut nasabah dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Data Atribut Nasabah

No	Data	Keterangan dan Nilai
1	Age	Umur nasabah bank
2	Job	Jenis pekerjaan nasabah bank (admin/bluecollar,entrepreneur/housemaid /management /retired/selfemployed/services/student/technician/unemployed/unknown)
3	Material	Status pernikahan (divorced/merried/single)
4	Education	Pendidikan nasabah (basic 4y/basic 6y/basic 9y/high school/illiterate/professional course/university degree/unknown)
5	Default	Apakah mempunyai kredit gagal/macet? (yes/no/unknown)
6	Housing	Apakah mempunyai kredit pinjaman rumah? (yes/no/unknown)
7	Loan	Apakah mempunyai pinjaman pribadi (yes/no/unknown)
8	Contact	Jenis komunikasi yang digunakan nasabah (cellular/telephone)
9	Month	Bulan terakhir menghubungi nasabah
10	Day_of_week	Hari terakhir kontak dengan nasabah
11	Duration	Durasi terakhir menghubungi nasabah dalam detik
12	Campaign	Jumlah kontak yang dilakukan selama promosi ini dan untuk nasabah ini
13	Pdays	Jumlah hari yang berlalu setelah nasabah terakhir dihubungi dan promosi sebelumnya
14	Previous	Jumlah kontak dilakukan sebelum promosi ini dan untuk klien ini
15	Poutcome	Hasil dari penawaran marketing sebelumnya (failure/nonexistent/success)
16	Emp.var.rate	Variasi tingkat pekerjaan
17	Cons.price.idx	Indeks harga konsumen
18	Cons.conf.idx	Indeks kepercayaan konsumen
19	Euribor3m	Tingkat eurbor 3 bulan
20	Nr.employed	Jumlah karyawan
21	Y	Apakah nasabah berlangganan deposito yang ditawarkan (yes/no)

Preprocessing

Tahap *prosprocessing* diawali dengan seleksi atribut, yaitu memilih atribut mana saja yang akan digunakan dalam sistem. Data akan diranking atau diurutkan berdasarkan bobotnya yang terpenting kemudian data tersebut dipilih menjadi beberapa atribut. Proses seleksi atribut pada penelitian ini dilakukan menggunakan Tools Weka 3.8.3 menggunakan metode Information Gain. Perhitungan information gain dapat dilakukan dengan menggunakan rumus di bawah ini [6]:

$$\text{Info}(D) = -\sum_{i=1}^m p_i \log_2(p_i) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan rumus :

- D : Jumlah seluruh sampel data
- m : Jumlah nilai pada atribut target (jumlah kelas klasifikasi)
- i : Maksimal nilai pada atribut target
- p_i : Jumlah sampel untuk kelas i

$$\text{Info X}(D) = -\sum_{j=1}^v \frac{|D_j|}{D} \times \text{info}(D_i) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan rumus :

- x : Atribut
- v : Suatu nilai yang mungkin untuk atribut A
- j : Maksimal nilai yang mungkin untuk atribut A
- D : Jumlah seluruh sampel data
- |D_j| : Jumlah sampel untuk nilai j
- D_i : Jumlah sampel untuk kelas i

Nilai information gain ini digunakan untuk mengukur efektifitas suatu atribut dalam pengklasifikasian data dan dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$\text{Gain}(X) = |\text{Info}(D) - \text{Info X}(D)| \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- X : Atribut
- Info(D) : Entropi untuk kelas D
- Info X(D) : Entropi untuk kelas D pada atribut X

Gambar 1. Menunjukkan hasil proses seleksi atribut dan rumus (1), (2), dan (3)

```
Ranked attributes:
0.1094127 11 duration
0.0969668 18 cons.conf.idx
0.0896296 20 nr.employed
0.0687236 16 emp.var.rate
0.0580302 19 euribor3m
0.0444837 13 pdays
0.0438343 15 poutcome
0.0380966 9 month
0.0277329 14 previous
0.0214045 17 cons.price.idx
0.0184393 1 age
0.0168012 8 contact
0.0142231 2 job
0.0083306 5 default
0.0042851 12 campaign
0.0034476 4 education
0.0020686 3 marital
0.0004645 10 day_of_week
0.0000997 6 housing
0.0000193 7 loan

Selected attributes: 11,18,20,16,19,13,15,9,14,17,1,8,2,5,12,4,3,10,6,7 : 20
```

Gambar 1. Perangkingan Atribut

Setelah data melalui proses seleksi atribut, selanjutnya data melalui tahap transformasi dan normalisasi. Data set yang memiliki range data yang cukup jauh dan susah untuk diproses akan dilakukan proses transformasi menggunakan *min max*. Misalkan $\min X$ dan $\max X$ adalah nilai minimum dan maksimum atribut X , maka normalisasi Min-Max akan menghasilkan nilai baru yaitu N_{data} dalam kisaran $[\min X \text{ baru}, \max X \text{ baru}]$, seperti pada rumus [6]:

$$N_{data} = ((v - \min) * (\max - \min)) / (\max - \min) + \min \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- v : data yang akan dinormalisasi
- N_{data} : Data hasil normalisasi
- \min : Nilai minimum dari data
- \max : Nilai maksimum dari data
- \min : Batas minimum yang diberikan
- \max : Batas maksimum yang diberikan

Nilai pada set tersebut diubah skalanya dengan batas nilai minimum yang diberikan yakni 0 sementara untuk batas maximum yang diberikan yakni 1.

Proses *transformasi* yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

Transformasi data pada atribut *duration* dan *pdays* dilakukan transformasi dengan proses pendistribusian tabel frekuensi berkelompok, dengan memilih atribut yang bernilai data *numerik* dan akan dicari intervalnya. Kemudian pada masing-masing atribut tersebut dicari nilai minimum (X_{min}) dan nilai Maksimum (X_{max}).

Untuk atribut *duration*, didapat :
Nilai minimum : 0
Nilai maksimum : 4918

Untuk atribut *duration*, didapat :
Nilai minimum : 0
Nilai maksimum : 4918

Setelah mendapatkan nilai minimum (X_{min}) dan nilai maksimum (X_{max}) dari setiap atribut, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai jangkauan dari masing-masing atribut dengan rumus :

$$J = X_{max} - X_{min} \dots\dots\dots(5)$$

Selanjutnya menghitung jumlah kelas interval dengan rumus [7]

$$k = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

- k = Banyak kelas interval
- n = Banyak data/Jumlah data

Sehingga jumlah interval pada penelitian ini sesuai rumus (6) adalah :

$$k = 1 + 3,3 \log 41188$$

$$k = 1 + 15,228$$

$$k = 16,228$$

$k = 17$ dibulatkan menjadi 17, sehingga jumlah kelas interval adalah 17.

Kemudian menentukan panjang interval untuk masing-masing atribut, dengan rumus :

$$p = \frac{j}{k} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- p = Panjang interval kelas
- j = Jangkauan
- k = Banyak kelas interval

Panjang kelas interval untuk atribut *duration* sesuai rumus (7) adalah :

$$p = \frac{4918}{17} = 289,29$$

Panjang kelas interval untuk atribut *pdays* :

$$P = \frac{999}{17} = 58,76$$

Langkah terakhir yaitu menentukan batas interval dari masing-masing atribut yang terpilih :

Tabel 2. Transformation Batas Interval untuk atribut *pdays*

Batas Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Transformasi
1	0	58,76	1
2	58.77	117.53	2
3	117.54	176.3	3
4	176.4	253.06	4
5	253.07	293.83	5
6	293.84	352.6	6
7	352.7	411.46	7
8	411.47	470.23	8
9	470.24	529	9
10	530	588.76	10
11	588.77	647.53	11
12	647.54	706.3	12
13	706.4	765.16	13
14	765.17	823.93	14
15	823.94	882.7	15
16	882.8	941.56	16
17	941.57		17

Tabel 3. Transformation Batas Interval untuk atribut *duration*

Batas Interval	Batas Bawah	Batas Atas	Transformasi
1	0	289,29	1
2	289,30	578,59	2
3	578.60	867.88	3
4	867,89	1,158	4
5	1.159	1.447	5
6	1.448	1.736	6
7	1.737	2.205	7
8	2.206	2.314	8
9	2.315	2.603	9
10	2.604	2.892	10
11	2.893	3.181	11
12	3.182	3.469	12
13	3.470	3.759	13
14	3.760	4.048	14
15	4.049	4.337	15
16	4.338	4.626	16
17	4.627	4.915	17

Setelah itu, dihitung *normalisasi* tiap data pada kolom *Duration* dan *Pdays*. Berikut hasil perhitungan data berdasarkan rumus (4) :

Normalisasi data atribut *Duration*

$$Ndata = \frac{(1-0)*(1-0)}{14-0} + 0 = 0.07142$$

Normalisasi data atribut *Pdays*

$$Ndata = \frac{(1-0)*(1-0)}{17-0} + 0 = 0.058824$$

Data kategorial ditransformasi ke 0, 1, 2, 3, dan seterusnya sedangkan nilai luaran akan bernilai 1 atau 0. Berikut representasi luaran dari sistem seperti yang terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai Target Output

Status	Nilai Target Output
Yes	1
No	0

3-fold cross validation

Evaluasi sistem pada penelitian ini dilakukan dengan membagi data menjadi *data testing* dan *data training*. Pembagian data dilakukan dengan menerapkan model *3-fold cross validation* dengan membagi data menjadi 3 bagian seperti data Tabel 5.

Tabel 5. Model *3-fold cross validation*

Model	Data Training	Data Testing
1	1,2	3
2	1,3	2
3	2,3	1

Pemodelan Algoritme Naïve Bayes

Naive Bayes merupakan sebuah metode untuk klasifikasi yang diciptakan oleh Thomas Bayes, yaitu memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya [8]. *Naive bayes* merupakan metode yang membutuhkan jumlah data pelatihan (*training data*) yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian. *Naive bayes* sering bekerja jauh lebih baik dalam kebanyakan situasi dunia nyata yang kompleks dari pada yang diharapkan [9].

Persamaan teorema *Bayes* adalah :

$$P(H | X) = \frac{P(X | H) \cdot P(H)}{P(X)} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

- X* : Data dengan *class* yang belum diketahui.
- H* : Hipotesis data merupakan suatu *class* spesifik.
- P(H | X)* : Probabilitas hipotesis H berdasarkan kondisi X (probabilitas posterior)
- P(X|H)* : Probabilitas berdasarkan kondisi pada hipotesis.
- P(H)* : Probabilitas hipotesis H (probabilitas prior).
- P(X)* : Probabilitas X.

Proses klasifikasi memerlukan sejumlah petunjuk untuk menentukan kelas apa yang cocok bagi sampel yang dianalisis tersebut. Oleh karena itu, Metode *Naive Bayes* diatas disesuaikan sebagai berikut :

$$P(C|F1...Fn) = \frac{P(C)P(F1...Fn|C)}{P(F1...Fn)} \dots\dots\dots(9)$$

Variabel C mempresentasikan kelas, sementara variabel *F1 ... Fn* mempresentasikan karakteristik petunjuk yang dibutuhkan untuk melakukan klasifikasi. Maka rumus 2.2 tersebut menjelaskan bahwa peluang terjadinya kelas C (*posterior probability*) adalah peluang munculnya kelas C (sebelum masuknya sampel tersebut, seringkali disebut *prior*), dikali dengan peluang kemunculan karakteristik-karakteristik sampel pada kelas C (*likelihood*) dibagi dengan peluang kemunculan karakteristik-karakteristik sampel secara global (disebut juga *evidence*).

Oleh karena itu rumus (9) di atas dapat ditulis secara sederhana sebagai berikut :

$$posteriory = likelihood \times \frac{prior}{evidence} \dots\dots\dots(10)$$

Apabila data yang digunakan adalah data kontinu maka perhitungan klasifikasi menggunakan rumus *Densitas Gauss* :

$$P(X_i = x_i | Y = y_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x_i - \mu)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

P : Peluang

X_i : Atribut ke i

x_i : Nilai atribut i

Y : Kelas yang dicari

y_i : Sub kelas Y yang dicari

μ : Mean, menyatakan rata – rata seluruh atribut

σ : Deviasi standar, menyatakan varian dari seluruh atribut

Nilai Likelihood diperoleh dengan cara mengalikan peluang atribut x_i dengan nilai probabilitas kategori seperti pada rumus (11)

$$P(X_1) \times P(X_2) \times P(X_3) \dots P(X_n) \times \text{Nilai Probabilitas kategori} \dots \dots \dots (12)$$

Berikut ini adalah penyelesaian contoh kasus menggunakan algoritme Naive Bayes.

Terdapat dua kelas dari klasifikasi yang terbentuk :

1 : Yes

2 : No

Langkah-langkah perhitungan berikut ini :

- a. Menghitung mean dan standar deviasi untuk setiap data atribut.
 Menghitung Mean atau nilai rata-rata menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai rata – rata} = (\text{jumlah nilai})/(\text{Banyak data}) \dots \dots \dots (13)$$

Sementara untuk menghitung nilai standar deviasi setiap atribut dengan rumus :

$$S = \sqrt{(\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2)/(n - 1)} \dots \dots \dots (14)$$

- b. Menghitung probabilitas kategori kelas untuk atribut duration. Tabel berikut menunjukkan probabilitas atribut duration pada kategori kelas.
- c. Menghitung probabilitas untuk setiap kategori pada kelas.
- d. Menghitung probabilitas setiap kategori kelas dengan acuan nilai mean dan standar deviasi untuk setiap

atribut sesuai rumus . $P(X_i = x_i | Y = y_j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x_i - \mu)^2}{2\sigma^2}} \dots \dots \dots (15)$

- e. Menghitung likelihood ini digunakan hasil dari nilai perhitungan probabilitas tiap atribut. Nilai likelihood dibagi menjadi 2 yaitu likelihood Ya dan likelihood No.
- f. Membandingkan nilai probabilitas setiap kelas. Dari probabilitas di atas, masing-masing nilai akan dibandingkan untuk dicari nilai terbesarnya. Jika salah satu label memiliki nilai terbesar maka label tersebut merupakan hasil klasifikasi untuk data testing yang diuji.

Akurasi dengan Matriks Confusion.

Matriks confusion merupakan tabel yang mencatat hasil kerja klasifikasi. Contoh matriks confusion sebagai berikut :

Tabel 6. *Confusion Matrix*

	Positif	Negatif
Positif	TP(True positif)	FN(False Negatif)
Negatif	False(False Positif)	TN(True Negatif)

Nilai Akurasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Akurasi} = (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}) \times 100\% \quad (16)$$

Dimana :

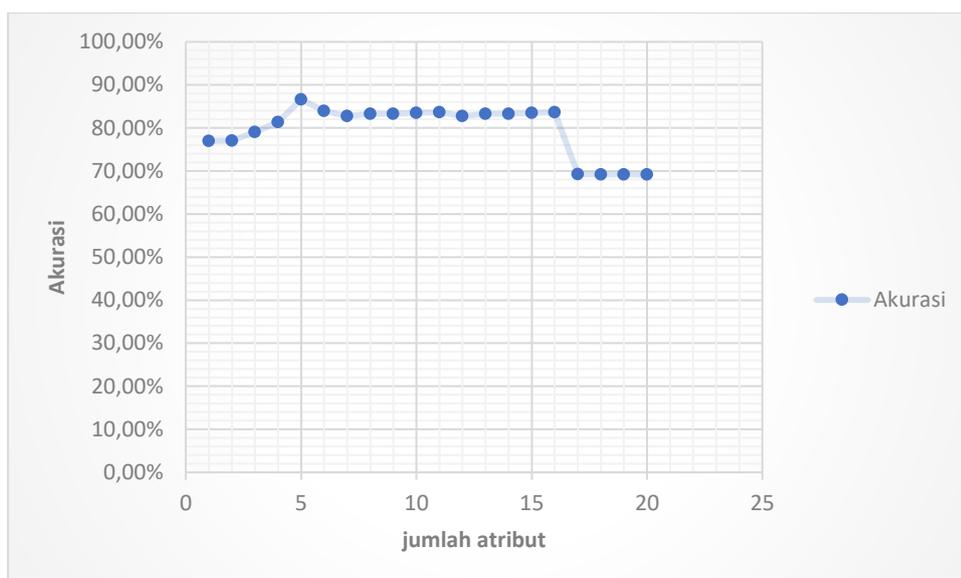
- TP : Jumlah positif yang diklasifikasi sebagai positif
- TN : Jumlah negatif yang diklasifikasi sebagai negatif
- FP : Jumlah negatif yang diklasifikasi sebagai positif
- FN : Jumlah positif yang diklasifikasi sebagai negatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian akurasi yang dilakukan dengan menghitung tingkat keakuratan hasil perhitungan sistem dengan menggunakan Algoritme *Naive Bayes*, menggunakan 18553 data nasabah yang berpotensi membuka simpanan deposito diperoleh hasil pada tabel 4.1. berikut ini:

Tabel 7. Hasil Uji Atribut dan Akurasi

Atribut	Jumlah Atribut	Akurasi
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default, Campaign, Education, Marital, Dat_Of_Week, Housing, Loan</i>	20	69,1939%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default, Campaign, Education, Marital, Dat_Of_Week, Housing</i>	19	69,21%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default, Campaign, Education, Marital, Dat_Of_Week</i>	18	69,2047%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default, Campaign, Education, Marital</i>	17	69,2532%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default, Campaign, Education</i>	16	83,6405%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default, Campaign</i>	15	83,5165%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default</i>	14	83,2525%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job</i>	13	83,3064%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact</i>	12	82,7352%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx, Age, Contact, Job, Default, Campaign, Education</i>	11	83,6405%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous, Cons.Price.Idx,</i>	10	83,5165%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month, Previous</i>	9	83,2525%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome, Month</i>	8	83,3064%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays, Poutcome</i>	7	82,7352%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m, Pdays</i>	6	83,9099%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m</i>	5	86,6419%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate</i>	4	81,3504%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed</i>	3	79,0441%
<i>Duration, Cons.Conf.Idx</i>	2	77,018%
<i>Duration</i>	1	76,9695%



Gambar 2. Akurasi vs Jumlah atribut

Berdasarkan gambar 1. diperoleh hasil bahwa dari 20 atribut yang digunakan ternyata apabila dipilih atribut dengan 5 nilai peringkat tertinggi diperoleh atribut-atribut Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m. Sedangkan berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa jumlah atribut optimal adalah 5 (lima), dengan demikian didapatkan akurasi sebesar 86,6419%. Penggunaan atribut lebih dari 5 tidak menghasilkan klasifikasi yang optimal. Adapun 5 atribut yang dipakai adalah Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m. Hal tersebut menunjukkan bahwa untuk klasifikasi data nasabah bank yang berpotensi membuka deposito cukup mempertimbangkan 5 atribut di atas yaitu: Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m

4. SIMPULAN

Pengujian yang dilakukan terhadap 18559 data menggunakan 3-fold cross validation pada klasifikasi data nasabah bank yang berpotensi membuka deposito menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 86,6419%. Selain itu atribut yang berpengaruh dalam proses klasifikasi data nasabah bank yang berpotensi membuka deposito menggunakan algoritme naïve bayes adalah atribut-atribut: Duration, Cons.Conf.Idx, Nr.employed, Emp.Var.Rate, Euribor3m.

5. SARAN

Saran-saran untuk untuk penelitian lebih lanjut antara lain: Sistem ini dapat juga dikembangkan dengan menggunakan metode yang lain misalnya correlated naïve bayes, *backpropagation* dan sistem dapat menerima masukan file tidak hanya bertipe file xlsx.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Febriani, F. 2019. Prediksi Nasabah Yang Berpotensi Membuka Simpanan Deposito Menggunakan Metode Decision Tree Dengan Penerapan Algoritme C4.5. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- [2] Putri, R. M. Y. 2019. Klasifikasi Data Nasabah Berpotensi Terkena Kredit Macet Dengan Menggunakan Metode Naive Bayes. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- [3] Rizqi I D, Wardhani R, Zamroni M H.. 2024. Implementasi Algoritma Naive Bayes pada Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Wisata di Lamongan. PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS TAHUN 2024, Vol. 3. e-ISSN: 2828–299X, <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/4078/2995> diakses pada tanggal 30 Desember 2024
- [4] Prawestina E M, Rohman M G, Zamroni M R. 2024. Sistem Pakar Diagnosa Gangguan Pencernaan Balita Dengan Metode Naive Bayes. PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI DAN SAINS TAHUN 2024, Vol. 3. e-ISSN: 2828–299X. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/4079/2996> diakses pada tanggal 30 Desember 2024
- [5] Rahayu R. Algoritma Naive Bayes. https://www.researchgate.net/publication/376713713_Algoritma_Naive_Bayes di akses pada tanggal 30 Desember 2024.

- [6] Han, J, Kamber M, Pei J . 2012 Data mining : Concepts and Techniques 3rd Edition. San Fransisco : Morgan Kaufmann Publishers.
- [7] Winanda, O.I., Zega, S.A. and Hilmawan, R., 2019. Prediksi Rating Film Animasi Berdasarkan Elemen Mise En Scene Menggunakan Neural Network. JOURNAL OF APPLIED MULTIMEDIA AND NETWORKING, 3(1), pp.15-26.
- [8] Bustami., 2013, *Penerapan Algoritme Naive Bayes Untuk Mengklasifikasi Data Nasabah Asuransi, TECHSI* : Jurnal Penelitian Teknik Informatika, Vol. 3, No.2, Hal. 127-146.
- [9] Pattekari, S. A., Parveen, A., 2012, Prediction System for Heart Disease Using Naive Bayes, International Journal of Advanced Computer and Mathematical Sciences, ISSN 2230-9624, Vol. 3, No 3, Hal 290-294.

Penerapan Metode Certainty Factor dan Fuzzy Logic untuk Mendiagnosis Penyakit Parasit pada Hewan Ternak

M. Habib Mustofa¹, Patmi Kasih², Intan Nur Farida³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ^{*}habibhabibmustofamustofa@gmail.com, ²fatkasi@gmail.com, ³in.nfarida@gmail.com

Abstrak—Penyakit parasit pada hewan ternak seperti sapi, kambing, dan ayam dapat menyebabkan kerugian ekonomi signifikan bagi para peternak. Penanganan yang terlambat atau keliru seringkali terjadi akibat kurangnya pengetahuan peternak mengenai tanda-tanda penyakit parasit. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pakar berbasis certainty factor dan fuzzy logic yang memudahkan peternak dalam mendiagnosis penyakit parasit secara mandiri. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel dan database SQLite, serta diimplementasikan pada platform local hosting dengan memanfaatkan metode certainty factor untuk mengatasi ketidakpastian data, dan fuzzy logic untuk mengelola gejala yang bersifat ambigu. Pengujian alpha dan beta dilakukan untuk menilai kinerja fungsional serta tingkat kepuasan pengguna. Selain itu, dilakukan pula uji akurasi dengan 10 percobaan input gejala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi sebesar 80%, dengan nilai kepuasan rata-rata pengguna sebesar 91%. Sistem ini memberikan rekomendasi penanganan awal bagi peternak sebelum memanggil dokter hewan, sehingga proses deteksi dini dapat dilakukan lebih cepat. Ke depannya, perbaikan dapat dilakukan dengan menambah variasi data gejala untuk meningkatkan akurasi diagnosa dan memperluas cakupan penyakit. Diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi efektif bagi peternak yang kesulitan mengakses layanan medis hewan secara cepat, serta meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak di berbagai daerah.

Kata Kunci—Certainty Factor, Fuzzy Logic, Penyakit Parasit, Sistem Pakar, Ternak

1. PENDAHULUAN

Hewan ternak seperti sapi, kambing, dan ayam merupakan sumber pangan dan pendapatan tambahan yang penting bagi peternak kecil di Indonesia. Meskipun demikian, keberadaan penyakit parasit—seperti *Ascariasis* (Cacing Gelang), *Coccidiosis*, *Menopon gallinae*, *Babesiosis*, *Theileriosis*, *Helminthiasis* Saluran Cerna, *Cestoda Gastrointestinal*, *Scabies* (*Sarcoptic Mange*), *Fasciolosis*, *Cryptosporidiosis*—menjadi tantangan tersendiri karena dapat memengaruhi kesehatan hewan dan menurunkan produktivitas secara signifikan [1], [2]. Infeksi parasit sering menimbulkan gejala yang kompleks, misalnya diare, penurunan berat badan, hingga gangguan kulit, yang sulit dibedakan satu sama lain. Kondisi ini kerap menyulitkan peternak awam untuk melakukan penanganan secara cepat dan tepat [3]. Ketidaktahuan akan gejala spesifik dan keterbatasan akses pada pelayanan kesehatan hewan mengakibatkan diagnosis sering terlambat, menambah risiko kerugian ekonomi di sektor peternakan [4].

Seiring berkembangnya teknologi informasi, *expert system* atau sistem pakar dinilai mampu membantu proses diagnosis penyakit ternak. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *certainty factor* (CF) dapat mengakomodasi ketidakpastian data dengan mengukur tingkat keyakinan terhadap suatu hipotesis [5], sementara *fuzzy logic* efektif dalam menangani gejala yang bersifat ambigu [6]. Penerapan gabungan kedua metode ini telah diaplikasikan di berbagai bidang, termasuk diagnostik medis manusia maupun hewan [7], tetapi implementasinya untuk penyakit parasit pada sapi, kambing, dan ayam masih perlu dikembangkan lebih lanjut. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pakar yang memanfaatkan *certainty factor* dan *fuzzy logic* dalam mendiagnosis penyakit parasit pada hewan ternak, dilengkapi dengan rekomendasi penanganan yang sesuai.

Dengan adanya sistem ini, peternak diharapkan dapat melakukan diagnosis awal secara mandiri, memperoleh edukasi tentang penyakit parasit, dan menekan tingkat ketergantungan terhadap dokter hewan, terutama pada wilayah yang kesulitan akses layanan medis veteriner [1], [8]. Lebih jauh, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi literatur ilmiah dan pengembangan teknologi di sektor peternakan, terutama dalam hal efisiensi, akurasi, dan kecepatan deteksi penyakit parasit.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang untuk mengembangkan sistem pakar yang mendiagnosis penyakit parasit pada hewan ternak (ayam, kambing, dan sapi) dengan memanfaatkan pendekatan *certainty factor* (CF) dan *fuzzy logic*. Tahapan penelitian mencakup pengumpulan data gejala dan penyakit, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi aplikasi, serta pengujian dan evaluasi. Masing-masing tahapan akan dijelaskan secara ringkas pada sub-bab berikut ini.

2.1 Tahapan Penelitian

Secara garis besar, tahapan penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Literatur & Pengumpulan Data, mengumpulkan referensi mengenai penyakit parasit pada ternak, gejala klinis, metode CF dan *fuzzy logic*.
2. Analisis & Perancangan Sistem, melakukan analisis kebutuhan fungsi dan data, serta menyusun rancangan diagram (use case, activity, sequence, class) dan desain database.
3. Implementasi, Mengembangkan sistem berbasis web menggunakan Laravel 10, SQLite 3.42, dan Laragon 6.0, dengan integrasi metode CF dan *fuzzy logic*.
4. Pengujian & Evaluasi, uji fungsional Alpha dan Beta untuk memastikan stabilitas dan *usability* sistem. Uji data melalui 10 percobaan input gejala untuk mengukur akurasi sistem [9]. Penyempurnaan sistem berdasarkan hasil evaluasi.
5. Dokumentasi & Pelaporan, Menyusun laporan akhir yang memuat proses pengembangan, pengujian, dan analisis hasil sistem pakar.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai:

1. Jenis-Jenis Hewan Ternak: Ayam, kambing, dan sapi, beserta deskripsi umum terkait karakteristik dan pemanfaatannya.
2. Penyakit Parasit: Jenis-jenis penyakit parasit yang umum menyerang ayam, kambing, dan sapi, antara lain Ascariidiasis, Kokidiosis, Babesiosis, Theileriosis, Helminthiasis Saluran Cerna, Scabies, dan lain-lain [1], [2], [10]
3. Gejala Klinis: Data gejala (misalnya diare, gatal, penurunan berat badan, anemia) dari berbagai sumber pustaka dan wawancara pakar kesehatan hewan [3], [10]. Gejala-gejala ini dilengkapi dengan nilai *certainty factor* awal (MB/MD) dan skala fuzzy (misalnya “rendah,” “sedang,” “tinggi”) yang mewakili tingkat keparahan atau frekuensi gejala.

Tabel 1 Data Gejala dan Penyakit

Nama Penyakit	Hewan	Gejala
Ascariidiasis (Cacing Gelang)	Ayam	Mencret berlendir (0.6), Selaput lendir pucat (0.4), Pertumbuhan terhambat (0.6), Kekurusan (0.6), Kelemahan umum (0.4), Anemia (0.4), Diare (0.6), Penurunan produksi telur (0.8)
Coccidiosis	Ayam	Anoreksia (0.6), Depresi (0.4), Bulu berdiri sedikit (0.2), Kepucatan pada pial dan jengger (0.4), Kekurusan (0.6), Kematian (0.8), Diare berdarah (0.8)
Menopon gallinae	Ayam	Penurunan produksi telur (0.6), Anoreksia (0.4), Gatal-gatal pada kulit (Sedikit 0.2), Menurunnya produktivitas (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Bobot tidak sesuai target pemasaran (0.4), Ayam tidak nyaman (0.6)
Babesiosis	Kambing /Sapi	Demam (0.6), Anemia (0.8), Selaput lendir kuning (0.4), Hemoglobinuria (kencing berdarah) (0.8), Bulu kusam (0.4), Lesu (Netral - 0.4), Nafsu makan menurun (0.6), Ruminasinya terhenti (0.6), Pernapasan cepat dan sesak (0.6), Kulit tipis dan ikterik (0.4), Gejala saraf (berputar-putar, konvulsi) (0.8)
Theileriosis	Kambing /Sapi	Penurunan berat badan (0.6), Terhambatnya pencapaian target berat badan (0.6), Penurunan produksi dalam generasi (0.8), Penurunan kualitas daging (0.6), Pengafiran karkas atau organ (0.6), Penurunan produksi susu (0.8), Kerusakan kulit (0.4), Lesu (Netral - 0.4), Nafsu makan menurun (0.6), Pernafasan cepat dan sesak (0.6), Gejala saraf (berputar-putar, konvulsi) (0.8)
Helminthiasis Saluran Cerna Cestoda Gastrointestinal	Kambing /Sapi	Gangguan pencernaan (0.6), Diare (0.4), Diare kronis (0.6), Malas (0.6), Nafsu makan menurun (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Nilai ekonomis turun (0.8)
Scabies (Sarcoptic Mange)	Kambing /Sapi /Ayam	Gangguan pencernaan (0.6), Diare (0.4), Diare kronis (0.6), Malas (0.6), Nafsu makan menurun (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Nilai ekonomis turun (0.8), Penurunan berat badan (0.6), Penurunan kualitas daging (0.6), Penurunan kekebalan tubuh (0.4), Penurunan berat badan lambat (0.6)
Fasciolosis	Kambing /Sapi	Gatal-gatal pada kulit (0.6), Menggaruk atau menggesek tubuh (Sering - 0.6), Luka dan perdarahan (0.4), Eritema pada kulit (0.4), Pembentukan papula dan vesikula (0.4), Keropeng atau kerak pada kulit (0.6), Penebalan kulit dan pengeriputan (0.6), Kerontokan bulu (0.4), Ayam tidak nyaman (0.6)
Cryptosporidiosis	Kambing /Sapi	Penurunan berat badan (0.6), Pertumbuhan terhambat (0.6), Anemia (0.6), Lesu (0.6), Nafsu makan menurun (0.6), Perut membesar (0.4), Perut sakit (0.6), Membrana mukosa pucat (0.4), Diare (0.4), Edema di antara sudut dagu dan bawah perut (0.6), Ikterus (0.4), Kematian (0.8)
		Perut sakit (0.6), Diare dengan bau feces menyengat (0.6), Diare bercampur darah, lendir, dan reruntuhan epitel usus (0.8), Kematian akibat diare yang tidak tertolong (0.8), Rehidrasi diperlukan (Usaha Tinggi - 0.6), Infeksi pada usus halus (0.6)

Proses pengumpulan data melibatkan studi literatur (jurnal ilmiah, buku, laporan dinas peternakan) dan konsultasi dengan dokter hewan setempat. Setelah terkumpul, data dianalisis dan disusun dalam bentuk tabel untuk memudahkan pemodelan basis pengetahuan sistem pakar.

2.3 Analisis Kebutuhan

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan fungsi-fungsi yang akan disediakan oleh sistem. Analisis kebutuhan ini mencakup:

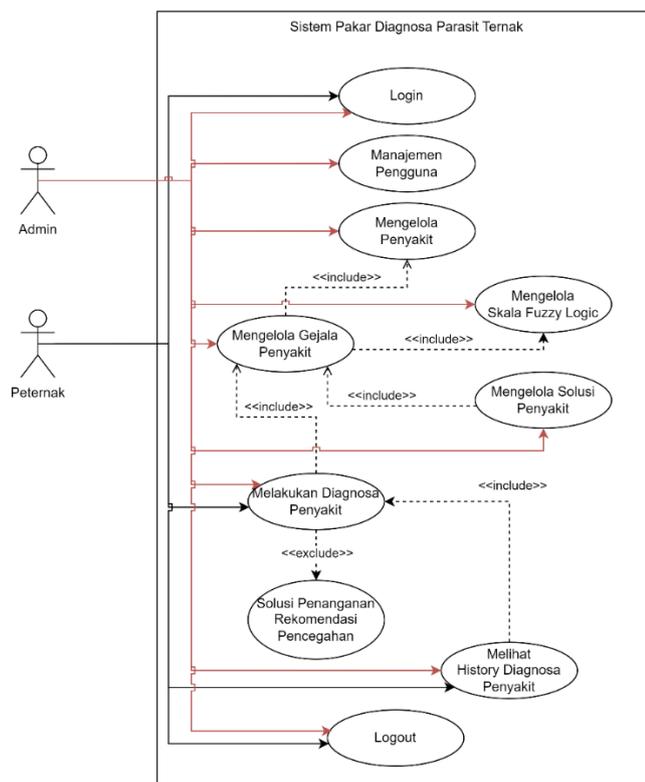
1. Fungsi Input Gejala, memungkinkan pengguna (Peternak) memasukkan gejala yang teramati pada hewan ternak melalui antarmuka web.
2. Fungsi Analisis Diagnosa, sistem memproses gejala yang diinput menggunakan metode *certainty factor* untuk menghitung tingkat keyakinan terhadap suatu penyakit [5]. Nilai CF yang dihasilkan kemudian dikombinasikan dengan *fuzzy logic* untuk menangani gejala ambigu dan tumpang tindih[6].
3. Fungsi Rekomendasi Penanganan, berdasarkan hasil analisis, sistem memberikan rekomendasi penanganan yang mencakup obat, pencegahan penyebaran parasit, dan tata laksana kandang.
4. Fungsi Riwayat Diagnosa, sistem menyimpan data setiap diagnosa, memungkinkan peternak untuk melihat riwayat gejala dan penyakit yang pernah terjadi sebelumnya.
5. Fungsi Manajemen Data (Admin), Admin dapat mengelola data penyakit, gejala, solusi, serta skala fuzzy logic agar basis pengetahuan selalu terbaru dan relevan.
6. Fungsi Edukasi dan Informasi, menyediakan informasi tambahan seperti penyebab penyakit, cara penanggulangan, dan tingkat keparahan berbagai penyakit parasit pada ternak [4], [10].

Kebutuhan perangkat keras (minimal prosesor Intel Core i5, RAM 8 GB, dan koneksi internet stabil) dan perangkat lunak (framework Laravel 10, SQLite 3.42, dan server lokal Laragon 6.0) juga dianalisis guna memastikan kinerja optimal sistem [11].

2.4 Perancangan Sistem

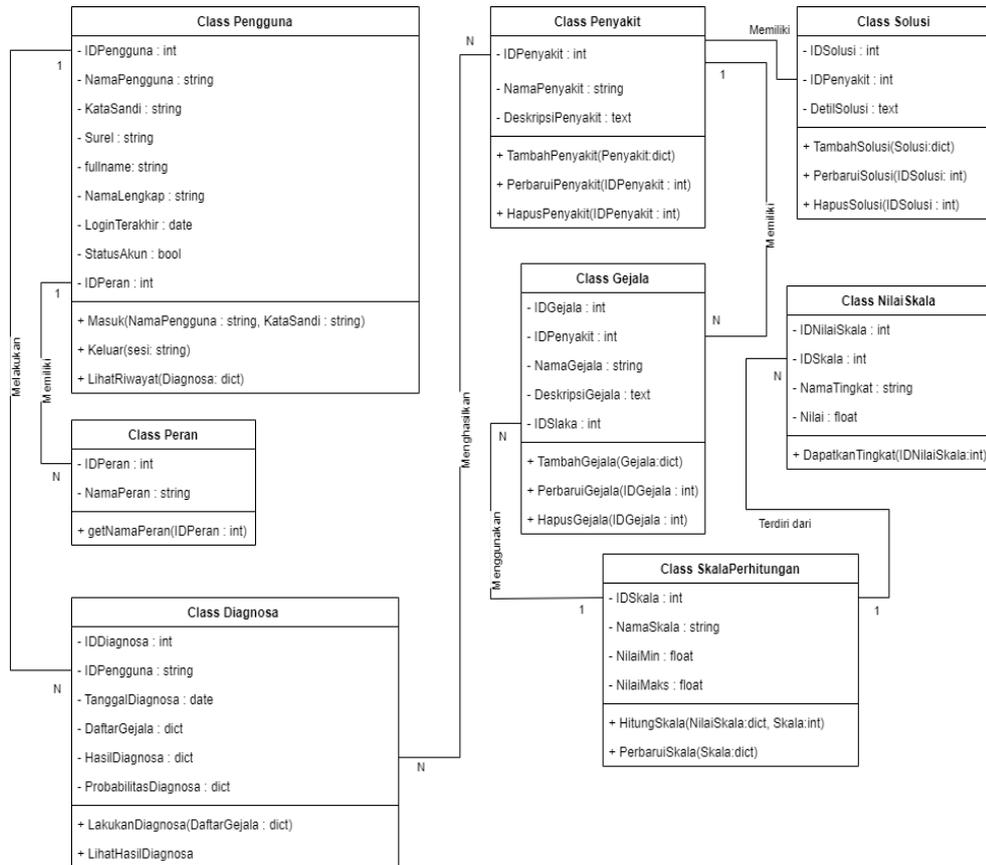
Pada tahap perancangan, dilakukan pembuatan berbagai diagram untuk menjelaskan alur proses dan struktur data, antara lain:

1. Use Case Diagram, Menggambarkan interaksi antara aktor (Admin, Peternak) dan sistem dalam melakukan login, diagnosa, pengelolaan pengguna, hingga pengelolaan data penyakit, gejala, dan solusi [12].



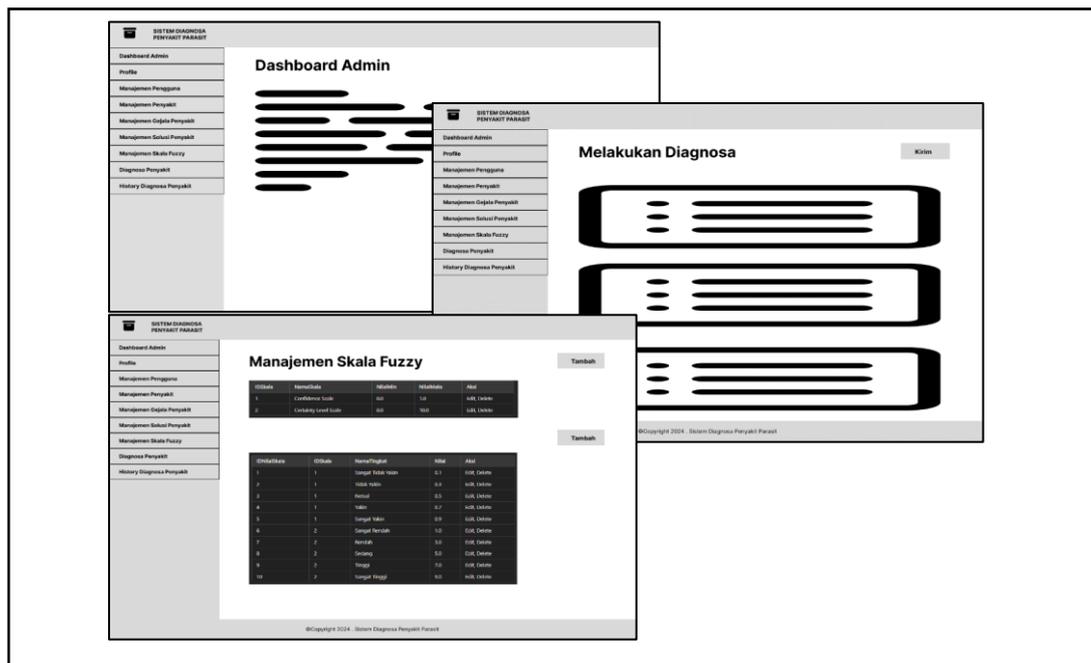
Gambar 1 Use Case Diagram

2. Class Diagram dan Desain Database, Mewakili struktur objek dalam sistem (kelas Pengguna, Gejala, Penyakit, Diagnosa, Solusi, dan SkalaFuzzy) serta relasi antar tabel di database SQLite 3.42, seperti relasi One-to-Many antara Pengguna dan Diagnosa, serta antara Penyakit dan Gejala [7].



Gambar 2 Class Diagram

3. Antarmuka Pengguna, dirancang agar memudahkan Peternak dalam memasukkan gejala dan memahami hasil diagnosa. Admin juga mendapatkan tampilan khusus untuk mengelola data dan melihat riwayat diagnosa.



Gambar 3 Antarmuka Pengguna

2.5 Implementasi Aplikasi

Implementasi aplikasi menggunakan framework Laravel 10 sebagai *backend*, SQLite 3.42 sebagai basis data, dan server Laragon 6.0 untuk lingkungan pengujian lokal. Tahapan utama implementasi meliputi:

1. Pengembangan *Backend*, Pembuatan model dan *controller* untuk mengelola tabel pengguna, penyakit, gejala, solusi, dan diagnosa. Integrasi logika CF dan fuzzy logic dalam *controller* diagnosa untuk memproses data gejala dan menghasilkan hasil perhitungan keyakinan.
2. Pembuatan *Frontend* (Antarmuka Web), Perancangan halaman *login*, *dashboard* Admin, *dashboard* Peternak, halaman diagnosa, riwayat diagnosa, dan halaman pengelolaan data (penyakit, gejala, solusi, skala fuzzy). Penggunaan HTML, CSS, dan JavaScript untuk memastikan tampilan ramah pengguna (*user-friendly*) [9].
3. Pengujian Internal (Alpha Test):
Memvalidasi setiap fitur berdasarkan rancangan *use case*. Melakukan perbaikan jika terdapat bug maupun ketidaksesuaian dengan kebutuhan.

2.6 Pengujian dan Evaluasi

Setelah implementasi selesai, dilakukan dua jenis pengujian, yaitu:

1. Pengujian Fungsional Beta, dilakukan dengan melibatkan pengguna akhir (Peternak, Admin) untuk menilai kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, serta keakuratan sistem [13]. Hasilnya dinilai melalui kuesioner kepuasan pengguna.
2. Pengujian Data (10 Percobaan Gejala), sejumlah 10 skenario input gejala dilakukan untuk menilai akurasi sistem dalam mendiagnosis penyakit. Hasil diagnosa dibandingkan dengan referensi pakar untuk menentukan apakah “Sesuai” atau “Tidak Sesuai” [14]. Selanjutnya, dihitung persentase akurasi dengan membandingkan jumlah percobaan yang sesuai dengan total percobaan.

Rumus Akurasi:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Percobaan\ Sesuai}{Total\ Percobaan} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

3. Evaluasi Hasil, Meninjau kembali metode CF dan *fuzzy logic* pada kasus yang masih tidak sesuai. Melakukan penyesuaian bobot gejala dan *membership function* fuzzy, serta memperluas cakupan data gejala dan penyakit [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak (ayam, kambing, dan sapi) disajikan dalam bentuk uraian kualitatif dan kuantitatif. Hasil yang diperoleh meliputi implementasi lembar kerja, evaluasi fungsional (Alpha dan Beta), serta pengujian data melalui 10 percobaan input gejala. Setiap bagian akan diuraikan berikut ini.

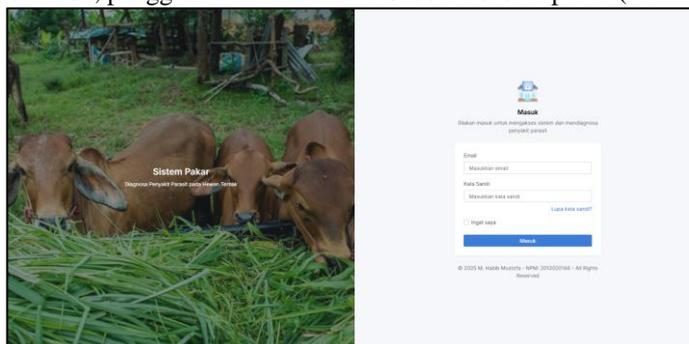
3.1 Hasil Implementasi Sistem

Hasil implementasi sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak meliputi:

1. Antarmuka Pengguna (User Interface):

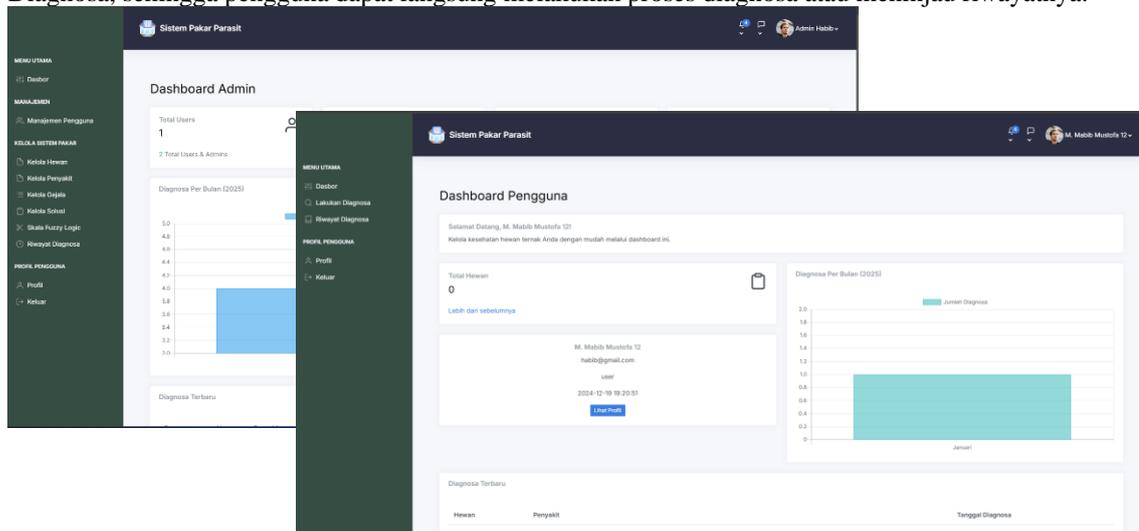
Telah dikembangkan beberapa halaman utama, yaitu Halaman Sign In, Dashboard Admin, Dashboard Pengguna, Manajemen Pengguna, Melakukan Diagnosa, Melihat History Diagnosa, Mengelola Penyakit, Mengelola Solusi Penyakit, Mengelola Gejala Penyakit, Mengelola Skala Fuzzy Logic, dan Logout. Masing-masing halaman didesain untuk memudahkan pengguna (Admin maupun Peternak) dalam melakukan proses login, manajemen data, diagnosa penyakit, dan melihat riwayat diagnosa.

Halaman Sign In, Menampilkan formulir bagi pengguna untuk memasukkan nama pengguna dan kata sandi. Setelah verifikasi berhasil, pengguna diarahkan ke dashboard sesuai peran (Admin atau Peternak).



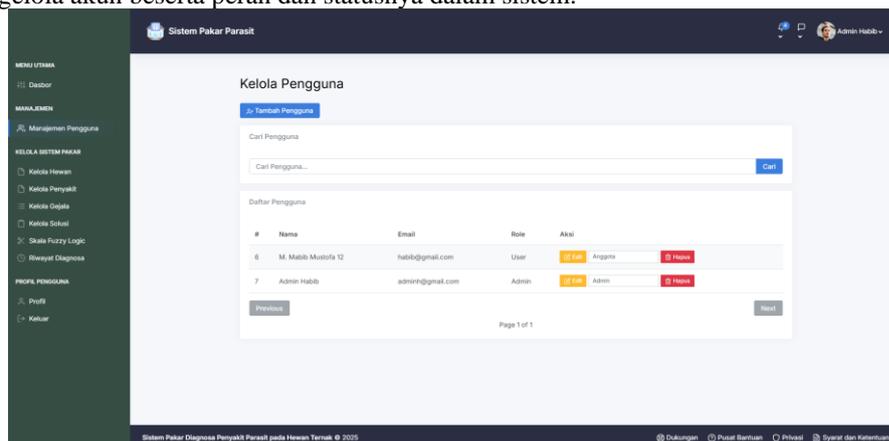
Gambar 4 Antarmuka Sign In

Dashboard Admin, Menjadi pusat kontrol bagi Admin, memuat menu seperti Manajemen Pengguna, Penyakit, Gejala, Solusi, Skala Fuzzy, dan History untuk memantau seluruh aktivitas sistem. Dashboard Pengguna, Berfungsi sebagai laman utama bagi Peternak dengan akses ke menu Diagnosa dan History Diagnosa, sehingga pengguna dapat langsung melakukan proses diagnosa atau meninjau riwayatnya.



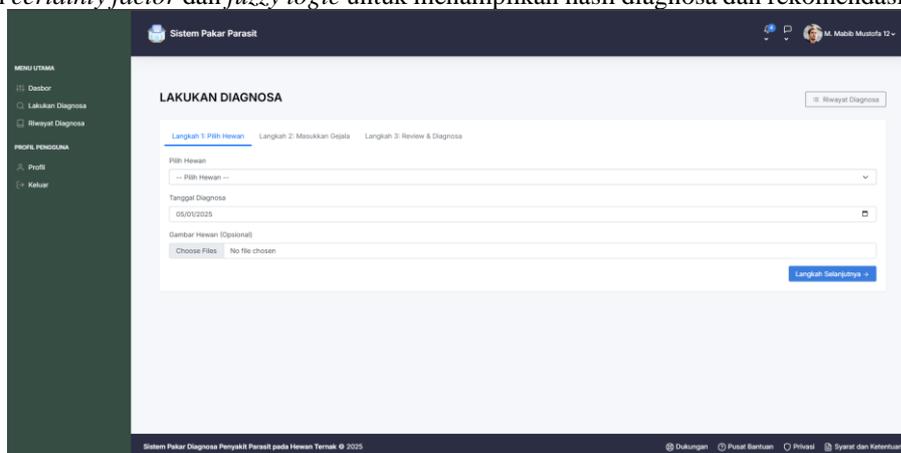
Gambar 5 Antarmuka Dashboard Admin dan Pengguna

Manajemen Pengguna, Menyediakan tabel data pengguna serta fitur tambah, edit, dan hapus, membantu Admin mengelola akun beserta peran dan statusnya dalam sistem.



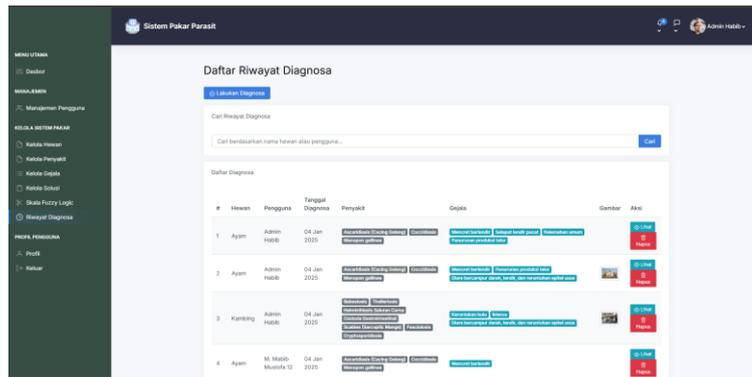
Gambar 6 Antarmuka Manajemen Pengguna

Melakukan Diagnosa, Menampilkan form input gejala bagi Peternak, selanjutnya memproses perhitungan *certainty factor* dan *fuzzy logic* untuk menampilkan hasil diagnosa dan rekomendasi penanganan.



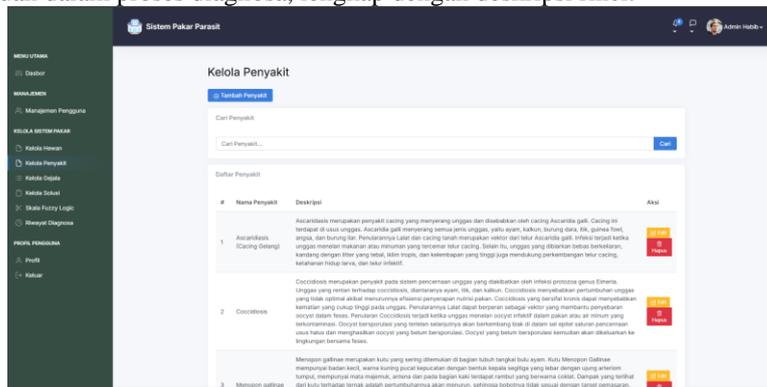
Gambar 7 Antarmuka Melakukan Diagnosa

Melihat History Diagnosa, Menyajikan daftar riwayat diagnosa yang pernah dilakukan, termasuk tanggal, gejala, penyakit terdeteksi, dan tindakan yang dianjurkan untuk memudahkan peninjauan kembali.



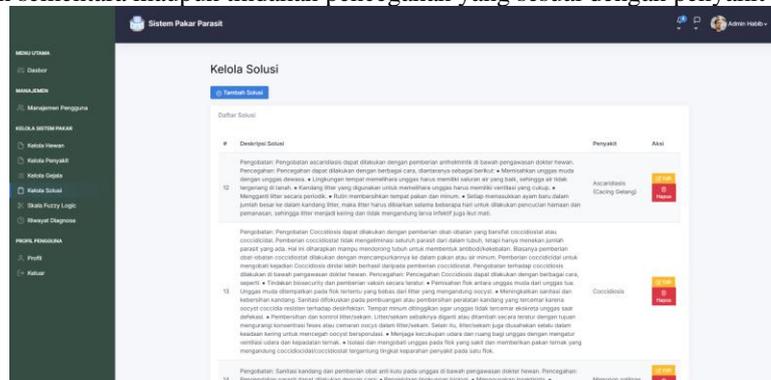
Gambar 8 Antarmuka Melakukan Diagnosa

Mengelola Penyakit, Memungkinkan Admin menambahkan, mengubah, serta menghapus data penyakit yang dijadikan acuan dalam proses diagnosa, lengkap dengan deskripsi rinci.



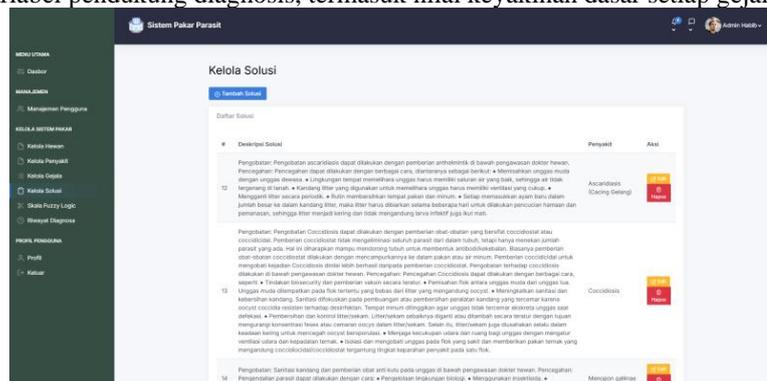
Gambar 9 Antarmuka Mengelola Penyakit

Mengelola Solusi Penyakit, Memfasilitasi Admin dalam memperbarui informasi solusi, baik yang bersifat perawatan sementara maupun tindakan pencegahan yang sesuai dengan penyakit yang terdaftar.



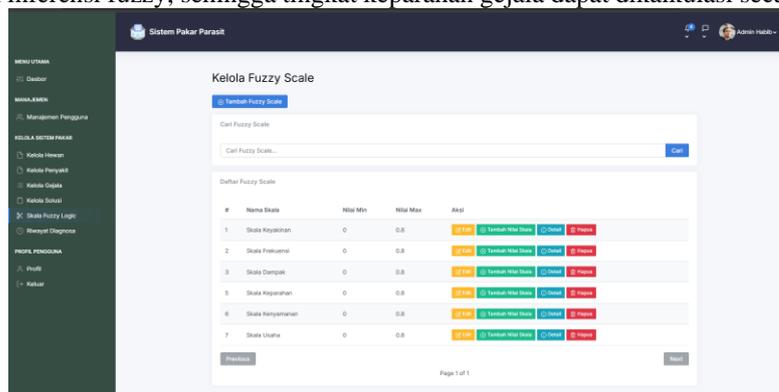
Gambar 10 Antarmuka Mengelola Solusi Penyakit

Mengelola Gejala Penyakit, Memungkinkan Admin untuk menambah, mengedit, dan menghapus gejala yang dijadikan variabel pendukung diagnosis, termasuk nilai keyakinan dasar setiap gejala.



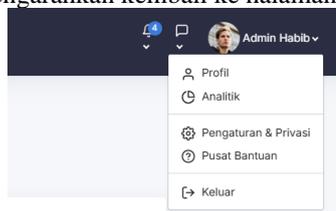
Gambar 11 Antarmuka Mengelola Gejala Penyakit

Mengelola Skala Fuzzy Logic, Mengatur parameter (nilai minimum, maksimum, dan tingkatan) yang digunakan dalam inferensi fuzzy, sehingga tingkat keparahan gejala dapat dikalkulasi secara dinamis.



Gambar 12 Antarmuka Mengelola Gejala Penyakit

Logout, Menampilkan konfirmasi bagi pengguna untuk keluar dari sesi. Ketika dikonfirmasi, sistem menghapus session pengguna, lalu mengarahkan kembali ke halaman login.



Gambar 13 Antarmuka Mengelola Gejala Penyakit

2. Struktur & Keterkaitan Lembar Kerja: Pengelolaan Data Penyakit, Gejala, dan Solusi berpengaruh langsung pada Halaman Melakukan Diagnosa, karena hasil diagnosa sangat bergantung pada basis pengetahuan yang tersimpan di database. Skala Fuzzy Logic juga diatur dalam halaman khusus, sehingga proses inferensi fuzzy dapat dijalankan sesuai ketentuan. Riwayat Diagnosa memungkinkan pengguna untuk meninjau hasil diagnosa sebelumnya, beserta gejala yang diinput dan rekomendasi yang dihasilkan.
3. Implementasi Kode Program. Sistem dikembangkan menggunakan *framework* Laravel versi 10, database SQLite 3.42, dan di-*hosting* secara lokal di server Laragon 6.0. Logika *certainty factor* dan *fuzzy logic* diintegrasikan pada *controller* Diagnosa, yang memproses data gejala menjadi hasil diagnosa serta rekomendasi penanganan.

3.2 Pengujian Fungsional Beta

Pengujian Fungsional Beta dilakukan dengan melibatkan pengguna akhir (peternak, tenaga kesehatan hewan, dan admin peternakan). Tujuan utamanya adalah menilai tingkat kepuasan terhadap tampilan antarmuka, kemudahan penggunaan, serta keandalan sistem dalam situasi nyata. Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai kepuasan rata-rata sebesar 91%. Responden menilai fitur Diagnosa dan Rekomendasi Penanganan sebagai aspek yang paling membantu, terutama ketika dokter hewan belum dapat dihadirkan di lokasi. Adapun beberapa saran perbaikan mencakup tata letak menu dan penjelasan singkat mengenai hasil diagnosa agar pengguna lebih mudah memahami proses penentuan penyakit parasit pada ternak.

Tabel 2 Pengujian Beta

No	Pertanyaan	SS	S	CS	TS	Persentase
1	Apakah halaman Diagnosa mudah digunakan untuk memasukkan gejala dan nilai keyakinan?	4	3	2	0	90%
2	Apakah rekomendasi penanganan yang ditampilkan sistem sudah membantu Anda?	4	1	0	0	95%
3	Apakah halaman History Diagnosa memudahkan Anda meninjau riwayat kondisi ternak?	3	2	0	0	90%
4	Apakah informasi penyakit yang disajikan (deskripsi, gejala) cukup jelas untuk dipahami?	2	3	0	0	85%
5	Apakah Anda merasa sistem ini memudahkan dalam mendiagnosis penyakit parasit ternak?	4	1	0	0	95%
Rata-rata						91%

Keterangan : SS: Sangat Setuju, S: Setuju, C: Cukup, TS: Tidak Setuju

3.3 Pengujian Fungsional Alpha

Pengujian Fungsional Alpha dilakukan secara internal oleh tim pengembang/peneliti untuk memverifikasi setiap fitur utama terhadap *use case* yang dirancang. Hasilnya ditampilkan pada Tabel 3, yang mencakup pengujian proses Login, Dashboard Admin, Dashboard Pengguna, Manajemen Pengguna, Diagnosa Penyakit, History Diagnosa, Manajemen Penyakit, Solusi, Gejala, dan Skala Fuzzy.

Tabel 3 Pengujian Alpha

No.	Data Uji / Fitur	Langkah Uji	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
1	Login (Halaman Sign In)	1. Buka halaman Login 2. Masukkan username dan password yang valid 3. Klik tombol Masuk	- Sistem memverifikasi kredensial - Jika valid, sistem menampilkan Dashboard (Admin/Pengguna) - Jika tidak valid, menampilkan pesan error	Berhasil menampilkan Dashboard jika valid
2	Dashboard Admin	1. Login sebagai Admin 2. Sistem menampilkan Dashboard Admin	- Dashboard Admin tampil dengan menu: Manajemen Pengguna, Penyakit, Gejala, Solusi, Skala Fuzzy, History	Berhasil menampilkan seluruh menu Admin
3	Dashboard Pengguna	1. Login sebagai Peternak 2. Sistem menampilkan Dashboard Pengguna	- Dashboard Pengguna tampil dengan menu: Diagnosa, History Diagnosa	Berhasil menampilkan menu diagnosa & riwayat Fungsi CRUD pada pengguna berjalan lancar
4	Manajemen Pengguna	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Manajemen Pengguna 3. Tambah/Edit/Hapus Data Pengguna	- Sistem berhasil menambah, mengubah, atau menghapus data pengguna - Menampilkan daftar pengguna terkini	Berhasil menampilkan penyakit & rekomendasi
5	Melakukan Diagnosa	1. Login sebagai Peternak 2. Masuk ke menu Diagnosa 3. Pilih gejala & isi nilai keyakinan 4. Klik Proses Diagnosa	- Sistem melakukan perhitungan Certainty Factor & Fuzzy Logic - Menampilkan hasil diagnosa & rekomendasi	Berhasil menampilkan detail riwayat Fungsi CRUD pada penyakit berjalan lancar
6	Melihat History Diagnosa	1. Login (Admin/Peternak) 2. Buka menu History Diagnosa 3. Tinjau daftar riwayat	- Sistem menampilkan riwayat diagnosa (tanggal, gejala, hasil)	Berhasil menampilkan detail riwayat Fungsi CRUD pada penyakit berjalan lancar
7	Mengelola Penyakit	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Penyakit 3. Tambah/Edit/Hapus data penyakit	- Sistem menampilkan daftar penyakit - Sistem berhasil memperbarui data penyakit	Fungsi CRUD pada solusi berjalan lancar
8	Mengelola Solusi Penyakit	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Solusi Penyakit 3. Tambah/Edit/Hapus data solusi	- Sistem menampilkan daftar solusi - Sistem berhasil memperbarui solusi sesuai penyakit	Fungsi CRUD pada gejala berjalan lancar
9	Mengelola Gejala Penyakit	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Gejala Penyakit 3. Tambah/Edit/Hapus data gejala	- Sistem menampilkan daftar gejala - Sistem berhasil memperbarui data gejala	Fungsi CRUD pada skala fuzzy berjalan lancar
10	Mengelola Skala Fuzzy Logic	1. Login sebagai Admin 2. Buka menu Mengelola Skala Fuzzy 3. Tambah/Edit/Hapus skala fuzz	- Sistem menampilkan daftar skala fuzzy - Sistem berhasil memperbarui skala fuzzy	

Dari hasil pengujian Alpha, semua fungsi yang diuji telah berjalan sesuai kebutuhan. Tidak ditemukan kesalahan atau *bug* yang bersifat kritis, meskipun masih terdapat beberapa saran penyempurnaan tampilan agar lebih ramah pengguna (*user-friendly*). Temuan ini menunjukkan bahwa sistem memenuhi kriteria dasar fungsionalitas sebelum diujikan kepada pengguna akhir.

3.4 Pengujian Data (10 Percobaan)

Untuk mengukur akurasi sistem, dilakukan 10 percobaan masukan gejala beserta nilai keyakinan. Hasilnya dibandingkan dengan diagnosis pakar atau referensi ilmiah. Ringkasan pengujian data ditampilkan pada Tabel 4 dan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Delapan Kasus Sesuai, sistem sukses mendiagnosis penyakit dengan benar pada 8 percobaan (80%). Gejala umum seperti diare, demam, penurunan berat badan, dan gatal-gatal berhasil diklasifikasikan ke Ascariidiasis, Kokidiosis, Babesiosis, Scabies, atau Theileriosis.
2. Dua Kasus Tidak Sesuai

Percobaan ke-5 (Diare & Anemia) tidak terdeteksi sebagai Fasciolosis sesuai perkiraan pakar, menunjukkan perlunya gejala khusus mengenai gangguan hati (misalnya perut membesar) agar sistem lebih tepat. Percobaan ke-8 (Diare kronis & gangguan pencernaan) dinyatakan “Kurang Sesuai” karena sistem menampilkan “Cestoda Gastrointestinal / Helminthiasis Saluran Cerna” sementara pakar memfokuskan pada “Cestoda Gastrointestinal” saja.

Tabel 4 Pengujian Alpha

No	Gejala yang Diinput	Hasil Diagnosa Sistem	CF Final	Penyakit Sebenarnya (Referensi Pakar)	Sesuai / Tidak	Keterangan
1	- Mencret berlendir (0.6) - Penurunan produksi telur (0.8)	Ascariasis	0.76	Ascariasis	Sesuai	Sistem mendiagnosis sama dengan hasil pakar
2	- Mencret berlendir (0.6) - Gatal pada kulit (0.8)	Ascariasis	0.36	Ascariasis	Sesuai	Diagnosa sesuai, kutu sering menyebabkan gatal & mencret ringan
3	- Diare berdarah (0.8) - Nafsu makan menurun (0.6)	Coccidiosis	0.64	Coccidiosis	Sesuai	Gejala perdarahan usus, cocok dengan kokidiosis
4	- Demam (0.8) - Gejala syaraf (berputar-putar, konvulsi) (0.8)	Babesiosis	0.81	Babesiosis	Sesuai	Babesia menyebabkan anemia, hemoglobinuria, dan demam
5	- Diare (0.4) - Anemia (0.6)	-	0.0	Fasciolosis (menurut pakar)	Tidak Sesuai	Sistem kurang tepat mendeteksi Fasciolosis (perlu penambahan gejala hati & bengkak perut)
6	- Gatal-gatal pada kulit (0.6) - Keropeng/kerak (0.8)	Scabies (Sarcoptic Mange)	0.48	Scabies	Sesuai	Gejala kulit sangat khas scabies
7	- Perut membesar (0.6) - Anemia (0.6)	Fasciolosis	0.24	Fasciolosis	Sesuai	Pembesaran perut & anemia cocok untuk cacing hati
8	- Diare kronis (0.8) - Gangguan pencernaan (0.6)	Cestoda Gastrointestinal / Helminthiasis Saluran Cerna	0.66	Cestoda Gastrointestinal	Kurang Sesuai	Tanda spesifik infeksi cacing pita
9	- Diare bercampur darah (0.8) - Perut sakit (0.8) - Rehidrasi diperlukan (0.6) - Penurunan berat badan (0.6)	Cryptosporidiosis	0.66	Cryptosporidiosis	Sesuai	Diare berat bercampur darah & keperluan rehidrasi jadi indikasi kuat cryptosporidiosis
10	- Lesu (0.4) - Gejala saraf (konvulsi) (0.8)	Theileriosis	0.76	Theileriosis	Sesuai	Gejala saraf & penurunan berat badan sering ditemui pada Theileriosis

Dengan memasukkan “Kurang Sesuai” ke kategori “Tidak Sesuai,” total percobaan yang berhasil sesuai adalah 8 dari 10, sehingga akurasi sistem sebesar 80%. Angka ini menunjukkan performa sistem yang cukup baik untuk ukuran awal, namun masih memerlukan penyempurnaan, terutama pada bobot gejala Fasciolosis dan cakupan data penyakit cacing pita.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak (ayam, kambing, dan sapi), dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil dikembangkan dengan menggunakan metode *Certainty Factor* dan *Fuzzy Logic*. Pengujian fungsional Alpha menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem, mulai dari proses autentikasi, manajemen data pengguna, penyakit, gejala, solusi, hingga fungsi diagnosa dan riwayat diagnosa, berjalan sesuai spesifikasi tanpa ditemukan kesalahan kritis. Pengujian fungsional Beta yang melibatkan lima responden dari kalangan peternak, tenaga kesehatan hewan, dan admin farm menghasilkan tingkat kepuasan pengguna sebesar 91%, menandakan bahwa sistem ini dianggap efektif dan bermanfaat dalam membantu diagnosa penyakit parasit secara mandiri. Selain itu, pengujian data dengan 10 percobaan input gejala menunjukkan bahwa sistem mencapai akurasi sebesar 80%, dengan delapan percobaan sesuai dengan referensi pakar dan dua percobaan belum sesuai. Meskipun akurasi ini tergolong baik, hasil tersebut mengindikasikan adanya kebutuhan untuk peningkatan lebih lanjut, khususnya dalam hal penyesuaian bobot gejala dan perluasan cakupan data penyakit guna meningkatkan ketepatan diagnosa.

5. SARAN

Untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas sistem pakar diagnosis penyakit parasit pada hewan ternak yang telah dikembangkan, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan. Pertama, penambahan dan validasi data gejala perlu dilakukan dengan memperluas variasi serta jumlah data gejala, terutama untuk penyakit yang masih jarang terwakili dalam basis pengetahuan. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi perhitungan *Certainty Factor* dan aturan *Fuzzy Logic*, sehingga hasil diagnosa menjadi lebih presisi. Kedua, optimalisasi logika *Fuzzy* dan *Certainty Factor* perlu dilakukan dengan penyesuaian atau penambahan aturan fuzzy yang lebih spesifik serta revisi bobot kepercayaan (MB) dan ketidakpercayaan (MD) untuk gejala-gejala yang sering menyebabkan ketidaksesuaian diagnosa. Ketiga, perluasan jenis penyakit yang dicakup oleh sistem, baik parasit maupun non-parasit, akan menjadikan sistem lebih komprehensif dan bermanfaat bagi peternak dalam memantau kesehatan hewan mereka. Keempat, pengembangan versi mobile dari sistem pakar dapat mempermudah akses bagi peternak yang berada di area terpencil atau memiliki keterbatasan akses internet, memungkinkan diagnosa dan pemantauan kesehatan ternak dilakukan secara real-time di lapangan. Selain itu, peningkatan antarmuka pengguna dengan optimalisasi tata letak menu dan penambahan visualisasi hasil diagnosa akan meningkatkan kenyamanan dan kemudahan penggunaan sistem. Terakhir, integrasi sistem pakar dengan sistem manajemen peternakan yang lebih luas akan memungkinkan sinkronisasi data otomatis dan pelaporan kesehatan ternak secara menyeluruh, sehingga mendukung pengambilan keputusan strategis bagi peternak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. S. Balaira, G. V. J. Assa, F. J. Nangoy, C. L. K. Sarajar, dan M. Nangoy, “Infestasi kutu pada ayam kampung (*Gallus gallus domestic*) di Desa Tolok Kecamatan Tompaso Kabupaten Minahasa,” *Zootec*, vol. 39, no. 2, hlm. 451–458, 2019, Diakses: 20 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/zootek/article/view/25769>
- [2] A. D. Kristina dan A. Setiyono, “Infestasi Caplak Ixodidae pada Sapi Lokal di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah Kota Padang,” *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*, vol. 2, no. 2, hlm. 145–152, 2020, Diakses: 20 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/pim/article/view/30377>
- [3] D. Lefiana, D. Kurnia, S. Sujatmiko, P. S. Noor, E. Zelpina, dan R. Ardyes, “Prevalensi Trematoda Gastrointestinal Pada Sapi Di Pasar Ternak Payakumbuh,” *VITEK : Bidang Kedokteran Hewan*, vol. 12, no. 1, hlm. 35–39, Apr 2022, doi: 10.30742/jv.v12i1.102.
- [4] W. Wahyuni dan A. Lestari, “Prevalensi Sakit dan Kematian Ayam Petelur (Studi Kasus di Peternakan Ayam Ras Petelur),” *Tarjih Tropical Livestock Journal*, vol. 2, no. 2, hlm. 68–75, Des 2022, doi: 10.47030/trolija.v2i2.440.
- [5] C. Permana dan P. Rosyani, “Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Ayam Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Website,” *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 2, no. 1, hlm. 221–231, Des 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/2824>
- [6] A. Rosyidi, S. N. Depamede, W. Wariata, M. Sriasih, dan M. Ali, “Manajemen Kesehatan Ternak Kerbau Di Desa Sekaroh Kecamatan Jerowaru Kabupaten Lombok Timur,” *Prosiding PEPADU*, vol. 5, no. 1, hlm. 237–243, 2023, Diakses: 20 Oktober 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://proceeding.unram.ac.id/index.php/pepadu/article/download/691/551>
- [7] T. A. Chasshidi dan M. R. Putra, “Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit Pneumonia Menggunakan Metode Certainty Factor dan Fuzzy Logic Tsukamoto Berbasis WEB,” *Jurnal KomtekInfo*, vol. 8, no. 2, hlm. 118–128, Jun 2021, doi: 10.35134/komtekinfo.v8i2.106.
- [8] L. Sudarmana, “Introduction To The Basics Of Expert Systems,” *Teknomatika: Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 2, hlm. 47–59, Mei 2020.
- [9] A. S. Mugirahayu, L. Linawati, dan A. Setiawan, “Penentuan Status Kewaspadaan COVID-19 Pada Suatu Wilayah Menggunakan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani,” *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, vol. 4, no. 1, hlm. 28–39, Apr 2021, doi: 10.24246/juses.v4i1p28-39.
- [10] Dinas Ketahanan Pangan dan Peternakan Kabupaten Kediri, “Informasi Data Penyakit pada Unggas dan Ruminasia,” Kabupaten Kediri, Des 2024.
- [11] leokhoa, “Laragon - portable, isolated, Fast & Powerful Universal Development Environment for PHP, Node.js, Python, Java, Go, Ruby.,” Laragon.

- [12] A. Dennis, B. H. Wixom, dan D. Tegarden, *Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML*, 5 ed., vol. 1. Wiley Publishing, 2019.
- [13] B. Saputra, A. Utami, E. Edriyansyah, dan Y. Irawan, “Expert System For Diagnosing Diseases in Toddlers Using The Certainty Factor Method,” *Journal of Applied Engineering and Technological Science (JAETS)*, vol. 4, no. 1, hlm. 32–41, Agu 2022, doi: 10.37385/jaets.v4i1.916.
- [14] A. Agusta, F. Y. Arini, dan R. Arifudin, “Implementation of Fuzzy Logic Method and Certainty Factor for Diagnosis Expert System of Chronic Kidney Disease,” *Journal of Advances in Information Systems and Technology*, vol. 2, no. 1, hlm. 61–68, Apr 2020.
- [15] N. A. Siregar, R. Akram, dan N. Fadillah, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Kucing Anggora Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Berbasis Website,” *CHAIN: Journal of Computer Technology, Computer Engineering, and Informatics*, vol. 1, no. 2, hlm. 68–77, Apr 2023.

Chatbot Penerimaan Peserta Didik Baru di SMK Intensif Baitussalam Menggunakan *NLP*

Reno Rana Rafi¹, Andreas Setiawan², Asyadam Abriel Rosadi³, Ardi Sanjaya⁴

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹renoraf17@gmail.com, ²andreasstwn29@gmail.com, ³abrilasyadam123@gmail.com,

⁴dersky@gmail.com

Abstrak – Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, berbagai sektor kehidupan, khususnya di bidang pendidikan, semakin terdorong untuk mengadopsi solusi digital guna meningkatkan efisiensi dan transparansi layanan. Salah satu tantangan dalam pendidikan adalah manajemen Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB), yang selama ini masih dilakukan secara manual di banyak institusi pendidikan. Proses manual ini sering kali tidak terstruktur, mengakibatkan kesalahan pencatatan, keterlambatan pengolahan data, dan kurangnya akses informasi yang mudah bagi calon peserta didik maupun orang tua. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengusulkan pengembangan chatbot berbasis kecerdasan buatan yang dapat diintegrasikan ke dalam sistem PPDB. Chatbot ini dirancang untuk memberikan informasi lengkap dan otomatis mengenai tahapan PPDB, panduan pendaftaran, serta menjawab pertanyaan umum secara interaktif dan cepat. Dengan implementasi chatbot ini, diharapkan layanan PPDB di SMK Intensif Baitussalam dapat menjadi lebih efisien dan transparan, memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna, serta mengurangi ketergantungan pada waktu operasional layanan administrasi sekolah.

Kata Kunci — Chatbot, Website, PPDB, Python

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan zaman, teknologi informasi juga mengalami berbagai macam perkembangan. Perkembangan teknologi informasi ini memiliki peranan penting dalam berbagai bidang kehidupan, namun yang paling penting adalah pengguna dapat menerima keberadaan teknologi informasi tersebut [1]. Perkembangan teknologi yang berkembang saat ini ditandai dengan semakin banyaknya pengguna komputer maupun *smartphone* semua kalangan dan semua bidang baik dalam bidang pendidikan, kesehatan maupun bidang lainnya [2]. Kemajuan teknologi yang begitu cepat telah membawa berbagai perubahan dalam kehidupan manusia, salah satunya adalah dengan munculnya teknologi berbasis Kecerdasan Buatan (*AI*). [3]. Dengan memanfaatkan teknologi *AI* tersebut, komputer dapat melakukan tugas tertentu yang hampir sama dengan manusia, salah satunya adalah dengan menggunakan *chatbot* [4][5]. Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) merupakan salah satu tahapan penting dalam sistem pendidikan yang memerlukan manajemen yang baik untuk memastikan proses seleksi berjalan dengan lancar, transparan, dan akurat. Seiring dengan perkembangan teknologi, digitalisasi layanan akademik, termasuk PPDB, menjadi sebuah kebutuhan mendesak. Sistem PPDB berbasis teknologi dapat mempermudah pihak sekolah maupun calon siswa dalam mengakses informasi, melakukan pendaftaran, dan melihat hasil seleksi. Namun, masih banyak institusi pendidikan yang belum memanfaatkan teknologi secara maksimal, sehingga proses PPDB masih dilakukan secara manual yang memakan waktu, kurang efisien, dan rawan kesalahan [6]. Dalam era kemajuan teknologi informasi yang sangat pesat, perannya menjadi sangat penting dalam memenuhi kebutuhan informasi [7].

Meskipun teknologi sudah semakin berkembang, banyak sekolah yang masih mengalami berbagai kendala dalam pelaksanaan PPDB. Proses manual yang panjang dan tidak terstruktur menyebabkan keterlambatan dalam pengolahan data, kesalahan pencatatan, serta kurangnya akses informasi yang transparan bagi calon peserta didik. Selain itu, sering kali calon siswa atau orang tua kesulitan dalam memahami prosedur PPDB yang kompleks dan membutuhkan bimbingan lebih lanjut, sehingga potensi kesalahan dalam pendaftaran semakin tinggi. Dalam konteks ini, pelayanan akademik yang efektif dan efisien sangat diperlukan untuk mempermudah proses tersebut. *Chatbot* berfungsi untuk mempermudah interaksi secara tidak langsung dengan pengguna. Dengan menggunakan *chatbot*, pengumpulan informasi atau data pengguna dapat dilakukan secara otomatis dan diproses menggunakan model yang berperan sebagai "otak" bot. Hal ini memungkinkan *chatbot* memberikan jawaban secara *real-time* [8].

Untuk mengatasi permasalahan di atas, solusi yang diusulkan adalah pengembangan *chatbot* berbasis teknologi untuk layanan PPDB di smk intensif baitussalam untuk mengetahui informasi profil sekolah dan lain lain. *Chatbot* adalah sebuah program komputer yang dapat berinteraksi dengan manusia dalam bentuk teks maupun suara yang dapat diaplikasikan pada *website* dan *platform* komunikasi seperti Telegram, WhatsApp, Line dan lain-

lain. *Chatbot* dapat berfungsi tanpa pengawasan manusia dan tidak ada batas waktu penggunaan. Dasar dari cara kerja *chatbot* ialah dengan melihat kata kunci dalam data yang masuk dan membalasnya dengan kata kunci yang paling cocok. Artinya, jika pengguna mengirim suatu permintaan maka *chatbot* akan membalasnya dengan respon yang spesifik sesuai dengan kata kunci yang dikirim [3]. *Chatbot* ini akan menyediakan informasi yang lengkap dan otomatis mengenai tahapan PPDB, panduan pendaftaran, serta jawaban atas pertanyaan umum yang sering diajukan oleh calon peserta didik maupun orang tua. Dengan integrasi teknologi kecerdasan buatan, *chatbot* ini dapat memberikan respon yang cepat dan tepat, serta mampu diakses kapan saja tanpa bergantung pada waktu operasional layanan administrasi sekolah. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam layanan akademik PPDB di Smk intensif baitussalam.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan pengumpulan data

Tahapan pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis pada penyusunan penelitian ini antara lain:

1. Survei online

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan *google form* kepada *stakeholder* yaitu siswa/i SMP/MTS/Sederajat maupun orang tua/wali. Dengan melakukan survei online melalui *google form* didapati pertanyaan-pertanyaan yang dibutuhkan *stakeholder* mengenai penerimaan siswa baru di SMK Intensif Baitussalam.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan penulis untuk mendapatkan jawaban dari pertanyaan yang sudah didapatkan penulis melalui penyebaran *google form* sebelumnya. Narasumber yang di wawancarai oleh penulis adalah guru SMK. Selain itu, penulis juga melakukan wawancara kepada teman terdekat penulis untuk menguji coba *training phrases* pada intent yaitu menanyakan kemungkinan-kemungkinan pertanyaan yang akan muncul mengenai informasi pendaftaran siswa baru di SMK.

2.2 Desain sistem

Tahap persiapan termasuk mengidentifikasi komponen sistem informasi yang akan didesain secara menyeluruh, seperti pendefinisian kebutuhan, dan memberikan gambaran tentang bagaimana sistem dibentuk.

Chatbot penerimaan peserta didik baru di SMK Intensif Baitussalam akan terintegrasi dengan platform *website* dari SMK Intensif Baitussalam. Dengan tambahan *chatbot* dalam *website* SMK Intensif Baitussalam dapat menambahkan informasi mengenai PPDB secara detail yang sebelumnya belum ada di dalam *website*.

2.2.1 Pengguna *chatbot*

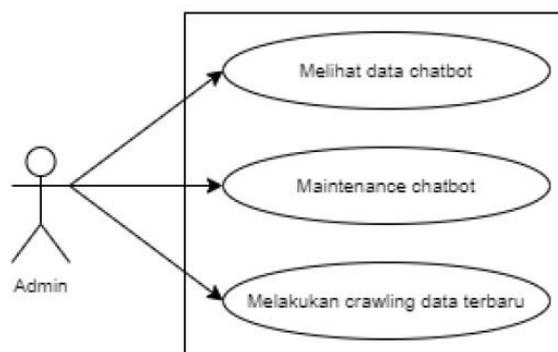


Gambar 1. Usecase Pengguna *Chatbot*

Gambar 1. Menjelaskan bahwa pengguna *chatbot* dapat bertanya tentang PPDB SMK Intensif Baitussalam. Beberapa profil yang akan disediakan oleh *Chatbot* SMK Intensif Baitussalam adalah Informasi Pendaftaran, Program Studi, Timeline Pendaftaran, Narahubung, Administrasi dan Ekstrakurikuler

2.2.2 Admin *Chatbot*

Gambar 2. Menjelaskan bahwa admin dapat melihat data tentang PPDB SMK Intensif Baitussalam. Admin juga dapat mengelola data yang ada pada *chatbot* PPDB. Admin juga dapat mengedit, menghapus, dan menambah data PPDB SMK Intensif Baitussalam.



Gambar 2. Usecase Admin

2.3 Implementasi

2.3.1 Model Pemrosesan Bahasa Alami (*Natural Language Processing - NLP*)

Untuk memahami input pengguna, chatbot dikembangkan menggunakan model pemrosesan bahasa alami. *Natural Language Processing (NLP)* adalah cabang dari *Artificial Intelligence (AI)* yang berhubungan dengan pengolahan bahasa manusia. *NLP* dipelajari dalam mata kuliah komputasi bahasa alami, yang membahas bagaimana komputer dapat memahami dan memproses bahasa yang digunakan manusia untuk berkomunikasi. Tujuan utama *NLP* adalah memungkinkan komputer menginterpretasikan maksud atau instruksi yang diberikan oleh pengguna melalui bahasa alami [9][10]. Langkah-langkahnya meliputi:

- Pemrosesan Teks: Pemrosesan teks adalah proses mengolah dan menganalisis data berupa teks untuk mengekstrak informasi yang berguna atau mempersiapkan teks tersebut agar dapat diproses lebih lanjut oleh sistem computer. Pemrosesan teks bertujuan untuk menyederhanakan input sehingga lebih mudah dianalisis oleh sistem. Input pengguna diproses melalui tahapan seperti tokenisasi, penghapusan *stopwords*, dan *stemming* untuk menyederhanakan teks.
- Pembelajaran *Dataset* Kata Kunci: *Chatbot* dilatih menggunakan dataset kata kunci dan *respons* yang relevan dengan Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) di SMK Intensif Baitussalam.
- Penggunaan *Cosine Similarity*: *Cosine Similarity* digunakan untuk menghitung kesamaan antara input pengguna dan kata kunci dalam *dataset*. Metode ini mengukur sudut kosinus antara dua vektor di ruang multidimensi. Semakin kecil sudutnya, semakin tinggi kesamaannya. Setelah input diproses, kesamaan dengan kata kunci dalam *dataset* dihitung menggunakan metode *Cosine Similarity* untuk memilih respons yang paling relevan.

2.3.2 Pengembangan Sistem *Chatbot*

Backend chatbot dikembangkan menggunakan Javascript untuk mendukung komunikasi antara pengguna dan sistem. *Framework* ini bertugas untuk menerima input dari pengguna, Memproses input menggunakan model *NLP* dan algoritma kesamaan dan mengirimkan *respons* yang sesuai ke pengguna.

2.3.3 Integrasi Basis Data

Chatbot dihubungkan dengan basis data relasional menggunakan *SQL (Structured Query Language)* untuk menyimpan dan mengambil informasi terkait PPDB. *Chatbot* dihubungkan dengan basis data yang berisi informasi terkait PPDB, seperti :

- Profil SMK BTS
- Informasi Pendaftaran
- Program Studi
- Timeline Pendaftaran
- Narahubung
- Administrasi
- Ekstrakurikuler

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengujian *chatbot* ini dilakukan dengan mengirim pesan ke *chatbot* yang sudah diintegrasikan dengan *website* untuk mengecek hasil kesesuaian respon *chatbot*. Pada aplikasi *Chatbot*

pendaftaran siswa baru SMK Intensif Baitussalam terdapat halaman chat atau pesan menggunakan platform *website*. Dengan menggunakan sistem ini dengan mudah menjawab pertanyaan dari pengguna. Jika *Chatbot* tidak memahami input dari pengguna, *Chatbot* akan meminta klarifikasi dan memperbaiki pertanyaan yang diajukan agar sesuai dengan format sistem yang ditetapkan.

3.1 Halaman *website* PPDB SMK Intensif Baitussalam

Pada tampilan awal halaman *website* dari PPDB Smk intensif baitussalam terdapat gambar chatbot di pojok kanan bawah yaitu untuk membuka intregasi ke halaman awal chatbot PPDB Smk intensif baitussalam yang di tunjukan pada gambar 3.



Gambar 3 Halaman Awal Website

3.2 Halaman Awal *Chatbot*



Gambar 4. Halaman Awal Mulai *Chatbot*

Pada gambar 4. adalah tampilan awal dari *chatbot* yaitu berupa daftar menu yang disediakan oleh *chatbot*. Namun, pada bagian ini pengguna tidak hanya dapat menanyakan pertanyaan sesuai menu saja, melainkan pengguna juga dapat menanyakan pertanyaan bebas mengenai penerimaan siswa baru SMK Intensif Baitussalam.

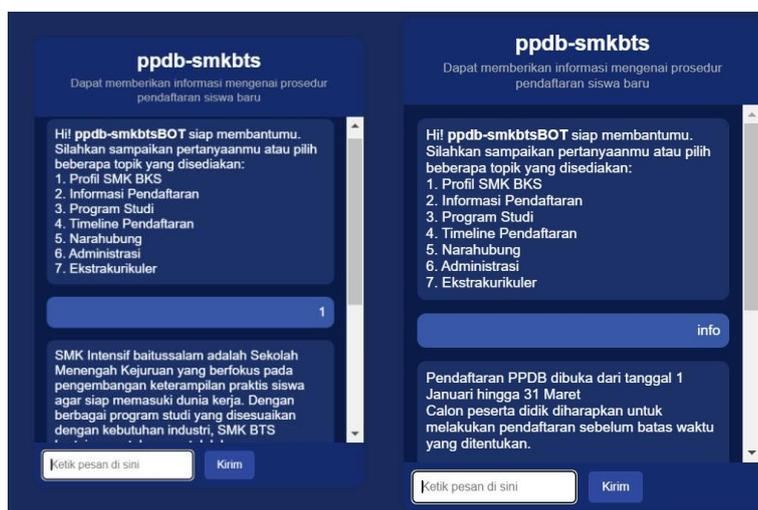
3.3 Halaman Pesan *Error*

Pada gambar 5. merupakan tampilan error dimana *chatbot* akan mengirimkan pesan *error* seperti diatas yang artinya *chatbot* tidak dapat mendeteksi pertanyaan yang disampaikan oleh pengguna dan kemudian memberikan informasi nomor yang bisa dihubungi lebih lanjut.

Gambar 5. Halaman Pesan *Error*

3.4 Pemilihan topik menu *chatbot*

Pada Gambar 6. Merupakan tampilan ketika pengguna menginputkan teks yang sesuai dengan menu pilihan yang sudah disediakan. Pengguna dapat menginputkan teks yang ada pada pilihannya atau kata yang mirip dengan menu pilihan. Selain itu pengguna juga dapat menginput angka dari menu pilihan untuk mendapatkan informasi dari menu pilihan tersebut.

Gambar 6. Pemilihan Topik Menu *Chatbot*

4. SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil menunjukkan performa yang baik sesuai dengan tujuan untuk membantu siswa baru mendapatkan informasi pendaftaran secara mudah dan interaktif melalui teknologi *chatbot* berbasis pemrosesan bahasa alami (*NLP*). *Chatbot* ini dikembangkan menggunakan *dataset* yang berasal dari SMK Intensif Baitussalam, sehingga mampu memberikan informasi pendaftaran yang akurat dan relevan. Implementasi pada halaman *website* sekolah mempermudah calon siswa mengakses informasi tanpa batasan waktu dan tempat. Dengan memanfaatkan metode *NLP* dan *Cosine Similarity*, *chatbot* ini dapat memahami variasi pertanyaan pengguna dan memberikan respons yang sesuai, meskipun masih memiliki keterbatasan dalam menjawab pertanyaan yang kompleks atau di luar cakupan *dataset*. Secara keseluruhan, *chatbot* ini efektif mendukung proses pendaftaran siswa baru, dengan potensi pengembangan lebih lanjut melalui penambahan *dataset* dan penerapan metode *NLP* yang lebih canggih.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan aplikasi *Chatbot* dari sisi keamanan aplikasi. Selain itu, pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode *deep learning* lainnya sehingga memberikan hasil akurasi yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Furqan, S. Sriani, dan M. N. Shidqi, "Chatbot Telegram Menggunakan Natural Language Processing," *Walisongo J. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, hal. 15–26, 2023, doi: 10.21580/wjit.2023.5.1.14793.
- [2] R. Z. Ramadhani, H. Rusdianto, dan V. Yahya, "Rancang Bangun Aplikasi Pusat Informasi Sekolah Dengan Penerapan Chatbot Menggunakan Aiml Berbasis Android Pada Smk Otomotif Al Husna Tangerang," *JIKA (Jurnal Inform.*, vol. 3, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jika.v3i2.2076.
- [3] E. M. Kusumaningtyas, A. Barakbah, dan C. W. Murti, "CHATBOT TENTANG PENERIMAAN MAHASISWA BARU," vol. xx, no. xx, hal. 1–10, 2022.
- [4] D. Apriliani, S. F. Handayani, dan I. T. Saputra, "Implementasi Natural Language Processing (NLP) Dalam Pengembangan Aplikasi Chatbot Pada SMK YPE Nusantara Slawi," *Techno.Com*, vol. 22, no. 4, hal. 1037–1047, 2023, doi: 10.33633/tc.v22i4.9155.
- [5] IA Rohman, D Swanjaya, A Sanjaya, "Implementasi NLIDB Pada Chatbot CV Owlsoft Media", *Semnasinotek*, vol 3, no 1, hal 304-309, 2024, DOI: <https://doi.org/10.29407/stains.v3i1.4324>
- [6] T. A. Zuraiyah, D. K. Utami, dan D. Herlambang, "Implementasi Chatbot Pada Pendaftaran Mahasiswa Baru Menggunakan Recurrent Neural Network," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 24, no. 2, hal. 91– 101, 2019, doi: 10.35760/tr.2019.v24i2.2388.
- [7] I. A. Rohman, D. Swanjaya, dan A. Sanjaya, "Implementasi NLIDB Pada Chatbot CV Owlsoft Media," *Semin. Nas. Teknol. Sains*, vol. 3, no. 1, hal. 304–309, 2024, doi: 10.29407/stains.v3i1.4324.
- [8] M. R. Muzaki, I. M. Nurfajriana, P. A. Ilahi, A. Ristyawan, dan E. Daniati, "Implementasi Data Mining dengan Algoritma K- Nearest Neighbors untuk Memprediksi Risiko Diabetes Menggunakan Chatbot Telegram," vol. 8, hal. 310–318, 2024.
- [9] D. D.-G. for I. European Commission, *Natural Language Processing for Public Services*. 2022. doi: 10.2799/304724.
- [10] A Sanjaya, AB Setiawan, U Mahdiyah, IN Farida, AR Prasetyo, "Pengukuran Kemiripan Makna Menggunakan Cosine Similarity dan Basis Data Sinonim Kata", *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol 10, no.4, 2023, hal 747-752

Smart Health : Sistem Rekomendasi Obat Berdasarkan Gejala dengan Pendekatan *Word2Vec*

Rika Wahyu Syaputri¹, Ria Permata Sari², Kandhia Winggar Mahawuni³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹*rikaaputri2103@gmail.com, ²rya85486@gmail.com,

³kandhiawinggar@gmail.com

Abstrak – Dalam bidang kesehatan, kebutuhan akan layanan yang cepat sangat penting untuk meningkatkan kualitas fasilitas kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem rekomendasi obat berbasis gejala guna memberikan saran pengobatan yang tepat bagi pengguna. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan teknologi *Artificial Intelligence* khususnya algoritma *Word2Vec*, untuk menganalisis hubungan semantik antara gejala dan obat. Proses pengembangan mencakup tahapan pengumpulan data, *preprocessing*, pembuatan model, dan implementasi dalam bentuk aplikasi berbasis *website* yang interaktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem rekomendasi obat berbasis gejala berhasil dikembangkan sebagai aplikasi berbasis web yang interaktif, memanfaatkan algoritma *Word2Vec* untuk analisis semantik antara gejala dan obat. Sistem ini mampu memberikan rekomendasi obat yang relevan dengan gejala yang diinputkan oleh pengguna, sehingga meningkatkan efisiensi dalam proses pengobatan dibandingkan dengan metode manual. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam keberagaman data yang digunakan, yang dapat memengaruhi performa sistem. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan layanan kesehatan berbasis teknologi dan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut di bidang sistem rekomendasi obat.

Kata Kunci — Kesehatan, Rekomendasi,, *Word2Vec*

1. PENDAHULUAN

Teknologi yang berkembang begitu pesat di era digital membawa banyak dampak perubahan dalam berbagai aspek kehidupan manusia [1]. Dalam pemanfaatannya teknologi yang sedang tren adalah teknologi *Artificial Intelligence* (AI). AI memiliki banyak peran dalam berbagai aspek untuk inovasi teknologi, salah satunya pada bidang kesehatan [2]. Di bidang kesehatan kebutuhan akan layanan yang cepat dan tepat menjadi tantangan tersendiri untuk fasilitas kesehatan [3]. Banyak pasien yang mendapat penanganan yang lama pada saat konsultasi medis dikarenakan jumlah tenaga kesehatan yang terbatas. Hal ini mengakibatkan pasien tidak mendapat penanganan secara cepat. Dengan adanya masalah tersebut diperlukan inovasi teknologi yang mampu merekomendasikan obat atau penanganan awal yang cepat dan tepat.

Penelitian sebelumnya sudah mengembangkan sebuah sistem rekomendasi dalam berbagai bidang. Seperti pada penelitian [4] mengembangkan sistem rekomendasi pekerjaan menggunakan *TF-IDF* mendapatkan hasil cukup baik dengan nilai *Mean Reciprocal Rank* (MRR) 0.85 dan *Average Precision* 0.83. Selanjutnya penelitian [5] membuat sistem rekomendasi apotek menggunakan *GPS* di kota Singaraja dengan hasil aplikasi berbasis android dan memberikan rekomendasi sehingga mempermudah masyarakat dalam pencarian apotik. Selain itu penelitian oleh [6] mengembangkan sistem rekomendasi berdasarkan lirik dan genre lagu menggunakan metode *Word Embedding* (*Word2Vec*). Model mampu memberikan 10 rekomendasi lagu dengan nilai *Mean Average Precision* (MAP) tertinggi 0,72.

Berdasarkan penelitian sebelumnya *Word2Vec* dapat menjadi salah satu solusi inovasi teknologi untuk mengembangkan *Smart Health* atau sistem rekomendasi obat berdasarkan gejala. *Word2Vec* merupakan algoritma yang bekerja dengan memahami hubungan antar kata dan diubah menjadi vektor numerik[7]. Algoritma ini bekerja dengan memproses teks menjadi representasi vektor, yang memungkinkan sistem untuk menganalisis hubungan semantik antara gejala dan obat. Dalam penelitian ini sistem akan diimplementasikan melalui antarmuka berbasis web. Sistem ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi obat yang relevan, meningkatkan efisiensi proses pengobatan, serta memberikan kontribusi bagi pengembangan layanan kesehatan berbasis teknologi.

2. METODE PENELITIAN

Proses penelitian harus dirancang secara sistematis agar hasilnya sesuai dengan harapan. Tahapan penelitian meliputi :

2.1 Analisis Sistem

Pada tahap awal dilakukan analisis sistem dengan tujuan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi oleh pengguna dalam mencari informasi pengobatan yang sesuai. Selanjutnya, melakukan tinjauan literatur untuk mendapatkan wawasan tentang metode yang ada untuk sistem rekomendasi, termasuk teknologi dan algoritma yang relevan, seperti pemrosesan bahasa alami (NLP) dan algoritma *Word2Vec*. Hasil dari analisis kebutuhan pengguna akan menjadi dasar dalam penentuan fitur yang diinginkan, termasuk kemampuan untuk memasukkan gejala, memproses data untuk menghasilkan rekomendasi obat. Selain itu, desain fitur sistem dan desain alur pengguna sangat penting untuk memastikan interaksi yang intuitif dan efisien. Analisis sistem ini bertujuan untuk menjamin bahwa solusi yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan memberikan pengalaman yang optimal dalam mencari obat yang sesuai.

2.2 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dirancang dengan fokus pada fitur utama yaitu rekomendasi obat berbasis web. Proses pertama yang akan dilakukan adalah preprocessing untuk mengolah data teks seperti gejala, deskripsi obat melalui proses penghapusan tanda baca. Data yang telah diproses kemudian dilatih menggunakan model *Word2Vec* yang akan menghasilkan representasi vektor setiap kata dalam dataset. Hasil model akan digunakan untuk melakukan pencocokan agar dapat memberikan daftar rekomendasi obat yang relevan. Arsitektur jalannya sistem dimulai dari sistem menerima input gejala oleh pengguna dalam bentuk teks melalui antarmuka sistem. Setelah itu, data akan diterima sistem yang akan dibersihkan dan diproses untuk memastikan format sesuai dengan kebutuhan model. Model akan menganalisis hubungan semantik antar gejala dengan obat melalui representasi vektor yang akan dicocokkan dengan dataset obat. Selanjutnya sistem akan memberikan hasil daftar obat beserta gejala yang relevan.

2.3 Metode *Word Embedding (Word2Vec)*

Word Embedding (Word2Vec) algoritma yang digunakan untuk merepresentasikan teks sebagai vektor numerik yang mencerminkan hubungan semantik antar kata [4]. *Word2Vec* efisien dalam menangani data teks dengan memanfaatkan jaringan saraf sederhana untuk mempelajari pola dan menghasilkan vektor numerik yang dapat menangkap makna dan hubungan antar kata [8]. *Word2Vec* terdiri dari dua arsitektur utama, yaitu *Continuous Bag of Words (CBOW)* dan *Skip-Gram*, yang masing-masing dirancang untuk memprediksi kata berdasarkan konteksnya atau sebaliknya [7]. Dalam sistem rekomendasi obat, *Word2Vec* memungkinkan untuk mengubah dan memahami hubungan antar deskripsi gejala, nama obat, atau keluhan pasien menjadi vektor numerik yang merepresentasikan makna kata-kata berdasarkan data latih, sehingga dapat memberikan saran obat yang relevan. Model *Word2Vec* dilatih menggunakan data pelatihan yang berisi pasangan gejala dan obat, sehingga sistem dapat mengenali pola hubungan antara gejala dan obat berdasarkan konteks yang ada dalam data. Setelah pelatihan, ketika pengguna menginputkan gejala tertentu, sistem mencocokkan vektor gejala tersebut dengan vektor obat yang relevan dalam ruang vektor. Dengan memanfaatkan model ini, sistem mampu memberikan rekomendasi obat yang sesuai berdasarkan kesamaan semantik dan konteks dalam data pelatihan, meningkatkan akurasi dan relevansi saran pengobatan.

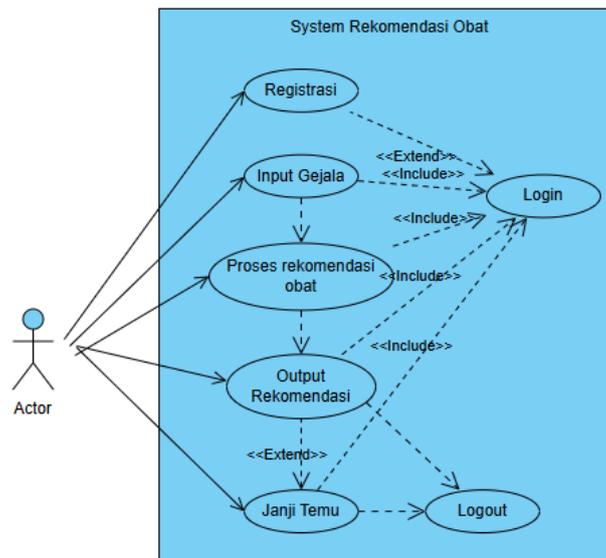
2.4 Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan melalui beberapa tahapan. Tahap awal perancangan sistem meliputi pembuatan desain antarmuka pengguna / *user interface*. Kedua adalah pengumpulan dan pengolahan data teks yang berisi obat/penanganan, gejala, deskripsi penyakit. Dilanjutkan dengan *preprocessing* dan pengembangan algoritma dengan mengolah data gejala dan obat yang digunakan untuk mencocokkan gejala dengan obat yang relevan. Backend sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dan framework Flask untuk mengelola antarmuka sistem rekomendasi dengan model *Word2Vec* yang telah dilatih. Frontend antarmuka dirancang menggunakan *HTML, CSS,* dan *JavaScript* untuk antarmuka yang ramah dan responsif sehingga memudahkan pengguna dalam memasukan gejala dan mengakses rekomendasi obat. Selain itu, database juga digunakan untuk menyimpan data administrasi pengguna dan data perjanjian pasien yang dikirim untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Use Case Diagram

Pada rancangan *use case diagram* dibawah ini menggambarkan interaksi aktor dengan sistem aplikasi. Terdapat beberapa fitur yakni ada register, login, rekomendasi obat, input gejala, output rekomendasi, buat janji temu, hubungan seperti "include" dan "extend" menunjukkan ketergantungan antara aksi-aksi, seperti keharusan login sebelum bisa mengakses aksi utama lainnya. Dengan adanya usecase diagram akan membantu dalam memudahkan pengembangan fitur pada sistem aplikasi yang akan dibuat.



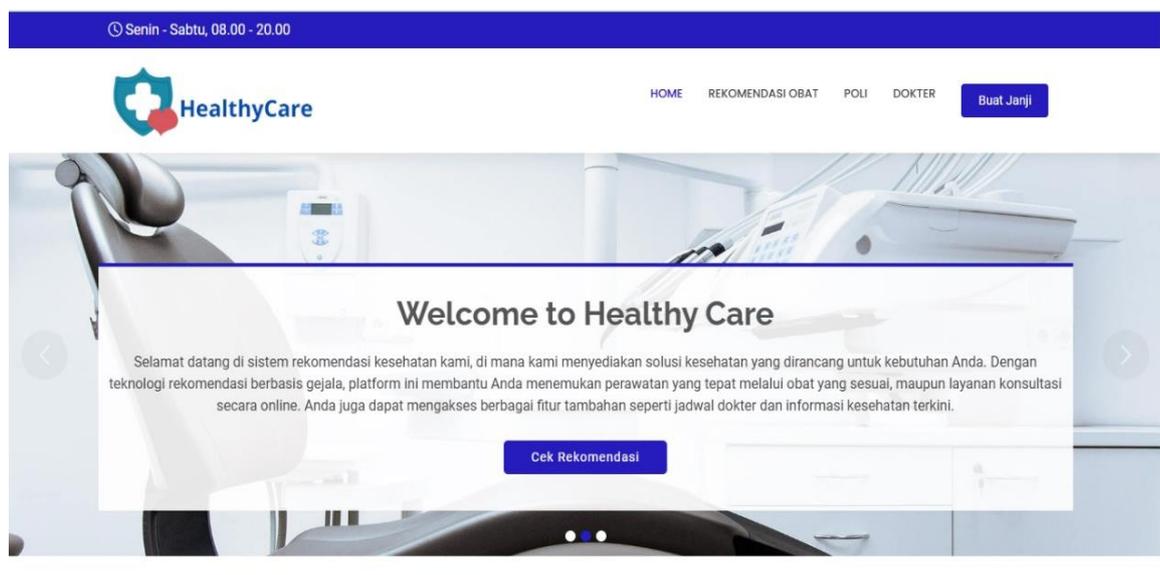
Gambar 1. Use Case Diagram

3.2 Hasil Pengembangan Sistem

Hasil pengembangan "Sistem Rekomendasi Obat" ini mencakup beberapa fitur utama yang mendukung fungsi rekomendasi obat. Dengan pemanfaatan algoritma Word2Vec untuk memahami hubungan semantik antara gejala yang diinput oleh pengguna dengan obat-obatan yang tersedia dalam database. Implementasi Word2Vec dilakukan dengan pelatihan model menggunakan dataset yang terdiri dari data gejala, penyakit, dan obat-obatan yang dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk jurnal kesehatan dan artikel medis. Pertama pengguna dapat mendaftar dan masuk ke sistem untuk mengakses fitur inti. Setelah login, pengguna dapat memasukkan gejala yang dirasakan, yang kemudian diproses oleh sistem untuk memberikan rekomendasi obat yang relevan. Dengan antarmuka yang intuitif dan keamanan data yang ditingkatkan, sistem ini dirancang untuk memberikan rekomendasi obat secara efisien dan aman bagi pengguna.

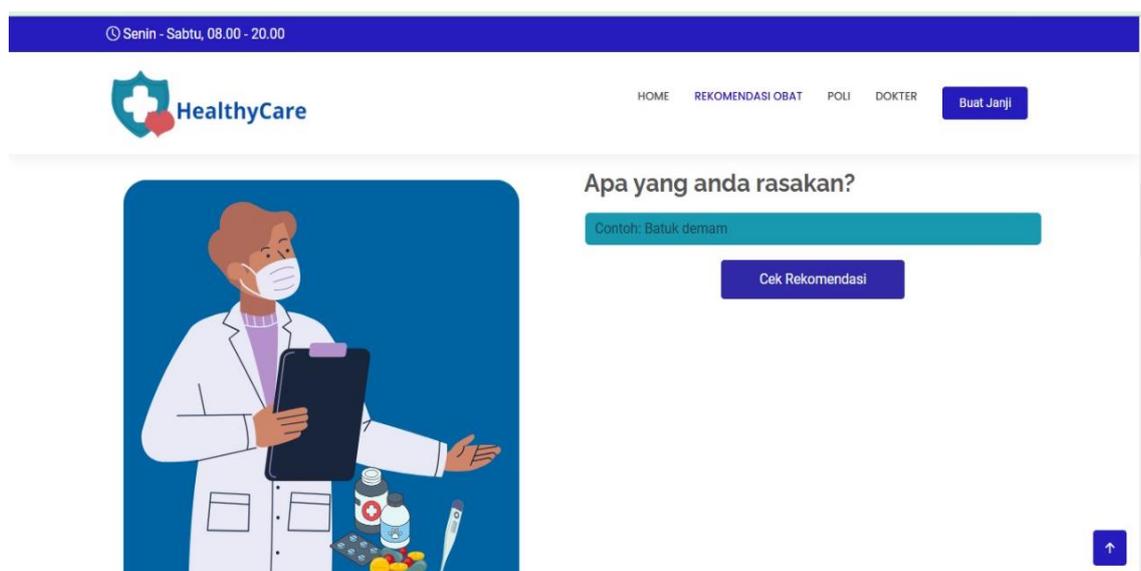
Berikut penjelasan setiap bagian menu aplikasi :

- a. Home Page : Menu ini merupakan halaman utama setelah user melakukan login. User dapat melihat menu pada bagian nav bar sisi kanan, dan juga terdapat sedikit penjelasan mengenai menu yang ada pada aplikasi HealthyCare. User diwajibkan untuk melakukan register terlebih dahulu apabila belum mempunyai akun untuk melakukan login.



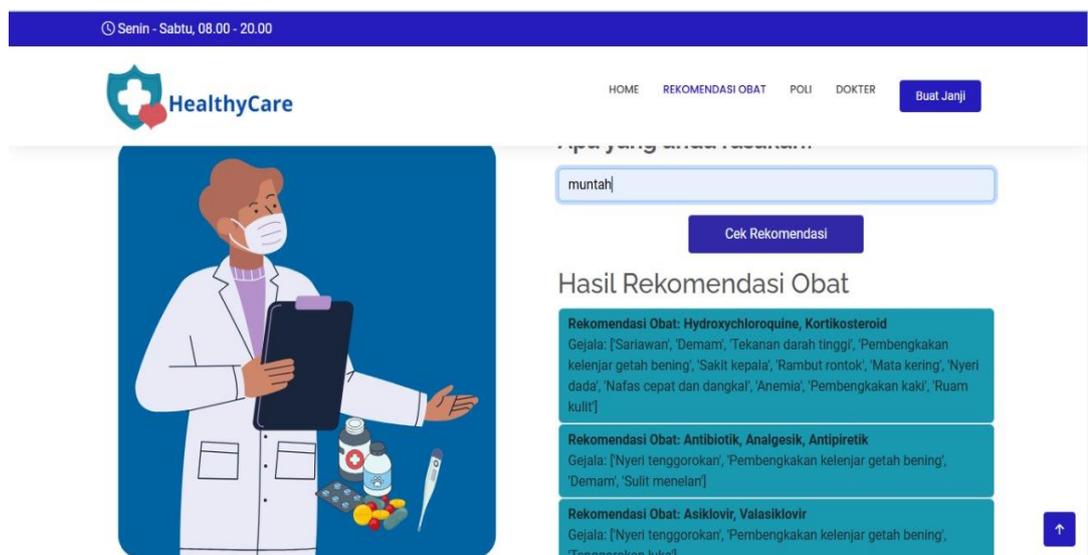
Gambar 2. Home Page

- b. Rekomendasi Obat (Input gejala) : Pada menu rekomendasi obat terdapat bar dimana user dapat menginputkan gejala yang di alami melalui antarmuka sistem. User dapat klik pada bagian tombol cek rekomendasi untuk mengetahui hasil rekomendasi ataupun penanganan yang dapat dilakukan.



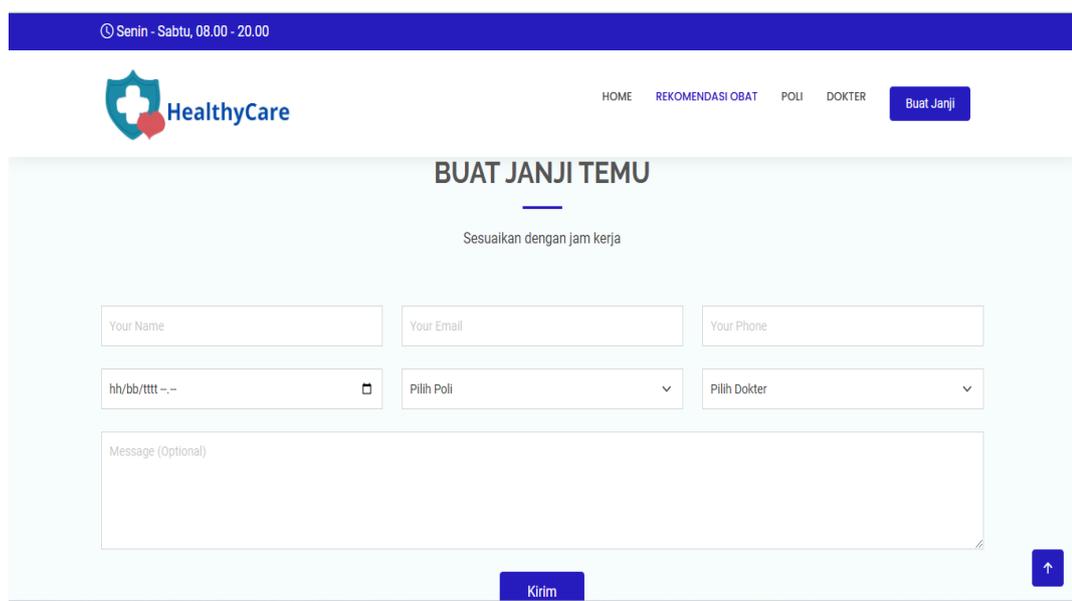
Gambar 3. Sistem Rekomendasi

- c. Hasil Rekomendasi Obat : Pada menu hasil rekomendasi obat terdapat bar yang menampilkan daftar hasil dari rekomendasi obat yang relevan berdasarkan gejala, dengan menampilkan 3 rekomendasi teratas yang paling relevan. User dapat membaca ulang rekomendasi yang diberikan oleh sistem, dan mengambil langkah yang tepat untuk penanganan pengobatan sesuai gejala yang dirasakan.



Gambar 4. Hasil Rekomendasi Obat

- d. Janji Temu : Pada menu janji temu ini, user dapat membuat janji temu dengan dokter disesuaikan dengan jawal yang disediakan. Setelah mengirimkan pesan untuk janji temu user dapat menunggu dihubungi lebih lanjut oleh pihak layanan melalui nomor telepon ataupun email yang akan dikirim pada alamat yang sudah user kirimkan.



Gambar 5. Janji Temu

4. SIMPULAN

Pengembangan *SMART HEALTH* sistem rekomendasi obat berdasarkan gejala menggunakan algoritma *Word2Vec* terbukti efektif dalam menangkap hubungan semantik antara gejala dan obat. Sistem mampu memberikan rekomendasi obat yang relevan berdasarkan gejala yang dimasukkan oleh pengguna, dengan antarmuka yang mudah digunakan. Melalui proses implementasi yang mencakup desain, pengembangan, dan integrasi sistem, teknologi AI dapat diterapkan secara efektif dalam bidang kesehatan untuk meningkatkan kualitas layanan. Namun, masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diatasi dalam pembuatan sistem ini, seperti kebutuhan untuk memperluas dataset gejala dan obat dengan berkonsultasi langsung dengan ahli atau dokter yang kompeten untuk meningkatkan akurasi rekomendasi obat dan penanganan. Penelitian ini memberikan kontribusi

penting dalam pengembangan sistem kesehatan digital dan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut di bidang sistem rekomendasi pengobatan.

5. SARAN

Saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut adalah memperluas dan menambah banyak variasi data pelatihan guna meningkatkan akurasi rekomendasi yang dihasilkan. Tahap preprocessing data dapat dilakukan secara lebih kompleks agar meningkatkan hasil akurasi model yang dilatih. Mengembangkan fitur-fitur dan diintegrasikan langsung dengan layanan kesehatan masyarakat agar dapat dimanfaatkan secara langsung dalam lingkup layanan kesehatan. Selain itu eksplorasi terhadap penggunaan algoritma yang lebih efisien dalam meningkatkan kinerja sistem sangat disarankan. Dengan ini diharapkan dapat membantu dalam pengembangan sistem rekomendasi obat yang lebih baik di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. P. Maulidya and N. Afifah, “Perbankan dalam era baru digital: menuju bank 4. 0,” in *Proceeding Seminar Bisnis Seri V*, 2021.
- [2] P. C. Taraya and A. P. Wibawa, “Mewujudkan Society 5.0 Melalui Pemanfaatan Teknologi Kecerdasan Buatan,” *J. Inov. Tek. dan Edukasi Teknol.*, vol. 2, no. 8, pp. 378–385, 2022, doi: 10.17977/um068v1i82022p378-385.
- [3] A. Rizaldi, A. Voutama, and S. Susilawati, “Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Certainty Factor Dalam Mendiagnosa Kategori Tingkat Demam Berdarah,” *Gener. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 91–101, 2021, doi: 10.29407/gj.v5i2.16015.
- [4] P. N. Raharjo, A. Handojo, and H. Juwiantho, “Sistem Rekomendasi Content Based Filtering Pekerjaan dan Tenaga Kerja Potensial menggunakan Cosine Similarity,” *J. Invra*, vol. 10, no. 2, pp. 1–6, 2022.
- [5] K. Ananta Wijaya, N. Made Kemara Sujiana, I. Bagus Wikrantha Punarbawa, P. Kesehatan Kartini Bali Jalan Piranha No, and P. Ssetan, “Perancangan Sistem Rekomendasi Apotek di Wilayah Kota Singaraja Designing Recommending Systems of Pharmacy in City Area of Singaraja,” *Indones. J. Heal. Inf. Manag.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2022.
- [6] M. A. Lestari, P. P. Adikara, and S. Adinugroho, “Rekomendasi Lagu berdasarkan Lirik dan Genre Lagu menggunakan Metode Word Embedding (Word2Vec),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 8, pp. 2548–964, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [7] A. Nurdin, B. Anggo Seno Aji, A. Bustamin, and Z. Abidin, “Perbandingan Kinerja Word Embedding Word2Vec, Glove, Dan Fasttext Pada Klasifikasi Teks,” *J. Tekno Kompak*, vol. 14, no. 2, p. 74, 2020, doi: 10.33365/jtk.v14i2.732.
- [8] Y. A. Pradana, I. Cholissodin, and D. Kurnianingtyas, “Analisis sentimen pemindahan ibu kota Indonesia pada media sosial Twitter menggunakan metode LSTM dan Word2Vec,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 5, pp. 2389–2397, 2023.

Sistem Pendukung Keputusan Penerima Bantuan Sosial Menggunakan Metode *K-Means Clustering*

Rachmad Abadi¹, Gafana Oly Mido², Irvan Dwi Kristanto³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹rachmadabadi7@gmail.com, ²gafanaoly28@gmail.com, ³irvankotak321@gmail.com

Abstrak – Bantuan sosial merupakan instrumen penting dalam mengurangi kemiskinan dan mendukung kesejahteraan masyarakat. Namun, tantangan seperti data penerima yang tidak akurat, proses seleksi yang lambat, dan bias dalam menentukan penerima sering kali menghambat efektivitas program ini. Penelitian ini mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis algoritma *K-Means* untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam penyaluran bantuan sosial di Kabupaten Kediri. Metode *K-Means* digunakan untuk mengelompokkan data calon penerima bantuan berdasarkan karakteristik yang relevan, sehingga menghasilkan kelompok yang lebih terarah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berhasil diuji melalui berbagai skenario, seperti pendaftaran akun baru, proses autentikasi, input data calon penerima, hingga pengelompokan data menggunakan *K-Means*. Tujuan dari pembuatan sistem pendukung keputusan penerima bantuan ini adalah membantu memprioritaskan penerima bantuan yang benar-benar membutuhkan berdasarkan data yang relevan. Sistem ini mampu mendukung pengelolaan data dan pengambilan keputusan dengan lebih efektif. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam upaya meningkatkan akurasi dan efisiensi program bantuan sosial pemerintah.

Kata Kunci — Bantuan Sosisal, Sistem Pendukung Keputusan, Clusterig *K-means*

1. PENDAHULUAN

Bantuan sosial merupakan salah satu instrumen penting dalam mengurangi kemiskinan dan mendukung kesejahteraan masyarakat. Salah satu aspek penting untuk mendukung Strategi Penanggulangan Kemiskinan adalah dengan tersedianya data kemiskinan yang akurat dan tepat sasaran. Dana bantuan sosial dapat dialokasikan untuk tujuan ini, termasuk pengeluaran yang dapat berupa transfer uang, non tunai, barang atau jasa untuk kesejahteraan masyarakat. Kategori masyarakat miskin merupakan suatu kondisi dimana masyarakat yang ditandai dengan tidak memiliki akses sarana dan prasarana dasar lingkungan yang memadai dengan kualitas perumahan dan pemukiman yang jauh di bawah standar kelayakan serta mata pencaharian yang tidak menentu yang mencakup seluruh multidimensi[1]. Masalah dalam penyaluran bantuan sosial di Kabupaten Kediri meliputi data penerima yang tidak akurat, proses seleksi yang lambat, serta potensi bias dan manipulasi dalam menentukan penerima. Selain itu, keterlambatan dalam memperbarui data sosial-ekonomi membuat bantuan sering kali tidak tepat sasaran, di mana keluarga yang sudah mampu tetap menerima bantuan, sementara yang membutuhkan justru terlewat. Ketidakpastian dalam menentukan kelayakan dapat menyebabkan penyaluran bantuan menjadi tidak efisien dan berisiko merugikan masyarakat yang benar-benar membutuhkan. Hal ini menyebabkan kesenjangan semakin lebar, terutama pada kelompok masyarakat rentan yang tidak mendapatkan bantuan sesuai haknya. Kondisi ini menghambat efektivitas program dan menimbulkan ketidakpuasan di masyarakat.

Sistem Pendukung Keputusan adalah proses pengambilan keputusan dibantu menggunakan komputer untuk membantu pengambil keputusan dengan menggunakan beberapa data dan model tertentu untuk menyelesaikan beberapa masalah yang tidak terstruktur[2]. Dalam konteks ini, metode *K-Means* menawarkan pendekatan yang efektif untuk mengelompokkan calon penerima berdasarkan karakteristik yang relevan. Klasterisasi data merupakan salah satu teknik dalam analisis data yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok atau klaster-klaster berdasarkan kesamaan karakteristik tertentu.

Penerapan SPK berbasis *K-Means* dalam menentukan penerima bantuan sosial pemerintah. *K-means* merupakan algoritma klasterisasi yang banyak digunakan untuk membagi data ke dalam k kelompok berdasarkan tingkat kemiripannya. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bagaimana metode *K-Means* dapat digunakan untuk mengelompokkan penerima bantuan dengan lebih baik, serta dampaknya terhadap efisiensi distribusi bantuan. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berguna bagi pengambil keputusan dan pihak terkait dalam upaya meningkatkan program bantuan sosial di Kabupaten Kediri.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini digunakan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis *web* yang memberikan rekomendasi penerima bantuan sosial. Tahapan penelitian meliputi :

2.1 Studi Literatur

2.1.1 Bantuan Sosial

Bantuan sosial (*bansos*) adalah bentuk bantuan yang diberikan oleh pemerintah atau organisasi kepada individu, keluarga, atau kelompok masyarakat yang membutuhkan, dengan tujuan untuk mengurangi beban ekonomi, meningkatkan kesejahteraan, atau mengatasi kondisi darurat. Bantuan ini biasanya berupa uang, barang, atau layanan dan diberikan tanpa adanya kewajiban pengembalian[3].

2.1.2 *K-Means*

Algoritma *K-Means* merupakan salah satu algoritma clustering dalam data mining yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam *k* kluster berdasarkan kemiripan atribut. Proses clustering dengan metode *K-Means* melibatkan beberapa langkah, yang pada akhirnya menghasilkan *k* kelompok data yang memiliki karakteristik serupa[4]. Rumus jarak *Euclidean* sebagai berikut:

$$d(x_i, \mu_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \mu_{jk})^2}$$

$$d(x_i, \mu_j) = \text{Jarak Euclidean}$$

$$x_{ik} = \text{Nilai atribut ke-}k \text{ dari data } x_i$$

$$\mu_{jk} = \text{Nilai atribut ke-}k \text{ dari centroid } j$$

$$n = \text{Jumlah atribut}$$

2.1.3 PHP

PHP adalah bahasa pemrograman berbasis *interpreter*, yang berarti bahwa proses penerjemahan kode sumber menjadi kode mesin dilakukan secara langsung saat kode tersebut dijalankan, tanpa perlu melalui tahap kompilasi sebelumnya[5]. Sebagai salah satu bahasa *Server Side Programming*, PHP digunakan untuk membangun aplikasi *web* dinamis yang memproses data di *server* sebelum hasilnya dikirimkan ke *browser* pengguna. Dengan fitur-fitur seperti integrasi dengan *database*, manipulasi *file*, dan penanganan *form*, PHP menjadi salah satu bahasa populer untuk pengembangan *web*.

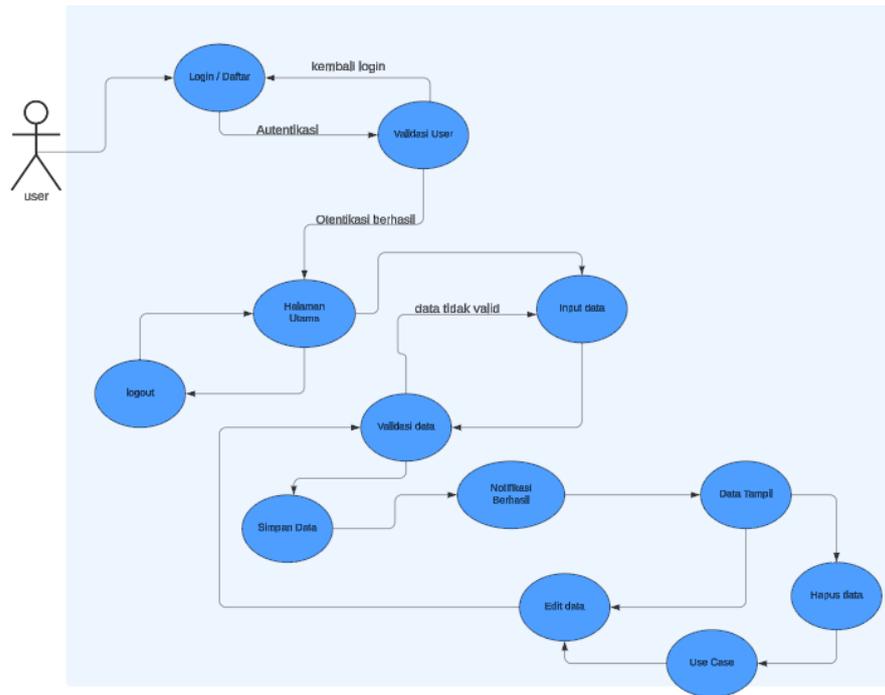
2.1.4 *MySQL*

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional (*Relational Database Management System* atau *RDBMS*) yang bersifat *open-source*. *MySQL* menggunakan *Structured Query Language* (*SQL*) sebagai bahasa utama untuk mengelola, mengakses, dan memanipulasi data dalam *database*[6]. Dirancang untuk kecepatan, keandalan, dan kemudahan penggunaan, *MySQL* sering digunakan pada aplikasi berbasis *web* dan merupakan komponen utama dalam pengembangan aplikasi dengan arsitektur *LAMP* (*Linux, Apache, MySQL, PHP/Perl/Python*). *MySQL* mendukung berbagai operasi seperti pembuatan tabel, pengolahan data, dan pengelolaan hak akses pengguna.

2.2 Desain Sistem

2.2.1 *Use Case* Sistem

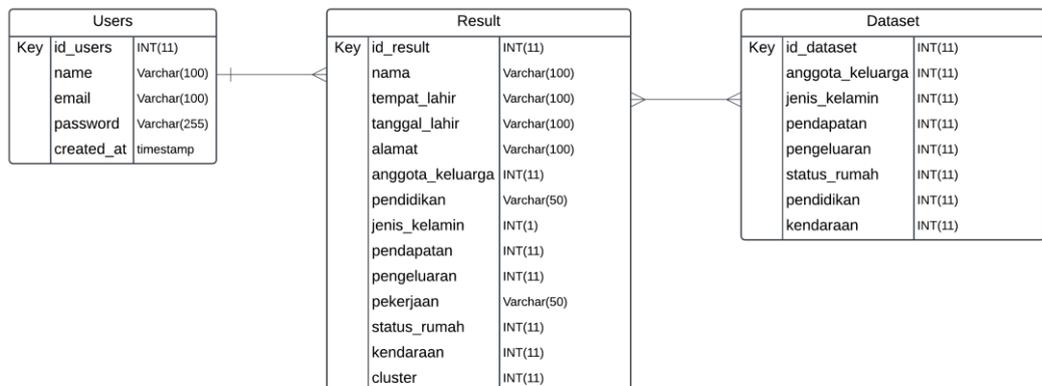
Use case adalah model yang menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem untuk mencapai tujuan tertentu. *Use case* membantu pengembang memahami skenario interaksi dalam sistem, di mana aktor dapat terlibat dalam beberapa *use case*, dan setiap *use case* dapat memiliki hubungan seperti *include*, *extend*, atau *generalization*[7]. Berikut adalah rancangan *use case* Smart Bansos:



Gambar 1. Use Case

2.2.2 Entity Relationship Diagram(ERD)

ERD (*Entity-Relationship Diagram*) adalah diagram yang digunakan untuk memodelkan struktur data dalam sistem, dengan menggambarkan entitas, atribut, dan hubungan antar entitas untuk perancangan basis data[8]. ERD sering digunakan dalam tahap perancangan sistem untuk memastikan bahwa struktur basis data memenuhi kebutuhan informasi sistem secara menyeluruh. Berikut ERD Smart Bansos:



Gambar 2. ERD

2.2.3 Rancangan User Interface(UI)

User Interface (UI) adalah tampilan dan elemen interaktif yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem atau aplikasi[9]. Perancangan UI yang baik sangat penting untuk memastikan pengalaman pengguna yang intuitif, efisien, dan nyaman. Dengan desain yang tepat, UI dapat membantu pengguna mencapai tujuan mereka dengan cepat dan tanpa kesalahan, sekaligus meningkatkan kepuasan dan kesan positif terhadap aplikasi. UI yang dirancang dengan baik juga berperan penting dalam meningkatkan produktivitas pengguna dan mendukung keberhasilan aplikasi secara keseluruhan. Berikut adalah rancangan UI Smart Bansos:

Sistem Bantuan Sosial Pintar

Masuk Akun

Nama Pengguna

Kata Sandi

LOGIN

[Lupa Kata Sandi?](#)

[Belum Punya Akun? Daftar Akun](#)

Gambar 3. UI Halaman Login

Gambar 3 merupakan halaman pengguna untuk memasukkan nama dan kata sandi yang sudah pernah membuat sebelumnya. Apabila pengguna belum pernah membuat akun maka bisa untuk menekan link daftar akun.

Sistem Bantuan Sosial Pintar

Daftar Akun

Nama Lengkap

Alamat Email

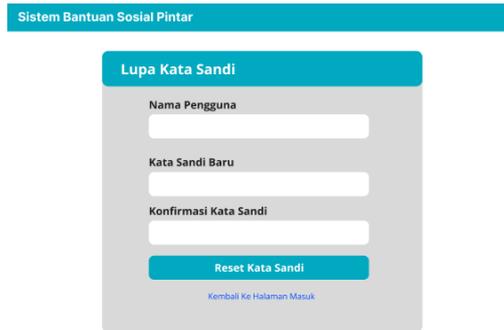
Kata Sandi

Dengan membuat akun, Anda menyetujui Syarat & Ketentuan serta Kebijakan Privasi kami

LOGIN

Gambar 4. UI Halaman Daftar Akun

Gambar 4 menunjukkan fungsi utama dari halaman Daftar Akun pada sistem ini adalah untuk pengguna baru membuat akun sebagai langkah awal dalam mengakses layanan dari Sistem Bantuan Sosial Pintar. Formulir pendaftaran meminta tiga informasi penting yaitu nama lengkap yang digunakan sebagai identitas pengguna dalam sistem, alamat email untuk validasi dan komunikasi seperti mengirimkan notifikasi atau verifikasi akun, serta kata sandi yang akan menjadi keamanan login. Kemudian checkbox pada halaman ini berfungsi untuk memastikan bahwa pengguna telah membaca dan menyetujui Syarat & Ketentuan serta Kebijakan Privasi sebelum melanjutkan pendaftaran. Dan kemudian pengguna bisa menekan tombol login untuk mengirim data yang telah dimasukkan ke sistem, di mana sistem akan memproses pembuatan akun baru dan memvalidasi informasi yang diberikan.



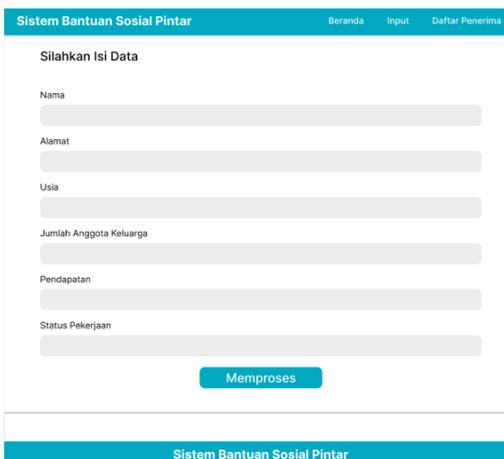
Gambar 5. UI Halaman Lupa Kata Sandi

Halaman bagi pengguna yang lupa dengan kata sandi yang telah dibuat. Pengguna dapat memasukkan nama pengguna dan kata sandi baru dan mengkonfirmasi kata sandi baru yang telah diketik sebelumnya dan menekan tombol reset kata sandi. Hal ini tampak pada gambar 5.



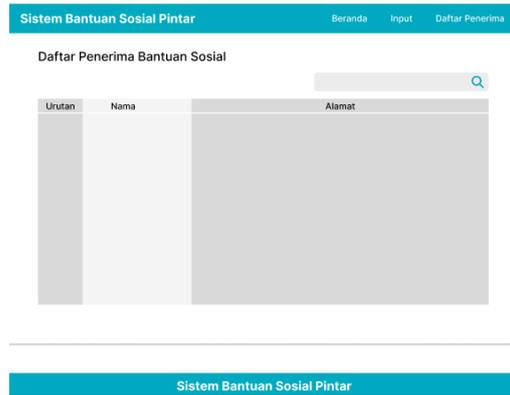
Gambar 6. UI Halaman Utama

Pada halaman utama tampak pada gambar 6 terdapat halaman beranda yang berisi keterangan dari sistem bantuan sosial pintar, kemudian terdapat menu input untuk memasukan data penerima kedalam sistem pendukung keputusan dan daftar penerima bantuan sosial yang telah diinputkan apakah termasuk layak atau tidak layak dalam menerima bantuan sosial.



Gambar 7. UI Halaman *Input*

Halaman input tampak pada gambar 7 menunjukkan pengguna dapat memasukkan identitas penerima meliputi nama, alamat, usia, jumlah anggota keluarga, pendapatan, dan status pekerjaan. Tombol memproses sistem untuk melakukan keputusan dari data yang telah dimasukkan.

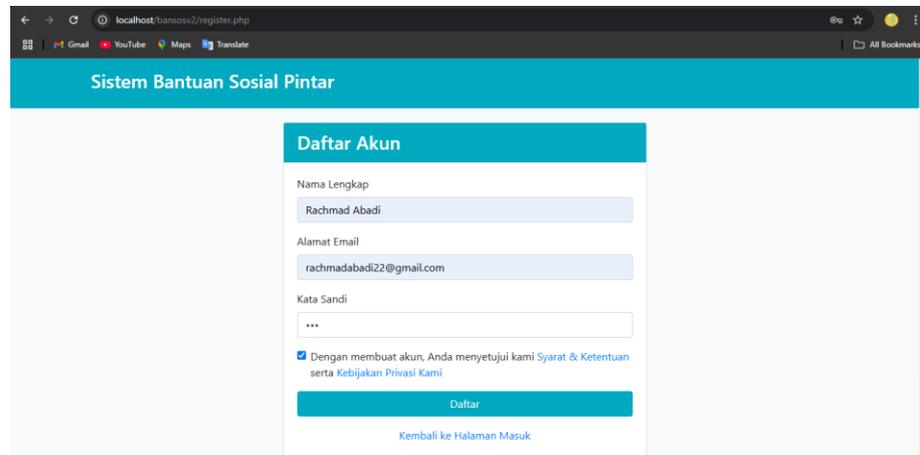


Gambar 8. UI Halaman Tampil Data

Pada halaman tampil data pada gambar 8 terdapat *search bar* untuk mencari dari daftar penerima bantuan sosial yang sudah di proses dengan metode k-means clustering.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

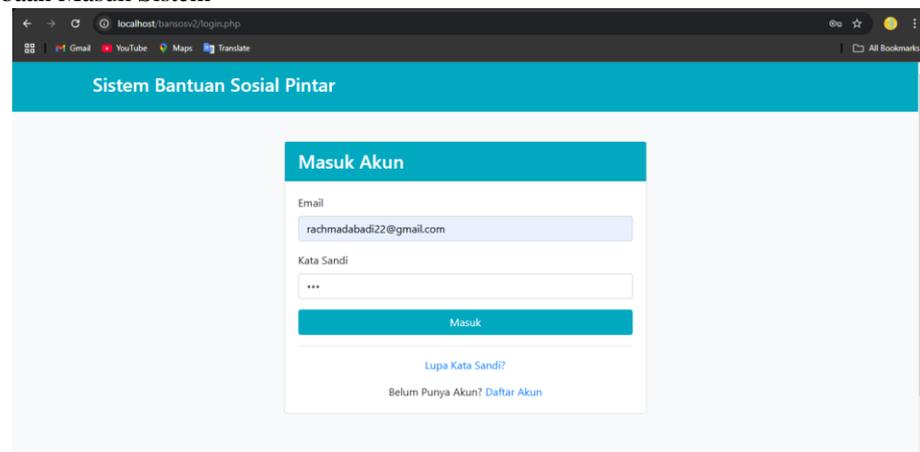
3.1 Percobaan Daftar Akun



Gambar 9. Halaman Daftar Akun

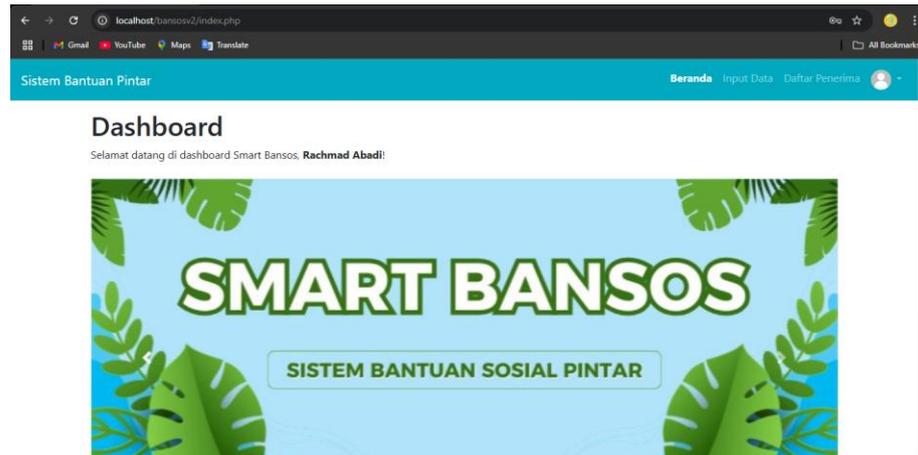
Pada gambar 9 menunjukkan halaman daftar akun berisi *input* data seperti nama lengkap, *email* dan kata sandi. Jika pengguna sudah berhasil membuat akun maka sudah bisa digunakan untuk masuk ke sistem.

3.2 Percobaan Masuk Sistem



Gambar 10. Halaman Masuk

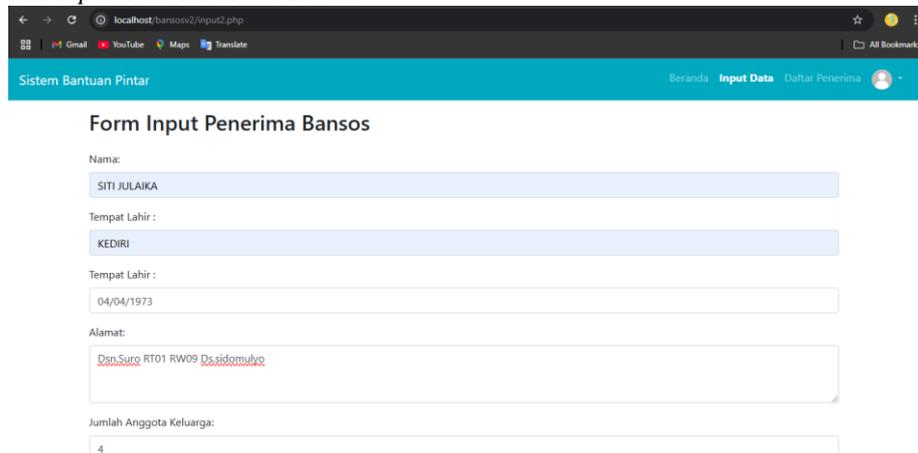
Untuk masuk pada sistem maka dibutuhkan *input* email dan kata sandi yang telah dibuat oleh pengguna. Jika berhasil masuk maka akan ditampilkan halaman utama sistem. Hal ini tampak pada gambar 10.



Gambar 11. Halaman Utama

Fungsi utama halaman Dashboard pada sistem ini adalah sebagai pusat informasi dan navigasi awal bagi pengguna setelah berhasil masuk ke dalam sistem. Sebagaimana tampak pada gambar 11.

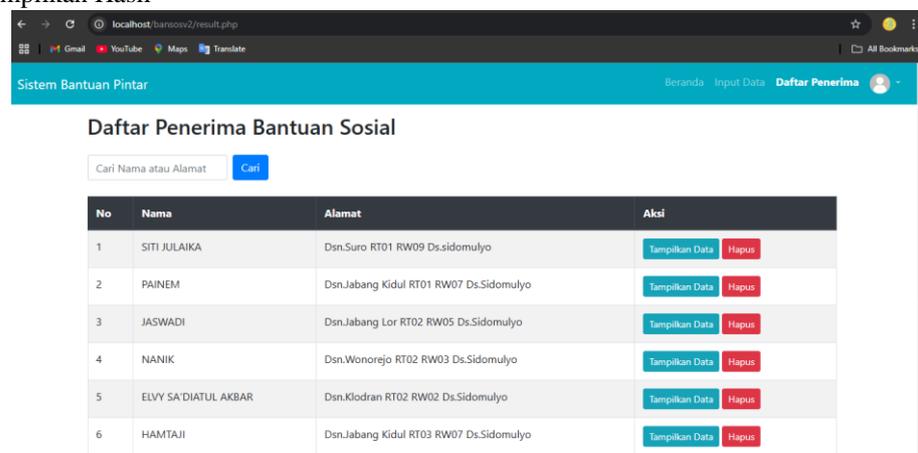
3.3 Percobaan *Input Data* Penerima Bansos



Gambar 12. Halaman *Input Data*

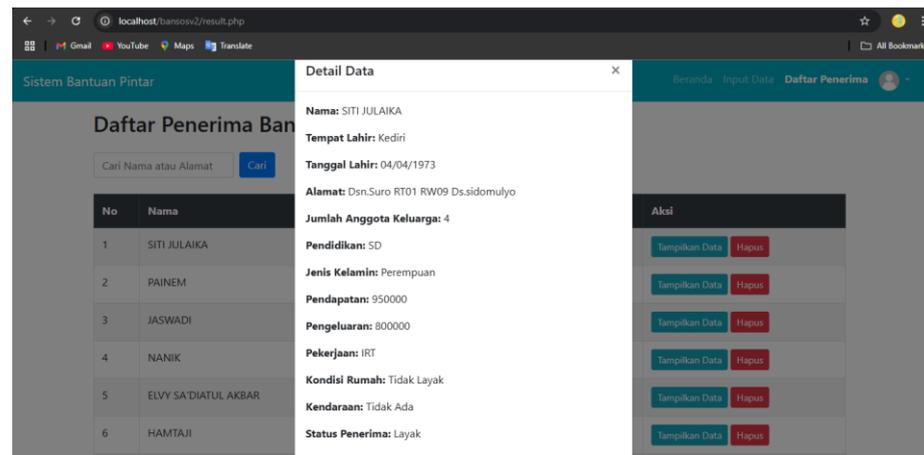
Gambar 12 menunjukkan bahwa pengguna dapat memasukkan data calon penerima bantuan sosial pada halaman *input data*.

3.4 Menampilkan Hasil



Gambar 13. Halaman Daftar Penerima

Jika proses *input data* berhasil maka akan menampilkan hasil status penerima apakah layak atau belum layak mendapatkan bantuan sosial. Sebagaimana tampak pada gambar 13.



Gambar 14. Detail Data Penerima

Gambar 4 menampilkan informasi lengkap penerima bantuan sosial yang telah terdaftar dalam sistem. Ketika pengguna memilih salah satu nama dari daftar penerima, sistem akan memunculkan jendela pop-up yang berisi data rinci, seperti nama, tempat lahir, tanggal lahir, alamat, jumlah anggota keluarga, pendidikan, jenis kelamin, penghasilan, pengeluaran, pekerjaan, kondisi rumah, kendaraan, dan status penerima.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dikembangkan telah berhasil diuji dan menunjukkan kinerja yang sesuai dengan kebutuhan. Percobaan pendaftaran akun baru, proses masuk ke dalam sistem, dan *input* data calon penerima bantuan sosial berjalan dengan baik. Selain itu, sistem juga berhasil menampilkan hasil pengelompokan data penerima bantuan sosial menggunakan algoritma *K-Means*, yang mempermudah dalam pengelolaan dan analisis data. Keberhasilan ini membuktikan bahwa sistem mampu memenuhi fungsionalitas yang diharapkan dan dapat digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan secara efektif.

5. SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan menambahkan fitur visualisasi hasil pengelompokan data agar lebih informatif, meningkatkan keamanan sistem pada proses pendaftaran dan autentikasi, serta mengoptimalkan algoritma *K-Means* untuk menentukan jumlah kluster yang tepat. Selain itu, integrasi dengan *database* resmi untuk validasi data otomatis dan pengujian pada skala data yang lebih besar perlu dilakukan untuk memastikan kinerja sistem tetap stabil dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Astuti, Samsudin, and Triase, "PENERAPAN DATA MINING DALAM MENENTUKAN PENERIMA BEASISWA UPZ (Unit Pengumpulan Zakat) MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS," *JSI J. Sist. Inf.*, vol. 13, no. 2, p. 2021, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jsi/index>
- [2] Y. A. Putri Kartikasari, Y. Agus Pranoto, and D. Rudhistiar, "Penerapan Metode K-Modes Untuk Proses Penentuan Penerima Bantuan Langsung Tunai (Blt)," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 5, no. 1, pp. 389–397, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3300.
- [3] M. Luthfi, "EFEKTIFITAS BANTUAN SOSIAL PROGRAM KELUARGA HARAPAN DALAM MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN KELUARGA (Studi Kasus di Desa Margajaya Kecamatan Ngamprah KBB)," *Comm-Edu (Community Educ. Journal)*, vol. 2, no. 1, p. 81, 2019, doi: 10.22460/comm-edu.v2i1.2442.
- [4] N. Arifin, R. Heri Irawan, and I. Nur Farida, "Algoritma K-Means Untuk Memprediksi Stok Bahan Baku Produksi," *Univ. Nusant. PGRI Kediri. Kediri*, vol. 1, 2022.
- [5] H. Hidayat, Hartono, and Sukiman, "Pengembangan Learning Management System (LMS) untuk Bahasa Pemrograman PHP," *J. Ilm. Core It*, vol. 5, no. 1, pp. 20–29, 2017, [Online]. Available: <http://ijcoreit.org/index.php/coreit/article/view/11>

-
- [6] R. F. Ramadhan and R. Mukhaiyar, “Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 129–134, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.55.
- [7] L. Setiyani, “Desain Sistem : Use Case Diagram Pendahuluan,” *Pros. Semin. Nas. Inov. Adopsi Teknol. 2021*, no. September, pp. 246–260, 2021, [Online]. Available: <https://journal.uii.ac.id/AUTOMATA/article/view/19517>
- [8] M. L. A. Latukolan, A. Arwan, and M. T. Ananta, “Pengembangan Sistem Pemetaan Otomatis Entity Relationship Diagram Ke Dalam Database,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 4, pp. 4058–4065, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [9] M. Multazam, I. V Papatungan, and B. Susanto, “Perancangan User Interface dan User Experience pada Placeplus menggunakan Pendekatan User Centered Design,” *Univ. Islam Indones.*, vol. 1, pp. 1–8, 2020, [Online]. Available: <https://journal.uii.ac.id/AUTOMATA/article/view/15528/10233>

Perancangan Aplikasi Android untuk Mendukung Pariwisata di Kediri dan Rekomendasi lokasi Pariwisata Berbasis AI

Aldino Alung Putra Anugraha¹, Dani Archdiansyah², Pramudya Cipta Panatagama³

^{1,2,3}Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹aldinoalungputraanugraha@gmail.com, ²ardiansyachd5@gmail.com, ³nata99.gama@gmail.com

Abstrak – Berwisata merupakan kegiatan yang dilakukan oleh seseorang atau berkelompok dengan memiliki tujuan tertentu. Namun seiring berjalannya waktu kita menyadari kalau kita ingin berwisata namun masih sulit untuk menemukan Lokasi wisata yang tepat. Dengan kita membuat aplikasi khusus wisata yang dapat menuntun wisata daerah Kediri sebagai destinasi. Aplikasi Ketra dikembangkan sebagai respons terhadap meningkatnya kebutuhan akan solusi digital yang memudahkan wisatawan dan warga lokal dalam menjelajahi Kediri. Kota Kediri memiliki berbagai destinasi wisata yang berpotensi meningkatkan ekonomi lokal, namun informasi yang tersebar dan aksesibilitas masih menjadi kendala. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan aplikasi mobile yang menyajikan panduan wisata, informasi transportasi, rekomendasi kuliner, serta layanan lainnya yang relevan dengan pariwisata Kediri.

Kata Kunci — Berwisata, Aplikasi Pariwisata, Teknologi Digital, Kediri.

1. PENDAHULUAN

Wisata merupakan perjalanan yang dilakukan oleh seseorang atau kelompok orang dengan mengunjungi tempat tertentu untuk tujuan rekreasi, pengembangan pribadi, atau mempelajari daya tarik wisata. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah terbatasnya akses informasi terpadu mengenai destinasi wisata tersebut, yang berdampak pada kurang optimalnya kunjungan wisatawan. Terlebih, informasi terkait akomodasi, rute perjalanan, dan layanan pendukung wisata di Kota Kediri [1] dan Kabupaten Kediri[2] belum terorganisir secara mudah di aksesnya, Sehingga mempersulit wisatawan dalam merencanakan perjalanan. Dalam era digital yang berkembang pesat, aplikasi mobile yang informatif dan mudah digunakan merupakan solusi strategis untuk meningkatkan aksesibilitas pariwisata sekaligus mendukung ekonomi lokal. Dengan penerapan 360 virtual tour[3] berbasis virtual reality dapat menambah ketertarikan terhadap daya Tarik wisata. Potensi tersebut harus dikembangkan agar menarik wisatawan untuk berkunjung sehingga Pariwisata Kediri akan sejajar dengan daerah lainnya di Indonesia..

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode pengembangan perangkat lunak Waterfall[4] digunakan untuk mendesain sistem. Ini dipilih karena sifatnya yang berurutan dan sistematis, mulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian. Proses pembuatan aplikasi ini berfokus pada sistem rekomendasi pariwisata di Kediri dengan mudah dan dapat di mengerti. Karena setiap tahapannya dilaksanakan dengan jelas dan terstruktur. Berikut tahapan – tahapannya :

2.1 Perancangan Sistem

1. Analisa Kebutuhan Sistem

Pada tahapan ini, analisis dilakukan terhadap kebutuhan fungsional dan non fungsional aplikasi. Kebutuhan fungsional termasuk dalam fitur aplikasi utama seperti memunculkan lokasi terdekat dan paling rekomendasi terkini, dan untuk kebutuhan nonfungsional termasuk dalam desain antarmuka pengguna dan mudah digunakan untuk pengguna, responsif, dan efisien.

2. Desain Antarmuka Pengguna

Untuk membuat wireframe dan prototype menggunakan figma. Tujuan pembuatan design membuat pengalaman pengguna mudah memahami, responsif, dan menarik. Penyesuaian design ini dibuat dalam rangka untuk mempermudah dan mudah dipahami oleh pengguna.

3. Desain Sistem AI untuk Rekomendasi Lokasi Pariwisata

Pada tahap ini, algoritma KNN (K-Nearest Neighbors), yang digunakan dengan metode Cosine Similarity, digunakan untuk merekomendasikan lokasi terdekat. Data pariwisata yang kita gunakan

adalah dari pencarian secara manual lokasi pariwisata yang berada di Kediri. Dan disaring dari lokasi terdekat pengguna.

4. Desain Application Programming Interface dan Backed

Aplikasi backend menggunakan framework Django untuk mengelola data lokasi. API yang dibangun di backend akan menghubungkan dataset kedalam aplikasi android[6]. Ini memungkinkan untuk aplikasi dapat mengambil dan memunculkan rekomendasi terdekat pengguna.

2.2 Alat dan Teknologi yang digunakan

Beberapa alat teknologi yang digunakan untuk membuat aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Django adalah alat yang digunakan untuk backend dan mengelola data melalui API.
2. Android Studio adalah alat yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi.
3. KNN dan Cosine similarity untuk mengembangkan algoritma kecerdasan yang dapat mendeteksi gambar dan akan menentukan lokasi yang akan di inputkannya.
1. Cosine Similarity

Cosine Similarity digunakan untuk mengukur kesamaan antara dua vektor. Nilai cosine similarity berkisar antara -1 (terbalik) hingga 1 (sama). Dalam konteks KNN, cosine similarity digunakan untuk mengukur seberapa mirip dua titik data (vektor fitur) satu sama lain. Berikut rumus cosine similarity:

$$\text{Cosine Similarity} = \frac{A \cdot B}{\|A\| \cdot \|B\|}$$

Dimana :

- 1) A dan B adalah vektor fitur (misalnya, vektor representasi inputan gambar atau data pengguna).
- 2) $A \cdot B$ adalah hasil perkalian dot antara vektor A dan B.
- 3) $\|A\|$, $\|B\|$ adalah panjang (norma) dari vektor A dan B, yang dihitung dengan rumus :

$$\|A\| = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}$$
$$\|B\| = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_n^2}$$

2. KNN (k-Nearest Neighbors)

Untuk menggunakan Cosine Similarity dalam algoritma KNN, langkah-langkah adalah:

- 1) Tentukan jumlah tetangga terdekat k. Berikut adalah perhitungannya:

$$\text{Euclidean Distanc}(x, y) = (x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 \dots + (x_n - y_n)^2$$

- 2) Hitung Cosine Similarity antara data titik yang diuji dengan semua titik data dalam dataset.
- 3) Pilih k tetangga dengan nilai cosine similarity tertinggi.
- 4) Tentukan kelas atau label berdasarkan mayoritas kelas.

2.3 Proses Pengujian

Meskipun aplikasi belum dilakukan sepenuhnya, namun beberapa langkah pengujian telah dilakukan untuk memastikan kebutuhan aplikasi dapat digunakan. Dengan menggunakan metode black-box testing digunakan untuk menguji fungsi yang diharapkan. Test yang dilakukan adalah:

1. Pengujian aplikasi antarmuka pengguna: memastikan aplikasi dapat digunakan secara fungsional.
2. Pengujian API: Uji API aplikasi dapat terhubung ke server django. Untuk memastikan data-data wisata dapat muncul.
3. Pengujian Algoritma AI: Memastikan bahwa algoritma dapat merekomendasikan pariwisata terdekat.

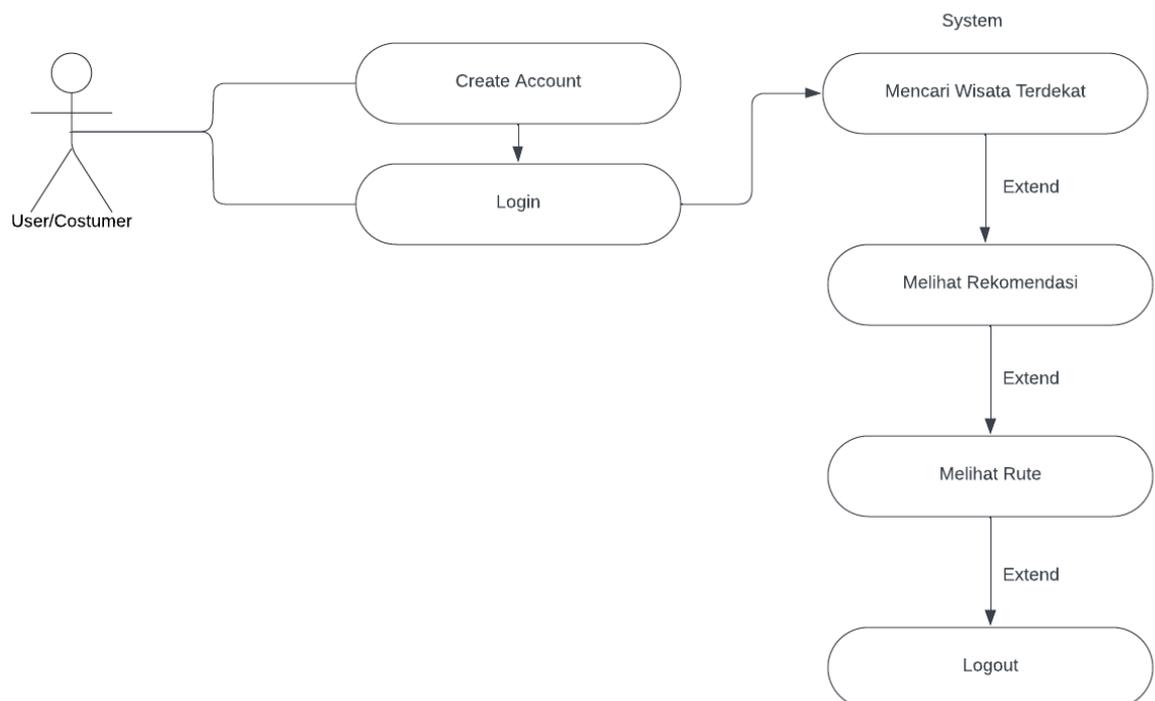
2.4 Evaluasi Sistem

Setelah tahap pengujian selesai, sistem akan dievaluasi lebih mendalam berdasarkan hasil evaluasi. Sebelum implementasi dan pengujian tambahan dilakukan, evaluasi ini akan menilai apakah aplikasi sudah memenuhi kebutuhan penggunaan seperti mempermudah pengguna untuk mencari pariwisata terdekat dan mendapatkan hasil bahwa masih terkendala untuk mendemostrasikan alur jalan yang akan dilalui. Hasil evaluasi akan digunakan untuk merancang perbaikan tambahan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Use Case Diagram[5]

Aplikasi Rekomendasi Pariwisata di Kediri berbasis kecerdasan ai untuk mendukung rekomendasi ini. Didukung oleh desain sistem. Proses perancangan melibatkan diagram dan tampilan antarmuka yang menunjukkan alur interaksi pengguna dengan fitur yang ada di aplikasi, sehingga pengguna dapat lebih mudah untuk mengakses utility dalam aplikasi berikut diagramnya.



Gambar 1. use case diagram

Diagram ini menunjukkan alur dalam penggunaan aplikasi.

1. User: Pengguna aplikasi yang ingin mendapatkan rekomendasi wisata.

Use Cases

1. Mendaftar: User dapat mendaftar untuk membuat akun.

2. Login: User dapat masuk ke akun mereka.

3. Mencari Wisata Terdekat: User dapat mencari tempat wisata berdasarkan lokasi saat ini.

4. Melihat Rekomendasi: User dapat melihat daftar rekomendasi wisata yang ditampilkan.

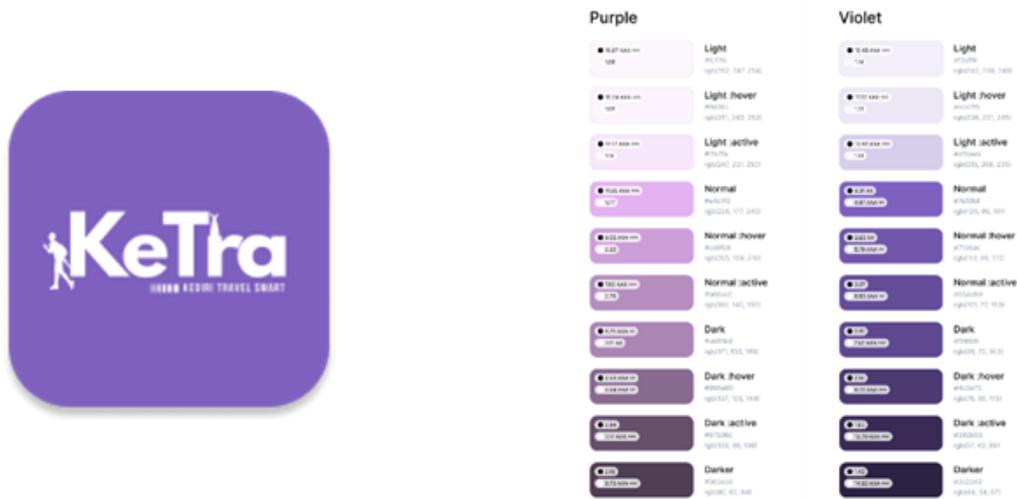
5. Melihat Rute: User dapat melihat rute menuju tempat wisata yang dipilih.

6. Logout: User dapat keluar dari akun mereka.

3.2 Desain Antarmuka

Perancangan sistem informasi wisata Kediri berbasis android memerlukan implementasi perangkat lunak, basis data, instalasi program, penggunaan program, dan antarmuka (User Interface). Tujuan Pengujian sistem ini akan diperoleh sistem yang akurat dan efisien, sehingga diperlukan spesifikasi perangkat sebagai berikut:

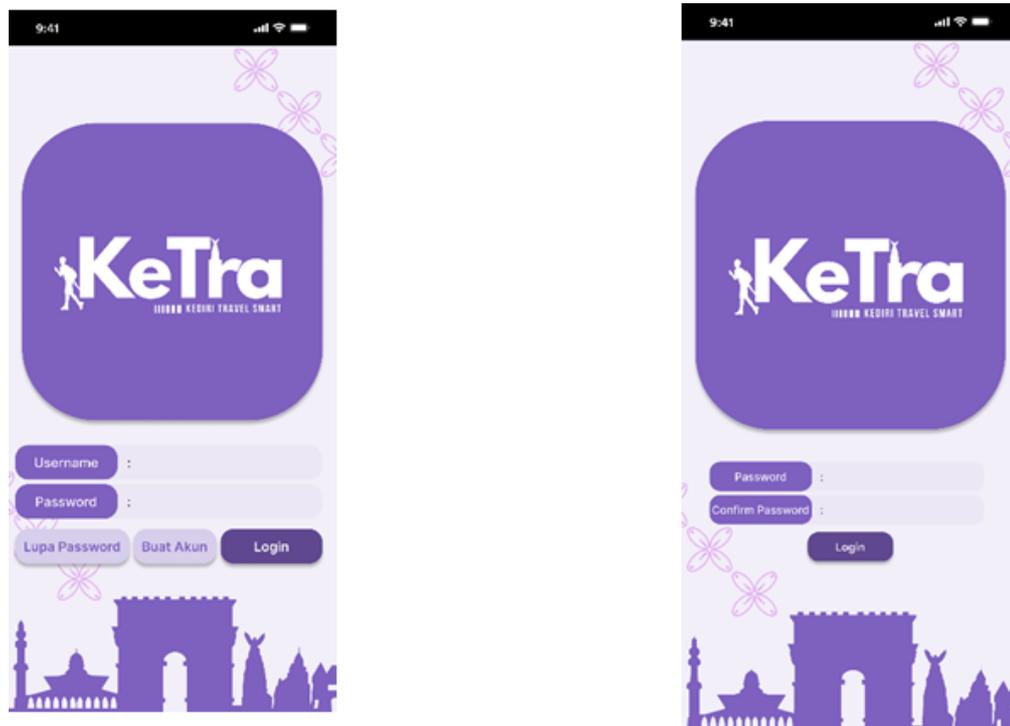
1. Logo aplikasi



Gambar 2. logo aplikasi dan warna primer dan sekunder

mengandung unsur travel dan juga lokasi lanmark di kediri dan juga mengandung ciri khas kediri. Dengan memadukan warna khas kediri dengan warna ungu kami menemukan warna yang serasi untuk Aplikasi.

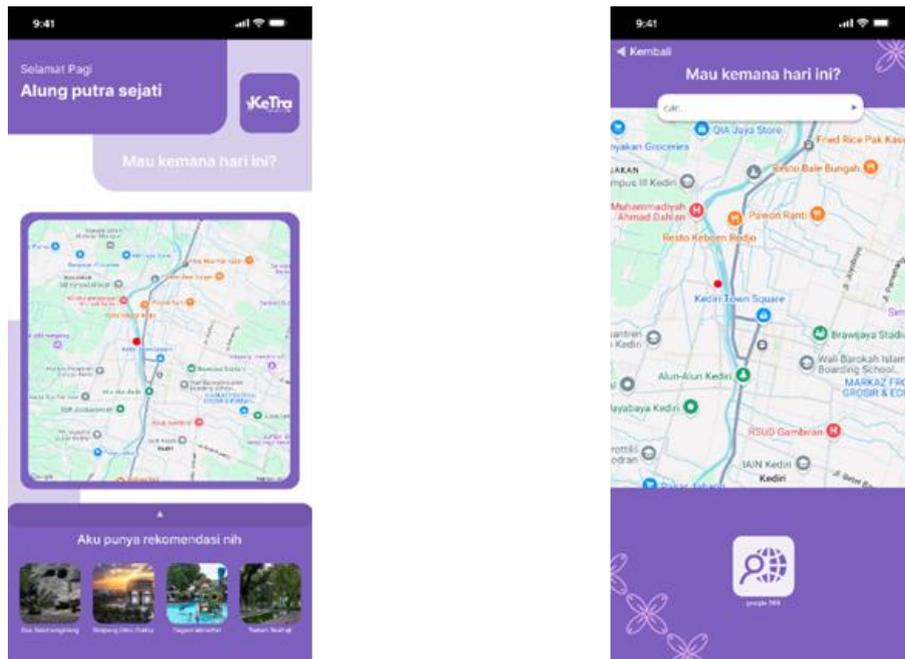
2. Tampilan login dan register



Gambar 3. tampilan login dan register

Di dalam halaman login kita membuat aplikasinya memiliki ciri khas kediri yang dimana kita masukan ornamen ornamen landmark di kediri dan juga kita menambahkan batik agar kita tidak lupa akan bahwa batik dari Indonesia. Di dalam halaman register kita memiliki alur Membuat user name terlebih dahulu lalu selanjutnya di ikuti memasukan password dan confirm password agar memudahkan penggunaannya

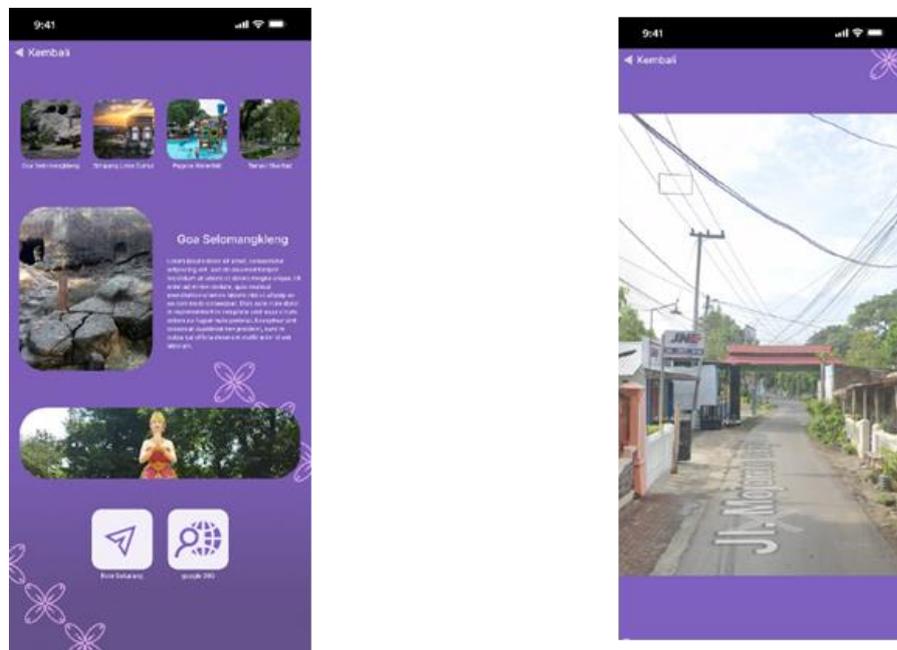
3. Tampilan Home dan Tampilan maps



Gambar 4.tampilan home dan tampilan maps

Didalam halaman home page kita membuat bahasa yang interaktif seperti aplikasi menanyakan mau kemana hari ini?. Lalu aku punya rekomendasi nih. Jadi mempermudah pengguna ketika mau ingin menggunakan Di dalam page ini kita menambah kan fitur 360 yang ada di google jadi dapat mengenal sekitar dan tahu posisi pengguna.

4. Tampilan wisata dan informasi wisata



Gambar 5. tampilan wisata dan informasi wisata

Didalam halaman ini kita juga nambahkan ada apasaja si di wisata itu dan kita juga menambahkan deskripsi setiap wisatanya

3.3 Pengujian Aplikasi

Fokus utama pengujian termasuk antarmuka pengguna (UI), alur kerja, integrasi API, dan akurasi rekomendasi lokasi terdekat memastikan bahwa fitur aplikasi berjalan sesuai fungsinya.

3.4 Hasil Pengujian

Aplikasi ini menggunakan metode Black Box Testing untuk menguji. Black Box Testing memastikan bahwa setiap fitur berfungsi dengan semestinya. Berikut adalah tabel hasil pengujian aplikasi:

Table 1. hasil pengujian

Halaman/Fitur	Langkah Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Catatan
Login	Masukan username dan password	Pengguna dapat masuk ke beranda	Berhasil	
Registrasi	Buat username dna password	Akun berhasil di buat dan masuk ke aplikasi	Gagal	Api sering putus putus
Rekomendasi	Masuk ke home page	Rekomendasi dapat muncul	Berhasil	
Rute pariwisata	Memulai ke lokasi pariwisata	Dapat memunculkan jalur ke pariwisata	Gagal	Untuk menyambungkan ke lokasi harus API berbayar.
360 vidio	Masuk kedalam icon 360	Dapat memunculkan vidio 360	Gagal	Untuk mendapatkan 360 masih belum tahu caranya di android studio.

3.5 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarjab hasil pengujian maka fitur yang berhasil yakni:

- 1) Login, pengguna berhasil masuk ke menu selanjutnya.
- 2) Rekomendasi, pengguna berhasil melihat rekomendasi di halaman menu.

Fitur yang peruh di peraiki.

- 1) Registrasi, memperbaiki api yang conect ke dalam database.
- 2) Rute pariwisata, memperbaiki dengan direct ke dalam google maps.
- 3) 360 vidio, dengan mendirect ke dalam google maps.

3.6 Kendala dan Tantangan

Selama pengembangan dan pengujian aplikasi, beberapa kendala dan tantangan yang dihadapi adalah:

- 1) Integrasi API nya karena API belum dihosting sehingga pengujian hanya dapat dilakukan di lingkungan lokal, membatasi fleksibilitas pengujian antar perangkat.
- 2) Manajemen waktu karena pengembangan sistem dilakukan dalam waktu terbatas, sehingga beberapa fitur belum sempurna, seperti pengaturan status pembayaran dan hosting API

4. SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang aplikasi Ketra (Kediri Travel) sebagai solusi digital inovatif untuk meningkatkan akses informasi wisata di Kota Kediri. Aplikasi ini dirancang menggunakan pendekatan user-centered design yang menempatkan kebutuhan wisatawan dan masyarakat lokal sebagai prioritas utama. Dengan

menyajikan informasi yang komprehensif mengenai destinasi wisata, Ketra diharapkan dapat mempermudah pengguna dalam menemukan tempat-tempat menarik, memahami sejarah dan budaya lokal, serta merencanakan kunjungan mereka dengan lebih efektif.

Lebih dari sekadar panduan wisata, aplikasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang interaktif, dilengkapi dengan fitur-fitur modern seperti navigasi berbasis peta, ulasan pengguna, dan rekomendasi personalisasi berdasarkan minat dan lokasi pengguna. Penelitian ini juga menekankan pentingnya kolaborasi dengan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, pelaku usaha wisata, dan komunitas lokal, untuk memastikan keakuratan data dan keberlanjutan aplikasi.

Dengan implementasi yang tepat, Ketra berpotensi menjadi platform yang tidak hanya mendukung pariwisata tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi lokal melalui peningkatan kunjungan wisatawan. Aplikasi ini diharapkan menjadi langkah awal menuju transformasi digital di sektor pariwisata Kota Kediri, sekaligus menjadi inspirasi bagi daerah lain untuk mengembangkan solusi serupa.

5. SARAN

Pembangunan aplikasi ini tentunya masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan kualitas aplikasi. Adapun saran yang dapat dilakukan agar aplikasi ini dapat lebih baik lagi adalah :

1. Prioritaskan Penyelesaian Fitur Utama

Identifikasi fitur-fitur inti yang paling penting untuk memberikan nilai utama aplikasi kepada pengguna, seperti informasi destinasi, navigasi peta, dan ulasan pengguna. Pastikan fitur-fitur ini berfungsi dengan baik sebelum menambahkan fitur tambahan.

2. Perbaiki dan Tingkatkan Sistem Admin

Sistem admin yang kuat sangat penting untuk mengelola konten aplikasi, seperti menambah, menghapus, atau memperbarui informasi destinasi. Tambahkan fitur-fitur seperti:

3. Dashboard intuitif untuk mempermudah pengelolaan data.

Hak akses berbasis peran, sehingga admin dapat dikelompokkan berdasarkan fungsi (misalnya, admin konten dan admin teknis).

4. Notifikasi dan log aktivitas untuk memantau perubahan yang dilakukan dalam sistem.

5. Rencana Pengembangan Bertahap

Buat peta jalan pengembangan (roadmap) yang jelas untuk menyelesaikan fitur-fitur yang masih kurang. Prioritaskan fitur dengan dampak terbesar terlebih dahulu, seperti pengelolaan data destinasi wisata dan fitur pencarian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prameswari, D. P., Agustina, E., & Murhatiningtyas, Y. (2022). *Sistem Informasi Wisata Kota Kediri. Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sains Tahun 2022, Vol. 1, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, 02 Februari 2022, 102.*
- [2] Aziema, A., Wicaksono, I., & Ardian, S. (2023). Perancangan Aplikasi “infoneRI”: Pengenalan Budaya dan Objek Wisata Kabupaten Kediri Berbasis Android. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sains Tahun 2023, 2, 239.* Program Studi Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri. e-ISSN: 2828–299X. Kediri, 14 Januari 2023.
- [3] Nur, B. M., Hidayat, E. W., & Sulastri, H. (2021). Virtual Tour 360 Objek Wisata Curug Cimanintin Salopa Kabupaten Tasikmalaya. *Generation Journal, 8(1).* e-ISSN: 2549-2233, p-ISSN: 2580-4952. Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi.
- [4] Saputri, G., & Eriana, E. S. 2020. Implementasi Metode Waterfall Pada Perancangan Sistem Informasi Koperasi Simpan Pinjam Berbasis WEB dan Android (Studi Kasus PT. PEB). *Jurnal Teknik Informatika, 13(2), 133-146.*
- [5] B, Indra Yatini. 2010. *Flowchart, Algoritma dan Pemrograman Menggunakan Bahasa C++ Builder.* Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- [6] A. Saifudin, A. Wahid, I. U. Aranda, and S. Amruallah, “Pengembangan Aplikasi Mobile pada Studi Kasus Penjualan Sayur dan Buah Berbasis Android,” vol. 3, no. 6, pp. 1576–1582, 2024.

Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan Dengan Metode Perbandingan Eksponensial

Een Greynanda¹, Ahmad Bagus Setiawan², Rony Heri Irawan³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹eengreynanda@gmail.com, ²ahmadbagus@unpkediri.ac.id, ³rony@unpkediri.ac.id

Abstrak – Sumber daya manusia merupakan ilmu atau cara untuk mengatur suatu hubungan dan peranan sumber daya atau tenaga kerja yang dimiliki setiap individu bersifat efektif dan efisien dan bisa digunakan dengan maksimal sehingga tercapai bersama perusahaan, karyawan dan masyarakat menjadi maksimal. Berdasarkan permasalahan penilaian kinerja karyawan, untuk mengatasi permasalahan yang ada di CV Dinasti Nawa Karya dengan menggunakan metode perbandingan eksponensial (MPE). MPE merupakan salah satu metode dari *Decision Support System (DSS)* yang digunakan untuk menentukan urutan alternatif keputusan dengan kriteria jamak. Oleh karena itu, metode MPE (metode perbandingan eksponensial) dan ROC (Rank Order Centroid) dapat menjadi solusi yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh hrd saat penilaian sehingga metode ini dapat digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi dalam memberikan penilaian atas kinerja karyawan. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem kemudian diimplementasikan sehingga mendapatkan hasil. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa MPE dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian sistem pendukung keputusan penilaian karyawan CV. Dinasti Nawa Karya..

Kata Kunci — Metode Perbandingan Eksponensial (MPE). Sistem Pendukung Keputusan, Perancangan Sistem

1. PENDAHULUAN

Suatu instansi tidak terlepas pada peranan sumber daya manusia yang bekerja didalamnya. Sumber daya manusia merupakan ilmu atau cara untuk mengatur suatu hubungan dan peranan sumber daya atau tenaga kerja yang dimiliki setiap individu bersifat efektif dan efisien dan bisa digunakan dengan maksimal sehingga tercapai bersama perusahaan, karyawan dan masyarakat menjadi maksimal [1]. Sumber daya manusia adalah satu-satunya sumber daya yang memiliki akal, perasaan keinginan, kemampuan, keterampilan, pengetahuan, dorongan, daya dan karya. sumber daya manusia merupakan satu-satunya yang memiliki rasio, rasa dan karsa [2]

Dikutip dari “dinastinawakarya.co.id” bergerak di bidang arsitektur dimana CV. Dinasti Nawa Kaya ini menerima jasa perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan desain arsitektur bangunan dengan segala bentuk kemungkinannya. CV Dinasti Nawa Karya memiliki 50 lebih karyawan yang bernaung didalam perusahaan tersebut, maka dari itu saya tertarik untuk melakukan penelitian di perusahaan tersebut. Dengan mengangkat judul “Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan Dengan Metode Perbandingan Eksponensial”. Ada satu permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan tersebut yaitu dalam proses evaluasi (penilaian) kinerja karyawan yang akan dipromosikan untuk kenaikan jabatan diantaranya sulitnya manager HRD dalam proses penilaian guna mendapatkan karyawan terbaik apabila adanya karyawan yang mempunyai potensi yang sama untuk mendapatkan jabatan yang lebih tinggi dengan cara melihat satu pandangan saja dan satu kriteria. Namun, belum tentu karyawan tersebut unggul di kriteria lainnya dan saat ini proses penilaian masih dilakukan secara terkomputerisasi dengan menggunakan MS.Exel. diharapkan kesulitan untuk pengambilan keputusan dapat dikurangi dan memberikan solusi alternatif bagi manager HRD dalam memilih karyawan yang layak untuk posisi tersebut.

Berdasarkan permasalahan penilaian kinerja karyawan, untuk mengatasi permasalahan yang ada di CV Dinasti Nawa Karya dengan menggunakan metode perbandingan eksponensial (MPE). MPE merupakan salah satu metode dari *Decision Support System (DSS)* yang digunakan untuk menentukan urutan alternatif keputusan dengan kriteria jamak. Dan juga menambahkan metode ROC (Rank Order Centroid) yang digunakan untuk menentukan nilai bobot pada setiap kriteria yang sudah ditentukan. Oleh karena itu, metode MPE (metode perbandingan eksponensial) dan ROC (Rank Order Centroid) dapat menjadi solusi yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh hrd saat penilaian sehingga metode ini dapat digunakan sebagai alat untuk mengevaluasi dalam memberikan penilaian atas kinerja karyawan, sehingga nantinya pihak staf HRD (*Human Resources Development*) mendapatkan hasil penilaian dan hasil yang dapat membantu Manager HRD (*Human Resources Development*) dalam menunjang keputusan untuk promosi kenaikan jabatan.

Dari latar belakang yang sudah dipaparkan diatas timbul beberapa masalah ketika manager HRD sulit menentukan siapa yang pantas untuk mendapatkan jabatan yang elah dipromosikan sebelumnya, maka dibutuhkan perancangan dan pegembangan sistem penunjang keputusan yang akurat untuk membantu pengambilan keputusan oleh pihak HRD menggunakan metode perbandingan eksponensial.

Menurut para ahli perancangan sistem merupakan proses untuk mendesain atau merancang sistem dengan baik atau memperbaiki siste yang sudah ada sebelumnya. Definisi perancangan sitem menurut [3], bahwa perancangan sistem sebagai sekumpulan aktivitas yang menggambarkan secara detail bagaimana sistem akan berjalan dengan baik. [4] mendefinisikan perancangan sebagai suatu proses untuk membuat da mendesain sistem yang baru.

Menurut [5], konsep SPK (Sistem Pendukung Keputusan) pertaa kali diungkapkan pada tahung 1970an oleh Michael S.Scott Morton yang menjelaskan bahwa Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem yang berbasis komputer yang ditunjukkan untuk membantu pengambilan keputusan dalam memanfaatkan data dan model tertentu untuk memecahkan sebagai persoalan yang tidak terstruktur. Komponen DSS dibangun oleh 3 komponen utama yakni data base, model base, dan software system.

Metode *Rank Order Centroid* (ROC) merupakan suatu pendekatan yang terintegrasi dalam pengambilan keputusan yang melibatkan pembobotan kriteria.fokus dari metode ini yaitu memberikan bobot pada setiap kriteria untuk menyusun rangking yang mencerminkan tingkat kepentingan relatif diantara mereka [6]. Dalam konteks pembobotan, ROC memberikan bobotpada setiap kriteria untuk mencerminkan tingkat kepentinganya. Alternatif iurutkan berdasarkan nilai kriteria yang telah dinormlisasi menerapkan alternatif terbaik diperingkat atas.

Menurut Rohmad MPE merupakan salah satu metode DSS (*Decision Support System*) yang fungsinya untuk menentukan urutan prioritas alternatif keputusan dengan kriteria jamak. Langkah yang harus dilakukan menurut [7], yang pertama adalah menyusun alternative yang dipilih, menyusun kriteria yang dievaluasi, menentukan tingkat kepentingan kriteria, melakukan penilaian dari semua alternative, menghitung skor dari setiap alternatif, dan menentukan urutan prioritas keputusan didasrakan pada skor atau nilai total masing-masing alternatif. Penelitian ini juga didukung oleh penelitian terdahulu, yang berjudul penerapan metode perbandingan eksponensial pada penilaian proses belajar mengajar fakultas tehnik universitas muhammadiyah Bengkulu oleh Ujang Juhardi, Rozali Toyib, Agusdi Syafrizal Anton Kurdi. Penelitian ini menggunakan metode perbandingan eksponensial .penelitian ini membahas tentang pengimputan data penilaian proses belajar mengaar dosen digunakan untuk memberikan nilai kepada dosen berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya yaitu mulai dari C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9. Pemberian nilai harus berdasarkan range nilai yang telah dibuat pada data kriteria, sehingga nilai tidak boleh melebihi dari range nilai yang telah ditentukan. Selain itu, ada penelitian yang berjudul penerapan metode perbandingan eksponensial (MPE) dalam sistem pendukung keputusan penerimaan beasiswa berprestasi pada smk XYZ oleh Rohmat Indra Borman, Fauzi Helmi.Untuk menerapkan metode perbandingan exsponensial (MPE) pada sistem pendukung keputusan penerima beasiswa siswa berprestasi terdapat beberapa tahapan diantaranya menyusun alternatif-alternatif keputusan yang akan dipilih, menentukan kriteria, menentukan tingkat kepentingan relatif dari setiap kriteria keputusan, penentuan bobot di tetapkan pada setiap kriteria, melakukan penilaian terhadap semua alternatif pada tiap kriteria dalam bentuk total skor tiap alternatif . Pada penerapan MPE hasil alternatif akan ditentukan dari total nilai yang didapatkan dari penjumlahan konversi nilai setiap kriteria dan sub kriteria kemudian dipangkatkan dengan tingkat kepentingan setiap kriteria (bobot) yang telah ditentukan pengambil keputusan. Berdasarkan permasalahan penilaian kinerja karyawan, untuk mengatasi permasalahan yang ada di CV Dinasti Nawa Karya dengan menggunakan metode perbandingan eksponensial (MPE). MPE merupakan salah satu metode dari *Decesion Suport System* (DSS) yang digunakan untuk menentukan urutan alternatif keputusan dengan kriteria jamak [8].

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode yang digunakan, diantaranya adalah; Teknik pengumpulan data, analisis system, dan perancangan sistem.

1. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan kriteria sebagai sampel yang kemudian dikelompokkan menjadi 3 kriteria sebagai penilaian kinerja karyawan.
2. Analisis system dilakukan dengan melakukan analisa kebutuhan dari sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini.
3. Penelitian ini menggunakan perancangan sistem berdasarkan penilaian kinerja karyawan yang akan digunakan sebagai acuan penilaian, perhitungan, dan perankingan dengan metode tambahan yaitu ROC

(*Rank Order Centroid*). Kriteria tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Nilai Bobot Setiap Kriteria

No	Kriteria	Keterangan	Nilai Bobot
1	C1	Sikap	0,52
2	C2	Disiplin	0,27
3	C3	Tanggung Jawab	0,14
4	C4	non teknis	0,06

Peneliti mampu mengumpulkan setidaknya 72 sampel kriteria karyawan yang dianalisis kinerjanya yang dihitung secara manual kemudian akan dibandingkan perhitungan tersebut melalui aplikasi yang telah dibuat oleh peneliti melalui sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

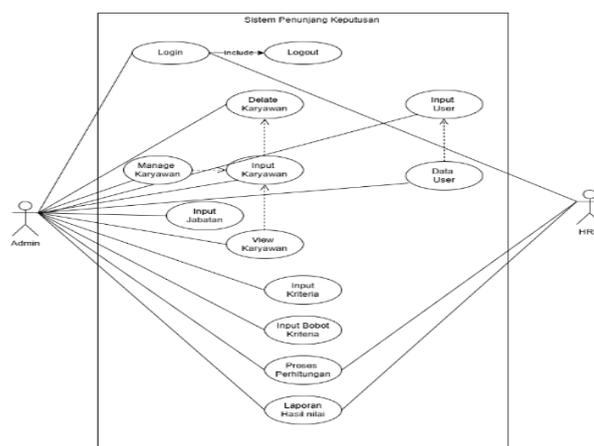
Peneliti berhasil menghitung kinerja karyawan menggunakan perhitungan MPE dengan mempangkatkan nilai alternatif dengan bobot kriteria yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai Alternatif

No	Alternatif	sikap	Disiplin	tanggung jawab	non tenis
1	Ratna Suminar	1	1,205807828	1	1
2	Jullyana Dwi Maharani	1	1,345311141	1,101905116	1,068138
3	Cynthia Lestari Saputri	1,433955	1	1,252725162	1
4	Mamta Iqlima	1,770529	1,205807828	1,214194884	1,086735
5	Siti Hidayatul Nurul Aini	1,770529	1,453972517	1,166264283	1,042466
6	Adibatul Ukrimah	1,433955	1	1,101905116	1
7	Dewi Rahayu Sholihah	1,770529	1,205807828	1	1,086735
8	Wahyuni Sofiana	2,309215	1,345311141	1,214194884	1,068138
9	Putri Tri Rahayu	2,056228	1	1,101905116	1,101383
10	Yolanda Yasdira Santana	1	1,453972517	1,166264283	1
11	Silvia Devi Sugiarto	1,433955	1	1,252725162	1,086735
12	Osha Ofinada	1,770529	1,205807828	1,214194884	1,042466
13	Chahya Miya Paramitha Zulin Nafisatu	2,056228	1,205807828	1	1,068138
14	Zuhria Alfian	2,309215	1,345311141	1,101905116	1
15	Ibadurachman	1,433955	1	1,252725162	1,101383
16	Shasa Ruvitasari	1,433955	0	1,214194884	1,042466
17	Agnes Cintia	2,056228	1,345311141	1,166264283	1,068138
18	Lambang Yogo Prasetyo	2,056228	1	1	1
19	Nur Alip Bramaji	2,309215	1,544265258	1,252725162	1,086735
20	Bagas Setiawan	2,309215	1	1,214194884	1,101383

21	Argo Wijaya	1	1,205807828	1,166264283	1,068138
22	Okta Moh. Ardi Pratama	1	1,453972517	1,101905116	1,042466
23	Dhani Kusuma Wiyono	1,433955	1,205807828	1	1
24	Wahyu Angga Nur As'at	1,433955	1	1,214194884	1,068138
25	Bhakti Satya Wanandi	1,770529	1,345311141	1,166264283	1,042466
26	Agil Wisnu Pramudani	1,770529	1,544265258	1,252725162	1
27	Yogik Catur Aditya	2,056228	1,453972517	1	1,086735
28	Ramadhan Abdul Rozzaq	2,056228	1	1,101905116	1,042466
29	Safaat Nur Akbar	2,056228	1,544265258	1,214194884	1,101383
30	Zakaria Abdullah	2,056228	1,205807828	1,166264283	1
31	Nurma Jatu Maharati	1,770529	1,345311141	1	1,068138
32	Dani Bagus Santoso	1,433955	1	1	1,086735
33	Anissa Marcelyna	1	1,544265258	1	1,042466
34	Baharudin Mahfud	2,056228	1,205807828	1,101905116	1,068138
35	Januar Patria	2,056228	1,453972517	1,252725162	1
36	Rizal Efendi Pratama	1,433955	1	1,166264283	1,101383
37	Ilham Fakhru Fajar	1,770529	1,205807828	1,166264283	1,086735
38	Auza Aldi Prawidika	1	1,345311141	1,214194884	1,042466
39	Ahmad Junaidi	2,309215	1,345311141	1,101905116	1,068138

Dari data tersebut, peneliti membuat desain sistem menggunakan usecase diagram seperti gambar 1 berikut:



Gambar 1. Usecase Diagram

Dalam *usecase* diagram, actor yang dapat menggunakan sistem ada 2 Staf HRD dan admin. Admin yang setelah login bertugas untuk menginput data karyawan selain menginput staf HRD dapat melakukan *delete* dan *update* data karyawan dan staf HRD bertugas untuk input jabatan, input kriteria serta bertugas untuk memberikan bobot penilaian yang terdiri dari pendidikan, kedisiplinan, tanggung jawab, dorongan prestasi, tanggung jawab selain itu Staf HRD dan admin dapat melihat laporan hasil penilaian yang telah dihasilkan secara sistematis berupa data list

kriteria penilaian dari masing-masing karyawan, dan bisa di print melalui PDF setelah itu actor view data karyawan setelah itu selama penilaian pihak aktor memasukan bobot nilai kinerja karyawan selama satu bulan dengan ditambahkan nilai-nilai sebelumnya terdiri dari selain itu aktor dapat melihat laporan hasil penilaian yang telah dihasilkan secara sistematis berupa data list kriteria penilaian dari masing-masing karyawan, dan bisa di print melalui PDF, dan dapat melihat data karyawan dan delete all data karyawan, dapat melihat akumulasi perhitungan MPE yang sudah dihasilkan secara sistematis dan dapat melihat laporan hasil penilaian yang telah dihasilkan secara sistematis berupa data list Kriteria penilaian dari masing-masing karyawan dan bisa di print melalui PDF, setelah itu view data karyawan, view nilai MPE, dan view laporan serta aktor mempunyai hak akses dalam menentukan hak akses pada *User*.

3.1 Implementasi Hasil Kerja

Implementasi sistem disusun dan dijelaskan sesuai dengan prosedur yang terkait dengan pengujian sistem, termasuk pengujian fungsionalitas sistem yang digunakan dan penjelasan hasil sistem berdasarkan pengujian fungsi tersebut. Langkah selanjutnya adalah mengevaluasi hasil dari sistem yang telah diimplementasikan.

1. Halaman *Sign In*
Halaman Masuk (*Sign In*) digunakan untuk login ke aplikasi dengan memasukkan *username* dan *password* yang sesuai dengan akun pengguna terdaftar.
2. Halaman *Dashboard*
Halaman ini menampilkan informasi umum tentang kinerja sistem. Di sini, pengguna dapat melihat seperti jumlah total Karyawan, data kriteria, hasil keputusan, dan jumlah *user*.
3. Halaman Data Karyawan
User dapat melihat detail nama-nama karyawan beserta data karyawan yang meliputi nik, jabatan, divisi, dll. Dan user dapat menambahkan data karyawan yang baru.
4. Halaman Data Kriteria
Halaman ini menampilkan daftar kriteria yang digunakan dalam proses penilaian karyawan. *Admin* dapat melihat detail setiap kriteria mulai dari nilai masing-masing kriteria yang sudah ditetapkan.
5. Halaman Proses Penilaian
Halaman ini menampilkan halaman penilaian karyawan dimana didalamnya terdapat semua data nilai karyawan. Dan di dalamnya juga terdapat add nilai yang fungsinya untuk menambahkan nilai baru.
6. Halaman Perhitungan
Halaman ini menampilkan halaman perhitungan MPE setiap stepnya. Dan disitu HRD juga dapat melihat secara langsung setiap step perhitungannya.
7. Halaman Hasil Keputusan
Halaman ini untuk menampilkan hasil *preview* cetak penilaian kinerja yang sudah diproses di halaman perhitungan sehingga keluar nilai akhirnya. Dan hasil tersebut bisa dicetak kedalam bentuk pdf.

3.2 Implementasi Program

Terdapat *form-form* yang dapat saling berhubungan satu sama lain. Berikut ini adalah modul-modul yang ada dalam program :

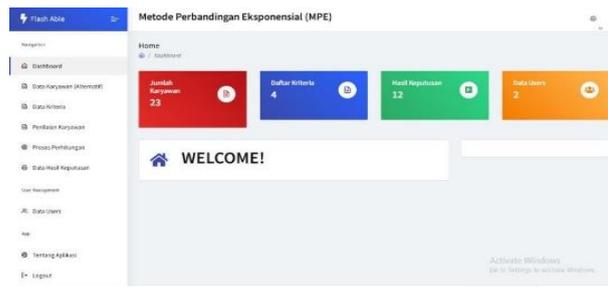
1. Halaman Masuk (*login*)
Pengguna dapat mengakses halaman ini dengan menekan tombol "*Sign In*" pada halaman utama. Setelah memasukkan email dan kata sandi yang sesuai dengan akun yang didaftarkan, pengguna akan diarahkan langsung ke halaman *Dashboard*.



Gambar 2. Tampilan *Login*

2. Menu Utama

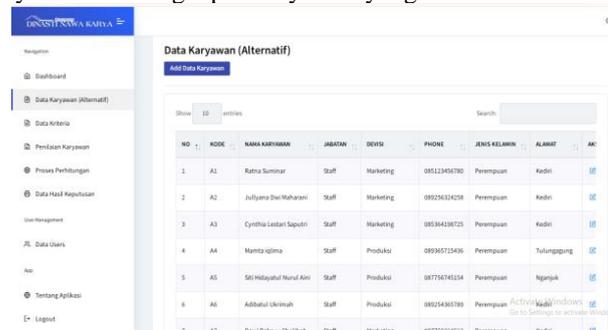
Halaman *Dashboard* menampilkan informasi umum tentang kinerja sistem. Pengguna dapat melihat jumlah total karyawan.



Gambar 3. Tampilan Menu Utama

3. Halaman Data Karyawan

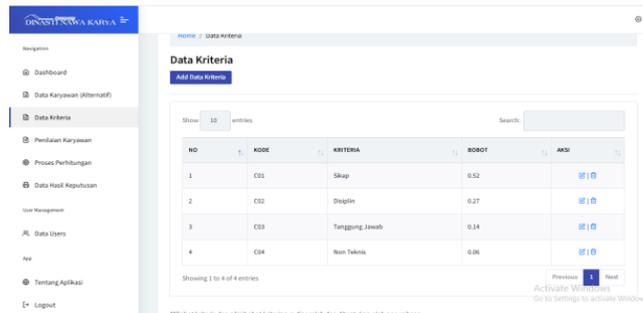
Halaman ini untuk melihat semua karyawan yang masih aktif. Dan halaman ini juga bisa untuk menambahkan data karyawan dan menghapus karyawan yang sudah tidak aktif.



Gambar 4. Tampilan Data Karyawan

4. Halaman Data Kriteria

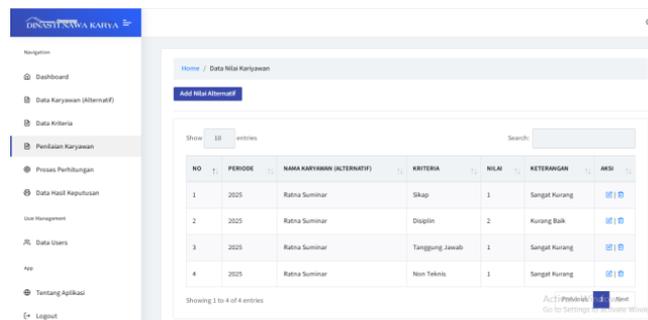
Halaman ini menampilkan daftar kriteria dan nilai bobot yang digunakan dalam proses penilaian. Dan halaman ini juga bisa menambahkan kriteria tambahan dan memiliki akses *delete*.



Gambar 5. Tampilan Data Kriteria

5. Halaman Penilaian Karyawan

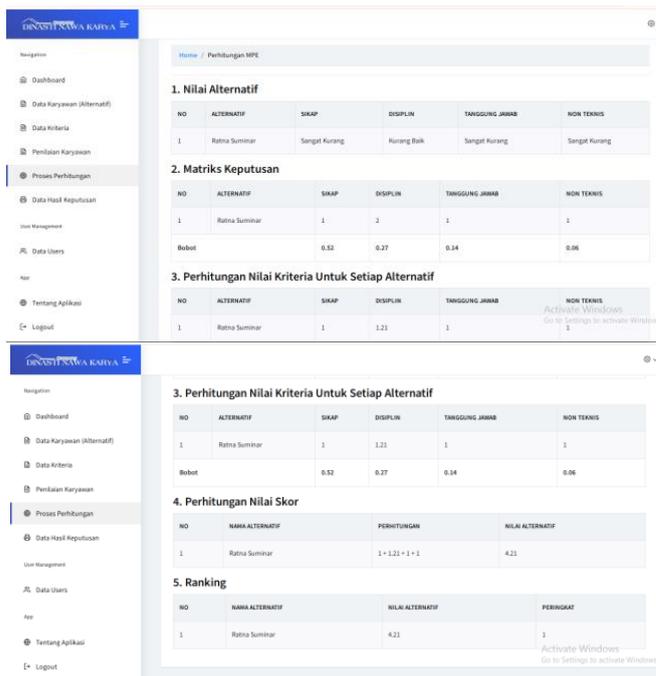
Halaman ini menampilkan halaman penilaian karyawan dimana user admin bisa memasukkan nilai setiap karyawan. Dan juga terdapat aksi *delete* didalamnya.



Gambar 6. Tampilan Penilaian Karyawan

6. Halaman Proses Perhitungan

Halaman ini menampilkan *step by step* proses perhitungan MPE dan perangkingan.



Gambar 7. Proses Perhitungan MPE

Kemudian, peneliti membandingkan hasil penilaian kriteria yang dihitung secara manual dengan hasil penilaian dari aplikasi hasilnya tidak jauh berbeda. Berikut beberapa perbandingan yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan hasil penilaian manual dan penilaian aplikasi

No	Nama Alternatif	Total Nilai	Rangking	Total Nilai	Rangking
71	Fadilah Nur	4,205807828	1	4,205807828	1
19		4,515354034	2	4,515354034	2
43		4,68668041	3	4,68668041	3
8		5,277266607	4	5,277266607	4
29	Safaat Nur Akbar	5,433231594	5	5,433231594	5
39		4,535860364	6	4,535860364	6
59	Diah Hayuningtyas	5,063071722	7	5,063071722	7
35		5,936858975	8	5,936858975	8
14	Zulin Nafisatu Zuhria	5,259515342	9	5,259515342	9
58		4,620236801	10	4,620236801	10

Setelah dilakukan perhitungan manual untuk perbandingan dengan perhitungan sistem dapat diperoleh hasil yang sama untuk nilai akhirnya. Dari perbandingan perhitungan diatas dapat dikatakan bahwa sisem pendukung keputusan penilaian kinerja karyawan yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan dengan menggunakan metode perbandingan eksponensial ini sudah sesuai yang diharapkan.

4. SIMPULAN

Dari hasil pengujian Sistem Pendukung Keputusan yang telah dilakukan, maka dapat diamvil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Metode Perbandingan Eksponensial (MPE) dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan CV. Dinasti Nawa Karya. Dan metode Rank Order Centroid (ROC) dapat membantu dalam menentukan bobot kriteria.
2. Perusahaan CV. Dinasti Nawa Karya dapat melakukan penilaian kinerja karyawan dengan efektif dan efesien dengan adanya sistem pendukung keputusan.

5. SARAN

Untuk selanjutnya dapat ditambahkan beberapa variabel nilai lain atau penambahan kriteria yang mungkin dapat memperkuat hasil keputusan dan dapat digunakan sebagai dasar perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M, F. J. (n.d.). *Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Prioritas Calon Pejabat Kepala Biro Dengan Menggunakan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE)*. From repository.uin-suska: <https://repository.uin-suska.ac.id>
- [2] Rizki Amalia, S. M. (2022). *Teknik Pengambilan Keputusan*. From eprints2.ipdn: eprints2.ipdn.ac.id
- [3] Adiva, A. (2021, Februari). *Perhitungan SPK Metode MPE (Metode Perbandingan Eksponensial)*. From kodingbuton: <https://www.kodingbuton.com>
- [4] Setiawan, R. (2021, November 17). *Black Box Testing Untuk Menguji Perangkat Lunak*. From dicoding: <https://www.dicoding.com>
- [5] Hendra, A. (2022, Juni 14). *Apa Itu PHP ? Pengertian, Sejarah, Dan Bagaimana Cara Kerjanya*. From if.unpas: <https://if.unpas.ac.id>
- [6] K, Y. (2022, April 24). *Pengertian MySQL, Fungsi, Dan Cara Kerjanya*. From niagahoster: <https://www.niagahoster.co.id>
- [7] Setiawan, R. (2021, Agustus 21). *Apa Itu Sequence Diagram*. From dicoding: <https://www.dicoding.com>
- [8] Wulandari, S. (2023, Juni 01). *Cara Buat Class Diagram Yang Benar*. From dibimbing: <https://dibimbing.id>

Pemilihan Bakal Calon Ketua IPNU Menggunakan Metode AHP dan TOPSIS untuk Penentuan Peringkat Calon yang Objektif

Mukhamad Nafis Krisnawan¹, Daniel Swanjaya², Risky Aswi Ramadhani³

Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: ¹nafiskrisnawan@gmail.com, ²daniel@unpkediri.ac.id, ³riskyaswiramadhani@gmail.com

Abstrak –Pemilihan ketua organisasi di tingkat kepengurusan seringkali dipengaruhi oleh subjektivitas dan ketidakjelasan dalam menentukan calon yang tepat. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pendukung keputusan (SPK) untuk pemilihan bakal calon Ketua IPNU dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Metode AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria yang relevan dalam penilaian, sementara TOPSIS digunakan untuk mengurutkan calon berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memudahkan penilaian calon berdasarkan kriteria yang terukur dan objektif. Pengujian sistem pada responden menunjukkan tingkat kepuasan 95,36%, menandakan bahwa sistem ini mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan transparansi dan keadilan dalam proses pemilihan ketua di organisasi seperti IPNU, serta membuka peluang untuk pengembangan sistem berbasis aplikasi mobile untuk kemudahan akses pengguna.

Kata Kunci —AHP, IPNU, Penentuan Peringkat, SPK, TOPSIS

1. PENDAHULUAN

Pemilihan ketua dalam organisasi seperti IPNU merupakan proses yang penting untuk menentukan pemimpin yang akan memegang kendali dalam periode tertentu [1]. Proses pemilihan yang objektif dan transparan sangat diperlukan agar hasilnya dapat diterima oleh seluruh anggota dan tidak menimbulkan ketidakpuasan. Namun, dalam praktiknya, pemilihan ketua sering kali dipengaruhi oleh subjektivitas dan faktor-faktor yang tidak terukur, seperti kedekatan pribadi dengan calon. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang dapat menilai calon secara objektif berdasarkan kriteria yang terukur [2][3].

Metode yang umum digunakan dalam pemilihan ketua adalah penilaian berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Namun, penentuan bobot masing-masing kriteria dan urutan calon yang tepat seringkali dilakukan secara manual dan tanpa menggunakan sistem yang terstruktur [4]. Hal ini dapat mengurangi transparansi dan keadilan dalam proses pemilihan. Untuk itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk membantu memecahkan masalah ini. AHP adalah metode yang digunakan untuk menentukan bobot kriteria berdasarkan perbandingan berpasangan antar kriteria. Sementara itu, TOPSIS digunakan untuk melakukan perankingan terhadap calon berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal [5][6]. Kedua metode ini dapat diterapkan dalam sistem pendukung keputusan untuk memberikan penilaian yang lebih objektif dan transparan terhadap calon ketua. Dalam penelitian ini, AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria penilaian, sementara TOPSIS digunakan untuk menghitung peringkat calon berdasarkan nilai kriteria yang telah diberi bobot[7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pendukung keputusan yang dapat membantu dalam pemilihan bakal calon ketua IPNU dengan cara yang lebih objektif dan terukur. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi atas permasalahan yang ada dalam proses pemilihan, serta meningkatkan keadilan dan transparansi dalam setiap pemilihan calon ketua. Penelitian sebelumnya telah menggunakan AHP dan TOPSIS dalam berbagai aplikasi pemilihan atau penilaian, namun penerapan keduanya dalam konteks pemilihan ketua organisasi seperti IPNU masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem yang dapat digunakan secara praktis di tingkat organisasi kepemudaan seperti IPNU. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat tercipta solusi yang tidak hanya memberikan hasil pemilihan yang objektif, tetapi juga dapat diterima oleh semua pihak yang terlibat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode AHP dan TOPSIS untuk membangun sistem pendukung keputusan (SPK) dalam pemilihan bakal calon Ketua IPNU. Metode AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria yang relevan, sementara TOPSIS digunakan untuk meranking calon ketua berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal.

2.1 Metode Penelitian

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah metode yang digunakan untuk menentukan bobot relatif dari berbagai kriteria penilaian melalui proses perbandingan berpasangan. AHP memungkinkan pengambil keputusan untuk mengorganisir kompleksitas keputusan dengan membagi masalah menjadi hierarki yang lebih sederhana, mulai dari tujuan utama, kriteria, hingga sub-kriteria [8]. Metode ini sangat efektif dalam memastikan bahwa setiap kriteria diberikan bobot yang konsisten dan mencerminkan tingkat kepentingannya dalam konteks pemilihan ketua IPNU. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) adalah metode yang digunakan untuk meranking alternatif berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal positif dan jaraknya dari solusi ideal negatif. TOPSIS memungkinkan penilaian yang objektif dengan mempertimbangkan semua kriteria secara simultan, sehingga menghasilkan peringkat calon ketua yang lebih akurat dan adil [9]. Metode ini sering digunakan dalam SPK karena kemampuannya untuk memberikan solusi yang mendekati ideal secara matematis.

2.2 Analisis Sistem

Sistem pemilihan bakal calon Ketua IPNU yang ada saat ini masih dilakukan secara manual, sehingga menghadapi berbagai permasalahan. Proses pemilihan dilakukan melalui voting subjektif, yang seringkali dipengaruhi oleh pandangan alumni atau anggota organisasi, tanpa menggunakan kriteria obyektif yang terstruktur. Pengumpulan data kandidat juga belum sistematis, sehingga riwayat organisasi, pengalaman, dan kualifikasi lain yang relevan tidak terdokumentasi dengan baik. Kondisi ini menyebabkan kesulitan dalam melakukan penilaian obyektif, dan keputusan seringkali diambil berdasarkan intuisi atau rekomendasi pribadi [10]. Selain itu, kurangnya transparansi dan akuntabilitas dalam proses pemilihan manual ini menimbulkan ketidakpercayaan dari anggota organisasi terhadap hasil pemilihan, dan prosesnya juga tidak efisien baik dari segi waktu maupun biaya. Sistem yang diusulkan bertujuan untuk mengotomatisasi proses pemilihan Ketua IPNU dengan menggunakan metode AHP dan TOPSIS untuk memastikan bahwa penilaian calon dilakukan secara objektif dan terstruktur. Sistem ini akan mengumpulkan data kandidat secara sistematis melalui antarmuka web, termasuk riwayat organisasi, prestasi, dan kualifikasi lainnya. Penggunaan metode AHP memungkinkan penentuan bobot kriteria yang konsisten, sementara TOPSIS digunakan untuk meranking calon berdasarkan skor yang diperoleh dari evaluasi kriteria tersebut. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam proses pemilihan, serta mengurangi subjektivitas dan bias dalam penilaian calon ketua [11].

2.3 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang dikembangkan terdiri dari tiga komponen utama: front-end, back-end, dan database. Front-end bertanggung jawab untuk menyediakan antarmuka pengguna yang ramah dan mudah digunakan, memungkinkan anggota organisasi untuk menginput data kandidat dan memberikan penilaian dengan mudah [12]. Back-end berfungsi untuk mengolah data, menghitung bobot kriteria menggunakan metode AHP, serta melakukan perhitungan peringkat calon menggunakan metode TOPSIS. Database digunakan untuk menyimpan semua data terkait calon, kriteria, penilaian, dan hasil perhitungan secara terstruktur dan aman.

2.4 Metode AHP dan TOPSIS

Metode AHP diterapkan untuk menentukan bobot relatif dari setiap kriteria penilaian yang telah ditentukan sebelumnya, seperti administrasi, kepribadian, manajemen, dan intelegensi. Proses ini dimulai dengan pembuatan matriks perbandingan berpasangan antar kriteria, kemudian dihitung eigenvektor untuk mendapatkan bobot akhir setiap kriteria. Konsistensi matriks perbandingan berpasangan juga diperiksa untuk memastikan bahwa penilaian relatif antar kriteria konsisten. Rumus dan Langkah Metode AHP[7]:

1. Membangun Hierarki Keputusan Tingkat 1: Tujuan utama, Tingkat 2: Kriteria penilaian. Tingkat 3: Alternatif pilihan.
2. Matriks Perbandingan Berpasangan, bandingkan setiap pasangan kriteria menggunakan skala 1-9. Contoh matriks untuk 4 kriteria:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ \frac{1}{3} & 1 & 3 & 5 \\ 0.2 & \frac{1}{3} & 1 & 3 \\ \frac{1}{7} & 0.2 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \dots \dots \dots (1)$$

3. Normalisasi Matriks. Hitung jumlah setiap kolom. Bagi setiap elemen dengan jumlah kolomnya, kemudian menghitung Bobot Kriteria. Ambil rata-rata setiap baris pada matriks ternormalisasi.:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum r_{ij} \dots \dots \dots (2) \quad r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum a_{ij}} \dots \dots \dots (3)$$

4. Menghitung Bobot Kriteria, Ambil rata-rata setiap baris pada matriks ternormalisasi, Jika $CR < 0.1$, matriks dianggap konsisten.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots \dots \dots (4)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots \dots \dots (5)$$

Setelah bobot kriteria ditentukan, metode TOPSIS digunakan untuk meranking calon ketua berdasarkan skor yang diperoleh dari setiap kriteria. TOPSIS menghitung jarak setiap calon dari solusi ideal positif dan negatif, kemudian menentukan skor preferensi yang mencerminkan seberapa dekat setiap calon dengan solusi ideal. Hasil dari perhitungan ini adalah peringkat calon ketua yang obyektif dan terukur. Rumus dan Langkah Metode TOPSIS [11]:

1. Normalisasi Matriks Keputusan, kemudian melakukan Ternormalisasi Ternimbang:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \dots \dots \dots (6)$$

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \dots \dots \dots (7)$$

2. Menentukan Solusi Ideal Positif (A+) dan Negatif (A-), A+: Nilai terbaik setiap kriteria. A-: Nilai terburuk setiap kriteria.
3. Menghitung Jarak ke A+ dan A-:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^+)^2} \dots \dots \dots (8)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^-)^2} \dots \dots \dots (9)$$

4. Menghitung Skor Preferensi, Semakin tinggi C_i , semakin baik peringkat calon.

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \dots \dots \dots (10)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sistem pendukung keputusan (SPK) untuk pemilihan bakal calon Ketua IPNU diimplementasikan menggunakan metode AHP dan TOPSIS. Hasil dari penerapan kedua metode tersebut serta pengujian sistem telah dianalisis dan dibahas sebagai berikut:

3.1 Hasil Metode AHP

Metode AHP digunakan untuk menentukan bobot relatif dari setiap kriteria penilaian yang telah ditetapkan, yaitu Administrasi, Kepribadian, Manajemen, dan Intelegensi. Berdasarkan perhitungan konsistensi matriks, diperoleh nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0,000853, yang mana nilai tersebut berada di bawah ambang batas 0,1, menunjukkan bahwa matriks perbandingan berpasangan yang digunakan konsisten dan dapat diterima.

Tabel 1. Nilai Eigen (λ_{max}) dan Konsistensi Matriks AHP

Kriteria	Priority Vector	Hasil Kali	HK/PV
Administrasi	0,55775	2,2310	4,0009
Kepribadian	0,26380	1,0526	3,9902
Manajemen	0,12185	0,4874	3,9992
Intelegensi	0,05660	0,2264	4,0004
Total	1		3,9977

Nilai eigen λ_{max} sebesar 3,9977 mendekati jumlah kriteria (n=4), menghasilkan Consistency Index (CI) negatif yang menunjukkan tingkat konsistensi yang sangat baik.

3.2 Hasil Metode TOPSIS

Setelah bobot kriteria ditentukan melalui AHP, metode TOPSIS diterapkan untuk meranking calon berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal positif dan negatif. Hasil perhitungan TOPSIS menunjukkan peringkat calon sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Preferensi dan Peringkat TOPSIS

Alternatif	Preferensi	Ranking
Data 7	0,68427109	1
Data 6	0,64282098	2
Data 11	0,61951234	3
Data 5	0,60536786	4
Data 15	0,58500991	5

Data 13	0,54515910	6
Data 10	0,52286200	7
Data 1	0,47032539	9
Data 8	0,47830034	8
Data 4	0,41108939	10
Data 2	0,34863044	14
Data 12	0,35492378	13
Data 9	0,40197033	11
Data 14	0,36880318	12
Data 3	0,25235505	15

Dari tabel tersebut, Data 7 berhasil menempati peringkat pertama dengan nilai preferensi tertinggi sebesar 0,68427109, diikuti oleh Data 6 dan Data 11. Hal ini menunjukkan bahwa calon dengan skor preferensi lebih tinggi memiliki kedekatan yang lebih besar dengan solusi ideal positif dan lebih jauh dari solusi ideal negatif, sehingga dianggap lebih layak untuk menjadi Ketua IPNU.

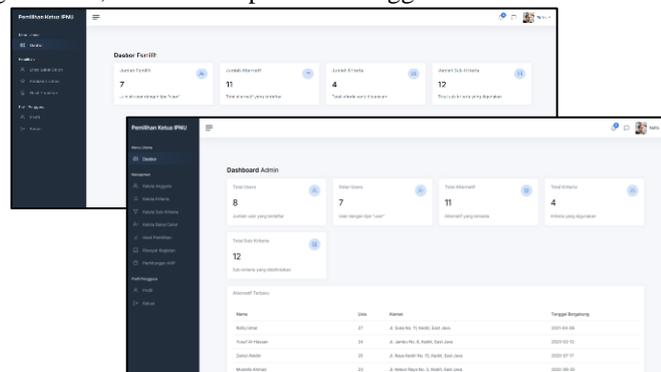
3.3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem pendukung keputusan (SPK) untuk pemilihan bakal calon Ketua IPNU dilakukan dengan mengikuti tahapan yang telah dirancang sebelumnya, yaitu analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem, pemilihan metode, implementasi, serta evaluasi sistem. Implementasi ini mencakup pengembangan antarmuka pengguna, pembuatan flowchart untuk metode AHP dan TOPSIS, perancangan Data Flow Diagram (DFD), serta penyusunan Entity-Relationship Diagram (ERD) untuk mendukung pengelolaan data [13].

1. Desain Antarmuka

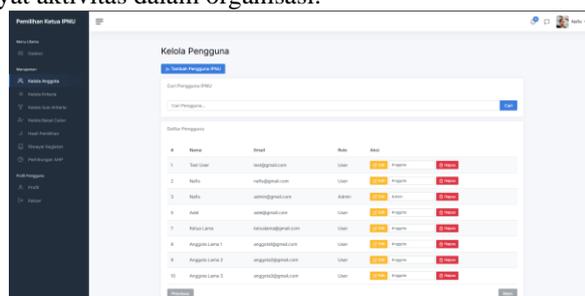
Desain antarmuka sistem dirancang untuk memberikan pengalaman pengguna yang intuitif dan efisien. Antarmuka pengguna (UI) dibagi menjadi beberapa halaman utama yang memfasilitasi berbagai fungsi sistem, baik untuk admin maupun anggota organisasi. Berikut adalah deskripsi dari setiap halaman antarmuka [3]:

- a. Halaman Dashboard, Admin Dashboard: Menampilkan statistik seperti jumlah pengguna terdaftar, jumlah calon Ketua IPNU, dan ringkasan hasil pemilihan. User Dashboard: Menampilkan informasi penting terkait proses pemilihan, pengumuman, dan statistik preferensi anggota.



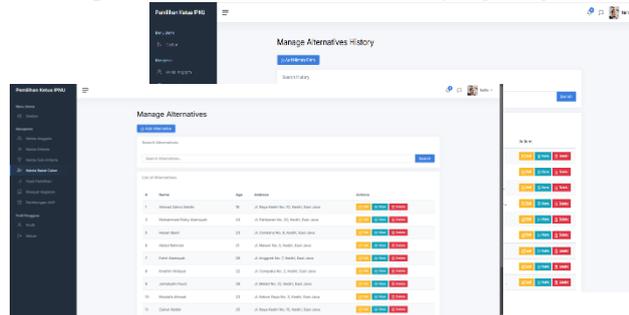
Gambar 1. Halaman Sign In dan Sign Out

- b. Halaman Anggota Halaman ini memberikan akses kepada anggota untuk melihat dan memperbarui data diri mereka serta melihat riwayat aktivitas dalam organisasi.



Gambar 2. Halaman Anggota

- c. Halaman Bakal Calon Menampilkan daftar semua calon yang terdaftar dalam pemilihan Ketua IPNU. Pengguna dapat melihat detail profil setiap calon, termasuk riwayat organisasi dan kualifikasi yang dimiliki. Admin memiliki hak untuk menambah, mengedit, atau menghapus data calon. Admin Riwayat Bakal Calon: Mengelola riwayat kegiatan dan prestasi calon, memastikan data yang disajikan akurat dan terbaru.



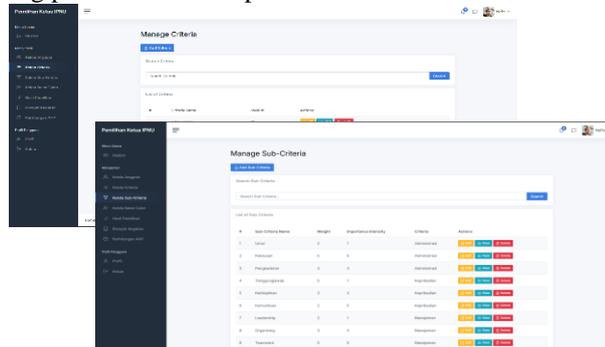
Gambar 3. Halaman Bakal Colon dari Riwayat Bakal Colon

- d. Halaman Rangkings Menampilkan hasil peringkat calon berdasarkan evaluasi menggunakan metode AHP dan TOPSIS. Pengguna dapat melihat urutan calon dari yang terbaik hingga terendah berdasarkan skor akhir yang telah dihitung oleh sistem.



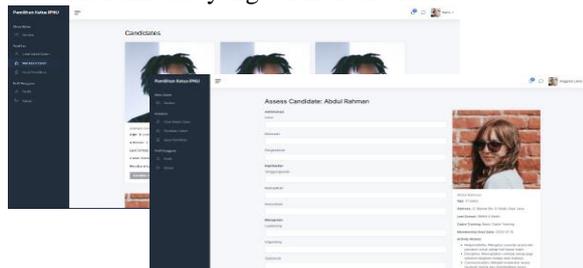
Gambar 4. Halaman Rangkings

- e. Halaman Admin Kriteria dan Sub Kriteria, Admin Kriteria: Memungkinkan Admin untuk mengatur kriteria dan bobot yang digunakan dalam evaluasi calon. Admin Sub Kriteria: Memungkinkan Admin untuk mengatur sub-kriteria yang mendukung penilaian lebih terperinci.



Gambar 5. Halaman Rangkings

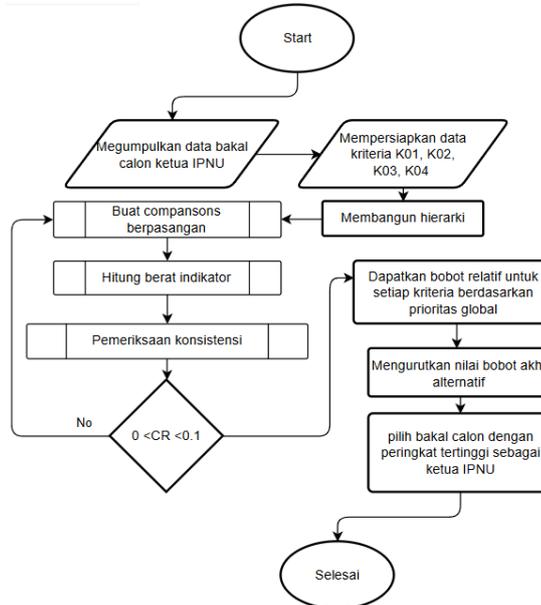
- f. Halaman User Hasil Pemilihan dan User Penilaian User Hasil Pemilihan: Menyajikan hasil pemilihan secara detail, termasuk peringkat dan skor akhir calon. User Penilaian: Memungkinkan anggota untuk memberikan penilaian terhadap calon berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.



Gambar 6. Halaman Rangkings

2. Flowchart AHP

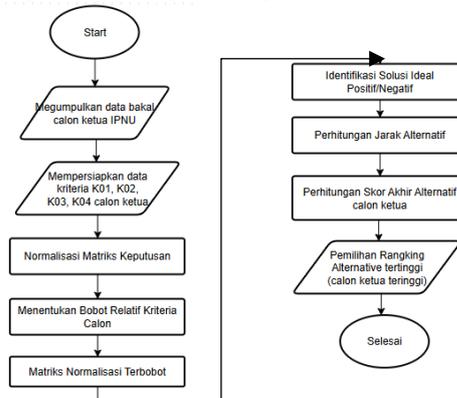
Flowchart AHP menggambarkan alur proses Analytical Hierarchy Process yang digunakan dalam sistem untuk menentukan prioritas dan pengambilan keputusan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan [14]. Langkah-langkah dalam flowchart ini meliputi:



Gambar 7. Flowchart AHP

3. Flowchart TOPSIS

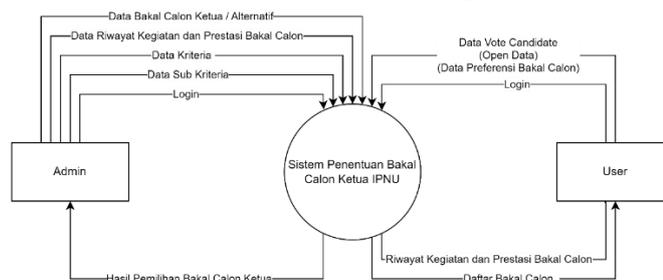
Flowchart TOPSIS menggambarkan alur proses Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution yang digunakan dalam sistem untuk meranking alternatif berdasarkan kedekatannya dengan solusi ideal positif dan jaraknya dari solusi ideal negatif [7]. Langkah-langkah dalam flowchart ini meliputi:



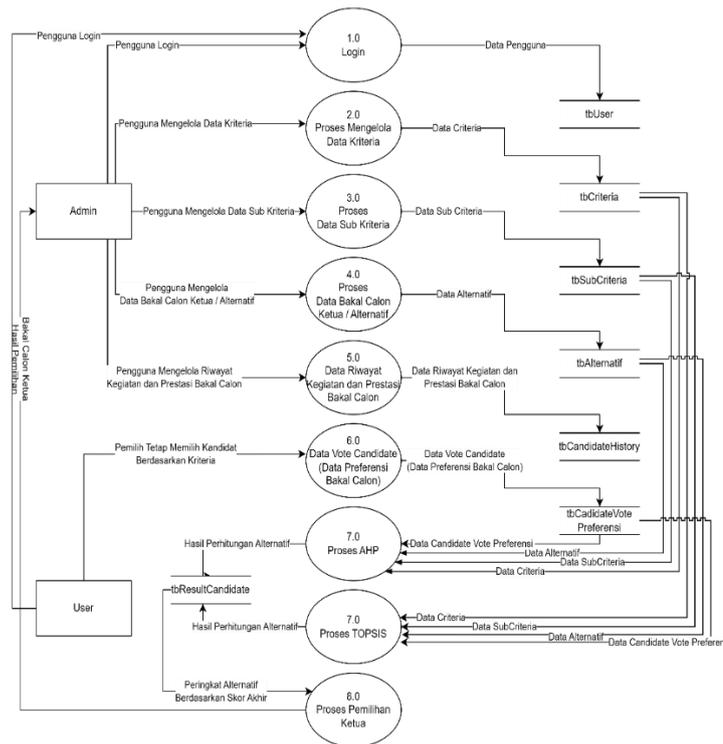
Gambar 8. Flowchart TOPSIS

4. Data Flow Diagram (DFD)

DFD Level 0 memberikan gambaran umum tentang alur data antara entitas utama (Admin dan User) dan sistem penentuan bakal calon Ketua IPNU[12]. Aliran data utama meliputi:



Gambar 9. Diagram Konteks / DFD 0



Gambar 10. DFD Level 1

3.4 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui dua tahap, yaitu pengujian fungsional (Alpha) dan pengujian pengguna akhir (Beta). Hasil pengujian Beta menunjukkan tingkat kepuasan responden sebesar 95,36%, yang terdiri dari 2 Admin dan 8 Anggota IPNU. Hal ini menegaskan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil memenuhi kebutuhan pengguna dalam hal kemudahan penggunaan, relevansi informasi, dan akurasi hasil pemilihan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengguna Akhir (Beta)

No	Pertanyaan	SS 4	S 3	CS 2	TS 1	Persentase
1	Apakah aplikasi sistem pemilihan Ketua IPNU mudah dioperasikan?	5	0	0	0	100%
2	Apakah tampilan Dashboard memberikan informasi yang relevan dan mudah dipahami?	4	2	1	0	90%
3	Apakah fitur untuk mengelola data calon mudah digunakan oleh Admin?	5	1	1	0	93,75%
4	Apakah anggota merasa mudah dalam memberikan penilaian pada halaman User Penilaian?	5	1	1	0	93,75%
5	Apakah proses verifikasi calon di Halaman Admin Bakal Calon berjalan dengan baik?	5	1	1	0	93,75%
6	Apakah hasil peringkat di Halaman Ranking jelas dan mudah dipahami?	4	3	0	0	100%
Rata-rata						95.36%

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pendukung keputusan yang dikembangkan telah berhasil memberikan pengalaman pengguna yang baik dan dapat dipercaya dalam proses pemilihan calon Ketua IPNU.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem pendukung keputusan untuk pemilihan bakal calon Ketua IPNU menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), dapat disimpulkan bahwa sistem ini berhasil meningkatkan objektivitas, struktur, dan transparansi dalam proses pemilihan. Metode AHP efektif dalam menentukan bobot kriteria penilaian dengan tingkat konsistensi yang tinggi ($CR < 0,1$), memastikan bahwa penilaian terhadap calon dilakukan secara terukur dan adil. Selain itu, metode TOPSIS mampu meranking calon berdasarkan kedekatannya dengan solusi

ideal positif dan jaraknya dari solusi ideal negatif, menghasilkan peringkat yang akurat dan dapat dipercaya. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa Data 7 menempati peringkat tertinggi dengan nilai preferensi sebesar 0,68427109, diikuti oleh Data 6 dan Data 11, yang menandakan bahwa calon-calon tersebut memenuhi kriteria yang telah ditetapkan secara optimal.

Pengujian Beta yang melibatkan 10 responden, terdiri dari 2 Admin dan 8 Anggota IPNU, menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi sebesar 95,36%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya efektif dalam aspek teknis tetapi juga diterima dengan baik oleh pengguna akhir. Sistem ini berhasil memberikan pengalaman pengguna yang intuitif dan efisien, serta meningkatkan kepercayaan anggota organisasi terhadap hasil pemilihan. Dengan demikian, implementasi SPK ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keadilan dan akuntabilitas dalam proses pemilihan ketua, serta memberikan solusi yang dapat diandalkan untuk kebutuhan penjurian lainnya yang memerlukan penilaian objektif dan terpercaya.

5. SARAN

Saran- Untuk pengembangan sistem pendukung keputusan pemilihan Ketua IPNU ke depannya, disarankan agar sistem ini terus diterapkan dan dipelihara secara berkala di seluruh level kepengurusan IPNU guna meningkatkan validitas dan keadilan pemilihan. Penambahan jumlah kriteria dan sub-kriteria, termasuk parameter prestasi non-akademik, dapat memperluas cakupan penilaian dan memberikan gambaran yang lebih baik terhadap calon. Selain itu, pengembangan versi aplikasi mobile sangat dianjurkan untuk memudahkan akses pengguna, terutama bagi anggota yang tersebar di berbagai wilayah, sehingga meningkatkan partisipasi dan keterlibatan mereka dalam proses pemilihan. Penelitian lanjutan sebaiknya juga mempertimbangkan studi perbandingan antara metode AHP-TOPSIS dengan metode pengambilan keputusan lainnya untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dalam konteks pemilihan calon ketua organisasi. Dengan menerapkan saran-saran tersebut, diharapkan sistem pendukung keputusan yang dikembangkan dapat terus ditingkatkan dan memberikan manfaat yang lebih besar bagi organisasi IPNU dalam proses pemilihan ketua serta kegiatan penjurian lainnya yang memerlukan penilaian objektif dan terpercaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Anwar dan M. T. Yani, "Peran Organisasi Pimpinan Anak Cabang Ikatan Pelajar Nahdlatul Ulama Ikatan Pelajar Puteri Nahdlatul Ulama (Ipnu Ippnu) Dalam Membentuk Karakter Nasionalisme Pada Remaja Di Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo," *Kajian Moral dan Kewarganegaraan*, vol. 11, no. 2, hlm. 525–539, Feb 2023, doi: 10.26740/kmkn.v11n2.p525-539.
- [2] Muhammad Faizin, "Pimpinan Pusat IPNU-IPPNU 2019-2022 Resmi Dilantik," NU Online.
- [3] R. Maulana, Sari Dewi, Muhammad Sony Maulana, Nurmalasari, dan Agung Sasongko, "Penerapan Aplikasi Polling Pemilihan Ketua Rt Secara Online Pada Pemilihan Umum (Pemilu) Ketua Rt.004/Rw.008 Masa Bakti 2021-2026 Kelurahan Parit Mayor Kecamatan Pontianak Timur," *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Jotika*, vol. 1, no. 2, hlm. 49–52, Feb 2022, doi: 10.56445/jppmj.v1i2.26.
- [4] A. A. Mufidha dan I. Mufarrihah, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Calon Ketua Osis Berbasis Website Menggunakan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process)," *INOVATE Jurnal Ilmiah Inovasi Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, hlm. 236–242, Apr 2024.
- [5] W. Waziana *dkk.*, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Kepala Sekolah Menggunakan Metode AHP," dalam *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 2023, hlm. 209–214.
- [6] A. Firdaus, A. Wibowo, dan M. Rahmat, "Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Pegawai Sma Menggunakan Metode AHP," *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 4, no. 3, hlm. 73, Nov 2020, doi: 10.31000/jika.v4i3.3028.
- [7] J. Siregar, A. Arifian, dan W. A. Azis, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Terbaik Dengan Metode Ahp Dan Topsis," *Journal of Innovation Research and Knowledge*, vol. 1, no. 10, hlm. 1273–1284, Mar 2022.
- [8] M. Maisyaroh, M. H. Siregar, H. Destiana, F. Agustini, E. Widanengsih, dan I. Komarudin, "Metode AHP Pada Penilaian Kinerja Pegawai Terbaik Pada PT. Cipta Inti Sejahtera," *BINA INSANI ICT JOURNAL*, vol. 10, no. 1, hlm. 104, Jul 2023, doi: 10.51211/biict.v10i1.2510.
- [9] T. Andriyanto, E. Daniati, dan D. Regga Meydianto, "Rekomendasi Pemilihan Kost Di Kampung Inggris Pare Menggunakan Metode Saw Dan Topsis," Thesis (Undergraduate), Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, 2023. Diakses: 13 November 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unpkediri.ac.id/11286/>

- [10] M. Badrul Munir, “The IPNU,” *SETYAKI : Jurnal Studi Keagamaan Islam*, vol. 1, no. 2, hlm. 11–17, Mei 2023, doi: 10.59966/setyaki.v1i2.190.
- [11] B. Harpad dan S. Salmon, “Penerapan Metode Ahp Dan Metode Topsis Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Asisten Laboratorium Komputer Pada Stmik Widya Cipta Dharma Samarinda,” *Sebatik*, vol. 19, no. 1, hlm. 28–34, Jan 2020, doi: 10.46984/sebatik.v19i1.92.
- [12] I. Al Ikrom, R. H. Irawan, dan J. Sahertian, “Analisis Efisiensi Penjadwalan Teknisi Pemasangan Layanan Internet Menggunakan Metode SAW dan ROC,” *JOINTECT: Journal Of *Information Technology And Computer Science*, vol. 8, no. 1, hlm. 31–40, Jun 2024.
- [13] M. Amri dan M. P. Putra H., “Penentuan Karyawan Terbaik di BMK Supermall Menggunakan Sistem Pendukung Keputusan,” *JURNAL TREN BISNIS GLOBAL*, vol. 1, no. 1, Mei 2021, doi: 10.38101/jtbg.v1i1.358.
- [14] S. Atmojo, S. Dewi, N. Widhiyanta, dan R. Utami, “Sistem Informasi Rekomendasi Pemilihan Sekolah Dasar Dengan Metode Ahp Studi Kasus Surabaya Barat,” *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, vol. 7, no. 2, hlm. 85–93, 2021.

Identifikasi Mangga Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Yolo 11

Muhammad Miftahul Huda¹, Kukuh Agung Prasetyo², Muhammad Ariel Rizqi Vieri³,
Resty Wulanningrum⁴, Made Ayu Dusea Widya Dara⁵

¹⁻⁵Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
E-mail: *¹miftahuda701@gmail.com, ²kukuhagung12@gmail.com, ³ariel.arv.09@gmail.com
⁴restyw@unpkdr.ac.id, ⁵madedara@gmail.com.

Abstrak – Pertumbuhan penduduk yang pesat tanpa diimbangi peningkatan produksi pertanian dapat memicu krisis pangan global. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah mangga menggunakan algoritma YOLO versi 11, yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan hasil pertanian. Metode yang digunakan adalah Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM), dengan pengumpulan data citra buah mangga sebagai sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model dapat mendeteksi buah mangga matang dengan akurasi 100%, sedangkan untuk mangga yang belum matang, akurasi mencapai 68%. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun model efektif, masih ada ruang untuk perbaikan dalam mengidentifikasi mangga yang belum matang. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan teknologi berbasis YOLO dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan membantu petani dalam pemilahan hasil panen secara cepat dan akurat, yang penting untuk mendukung ketahanan pangan di masa depan.

Kata Kunci —identifikasi, mangga, pertanian, YOLOv11

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat tanpa diimbangi dengan peningkatan produksi pertanian akan berdampak buruk. Prediksi dari FAO (*Food and Agriculture Organization*) menyatakan bahwa jumlah penduduk dunia akan mengalami peningkatan hingga mencapai 9,6 miliar pada tahun 2050. Hal ini akan memicu krisis pangan apabila produksi pertanian tidak mampu mencukupi kebutuhan penduduk tersebut [1]. Oleh sebab itu penting bagi pemerintah untuk memaksimalkan penerapan konsep *smart farming* yang merupakan pengembangan inovasi dunia pertanian dengan pengembangan teknologi sesuai dengan protokol yang sudah ditetapkan, sehingga penerapannya dapat memaksimalkan produktivitas, mutu dan pemeliharaan lingkungan melalui inovasi tersebut [2][3].

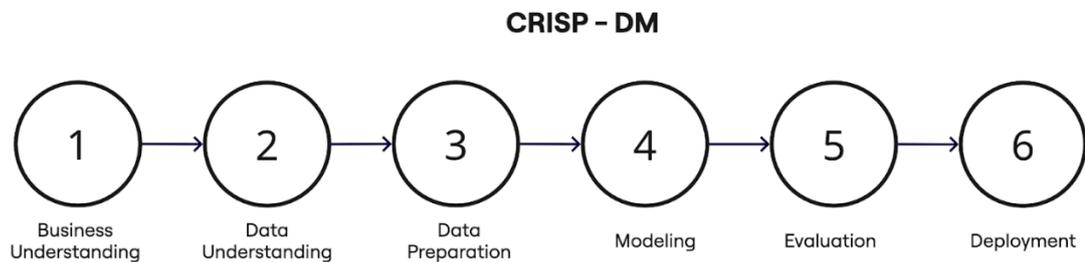
Melalui *smart farming*, salah satu sektor pertanian yang cocok untuk diterapkan inovasi ini adalah perkebunan mangga, mengingat produksi buah mangga di Indonesia memiliki potensi yang besar, data menunjukkan bahwa produksi mangga di Indonesia terus meningkat hingga mencapai 2.624.783-ton pada periode 2014-2018 [4]. Sebagai contoh, perkebunan mangga dengan luas panen 176.000 hektar mampu memproduksi hingga mencapai 1,4 juta ton. Dan di Kabupaten Indramayu pada tahun 2009, tingkat produktivitas mangga tercatat dapat mencapai 123.385.86 ton/tahun [5]. Sebelum dijual, buah mangga akan dipilah berdasarkan beberapa kriteria seperti ukuran dan tingkat kematangan, pemilahan ini dilakukan untuk menghindari penurunan kualitas produk yang berpotensi merugikan penjual [6]. Namun proses pemilahan ini jika dilakukan secara manual, sering kali memerlukan waktu yang cukup lama. Sehingga dalam konteks ini, penerapan teknologi *computer vision* dapat dimanfaatkan dalam proses pemilahan agar lebih cepat dan efisien, sebab dengan *computer vision* memungkinkan sistem untuk dapat mengenali karakteristik visual pada suatu objek dengan algoritma pendeteksi objek secara konsisten [7], termasuk dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah mangga.

Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan sebuah sistem yang dapat membantu dalam mengidentifikasi buah mangga berdasarkan akurasi dan tingkat kematangan secara *real-time*. Untuk dapat membuat sistem dengan akurat, pada penelitian ini menggunakan model *You Only Look Once (YOLO)*. Sebab model *YOLO* terbukti lebih cepat dan akurat dalam mendeteksi objek maupun gambar [8]. Model *YOLO* yang sudah dilatih nantinya akan digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan mangga berdasarkan ciri-ciri visual seperti warna, ukuran dan tekstur.

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang pembuatan model pendeteksi kecurangan dan pelacakan untuk membantu pengawas ujian dalam mengontrol ruangan, model ini menggunakan *YOLOv7* dan *DeepShort* dengan akurasi yang diperoleh sebesar 81.67% [9]. Penelitian serupa juga pernah dilakukan dengan menerapkan *YOLOv8* untuk mendeteksi tingkat kematangan buah manggis yang memiliki nilai akurasi terbaik sebesar 97.8% [10]. Dengan beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk dapat dijadikan sebagai acuan. Maka fokus pada penelitian ini menggunakan algoritma *YOLOv11* dengan mempertimbangkan beberapa keunggulan seperti deteksi objek secara *real-time* dan ukuran yang relatif kecil sehingga ideal untuk diterapkan dalam skenario pada volume data tinggi seperti identifikasi tingkat kematangan buah magga untuk meningkatkan hasil pertanian dan tingkat produktivitas.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM). CRISP-DM merupakan sebuah pendekatan yang digunakan secara luas sebagai standar dalam proses data mining di berbagai bidang industri [11].



miro

Gambar 1 Fase Proses Model CRISP-DM Untuk Pengolahan Data

Istilah lain dari CRISP-DM adalah framework standar dalam data mining yang dirancang untuk menghasilkan *insights* dari data secara sistematis melalui enam tahapan, yaitu *business understanding*, *data understanding*, *data preparation*, *modeling*, *evaluation*, dan *deployment* [12]. Tahapan atau fase dari metode CRISP-DM dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Tahapan Model CRISP-DM

<i>Phase</i>	<i>Short Description</i>
<i>Business Understanding</i>	<i>Menilai konteks bisnis, tujuan data mining, dan rencana proyek.</i>
<i>Data Understanding</i>	<i>Mengumpulkan, mengeksplorasi, dan mengecek kualitas data.</i>
<i>Data Preparation</i>	<i>Memilih, membersihkan data, dan menyiapkan atribut model.</i>
<i>Modeling</i>	<i>Memilih teknik, membangun, dan mengevaluasi model.</i>
<i>Evaluation</i>	<i>Mengevaluasi hasil sesuai tujuan awal.</i>
<i>Deploying</i>	<i>Merencanakan dan melaksanakan deployment</i>

Tabel 1 merangkum tahapan CRISP-DM, mulai dari pemahaman konteks bisnis hingga *deployment*, yang mencakup eksplorasi, persiapan data, pemodelan, dan evaluasi. Setiap fase ini memastikan proses data mining berjalan sistematis dan menghasilkan model yang efektif sesuai dengan tujuan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeteksi kematangan buah mangga, dengan menggunakan algoritma *You Only Look Once (YOLO)* versi 11. Dataset yang digunakan pada perancangan ini didapat dari Roboflow, yang menyediakan berbagai data gambar mangga dengan anotasi berbeda untuk pelatihan model. Proses pemodelan dijalankan di Google Colab dengan runtime GPU untuk mempercepat proses modeling data. Pembahasan lengkapnya adalah sebagai berikut.

3.1. Business Understanding

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis teknologi *machine learning* yang dapat mendukung proses penentuan kematangan dan penyortiran buah mangga secara real-time. Dengan menggunakan metode YOLO, sistem ini diharapkan mampu mengenali kematangan mangga dengan memberikan hasil yang cepat dan akurat bagi pengguna. Teknologi ini memungkinkan para petani atau pelaku industri pertanian untuk melakukan penyortiran mangga berdasarkan kematangan dengan lebih mudah, tanpa perlu bergantung pada metode manual yang memakan waktu dan tenaga. Selain itu, sistem ini juga dapat meningkatkan efisiensi rantai distribusi, serta membantu menjaga kualitas buah mangga yang didistribusikan ke pasar. Dengan kemudahan ini, diharapkan teknologi penyortiran mangga otomatis dapat diadopsi lebih luas di sektor pertanian, memberikan kontribusi dalam optimalisasi manajemen hasil panen dan meningkatkan kesejahteraan petani.

3.2. Data Understanding

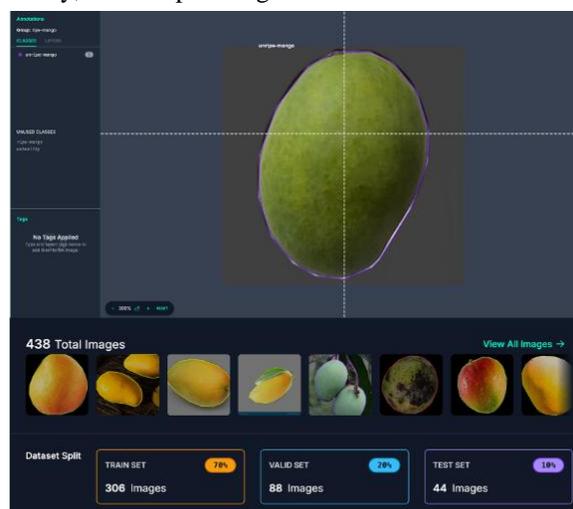
Proses monitoring memerlukan data citra sebagai input yang diolah, sistem ini menggunakan data dengan format gambar. Gambar-gambar yang digunakan dipilih sesuai dengan tujuan penelitian, yang berfokus pada tingkat kematangan buah mangga.



Gambar 2 Data Gambar yang Akan Digunakan

3.3. Data Preparation

Pada tahap Data Preparation, peneliti mengumpulkan 438 gambar dari proyek “Mango Detection and Counting Computer Vision Project” di Roboflow Universe. Pada data tersebut terdapat 3 kelas anotasi, antara lain ripe-mango, unhealthy, dan unripe-mango.

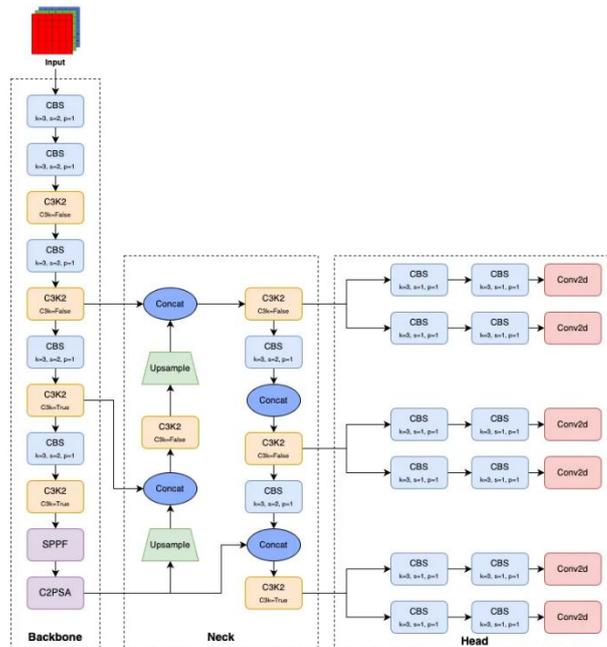


Gambar 3 Roboflow project Proses Anotasi dan Split Dataset

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa data gambar mangga yang telah di anotasi lalu di split untuk memudahkan proses modeling. Data tersebut telah dibagi menjadi 70% untuk data latih (306 gambar), 20% untuk validasi (88 gambar), dan 10% untuk pengujian (44 gambar) agar model dapat belajar dan mengukur akurasi dengan efektif.

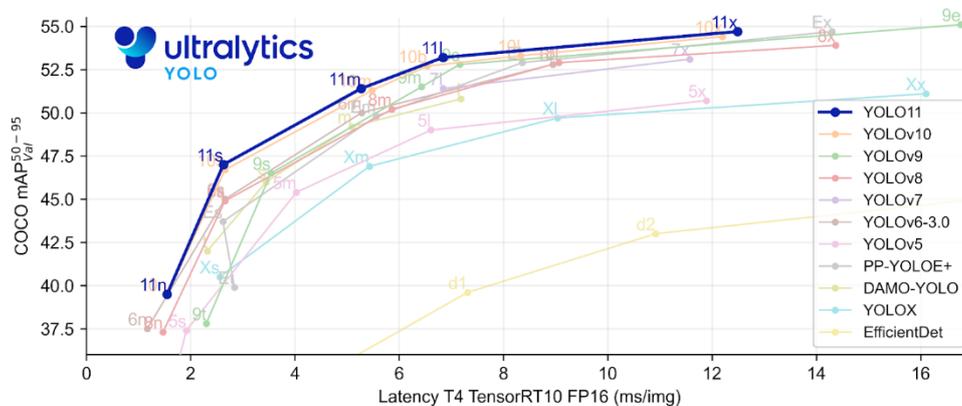
3.4. Modeling

Dalam tahap ini berfokus pada pelatihan data untuk menghasilkan model menggunakan algoritma YOLO 11. YOLO 11 adalah versi terbaru dari teknologi deteksi objek *Ultralytics* yang di rilis pada 2024. Model ini menawarkan peningkatan dalam arsitektur, ekstraksi fitur, dan metode pelatihan dibanding versi sebelumnya yaitu YOLO 9 dan YOLO 10 [13].



Gambar 4 Arsitektur Terbaru YOLO 11 dengan peningkatan C2PSA dan C3k2

YOLO 11 dilengkapi fungsi deteksi objek, segmentasi, klasifikasi gambar, dan deteksi pose. Peningkatan utamanya adalah mengenalkan modul C2PSA (*Cross-Stage Partial with Self-Attention*) yang menggabungkan *cross-stage partial* dan *self-attention* untuk deteksi objek kecil yang lebih akurat, serta blok C3k2 yang menggunakan dua konvolusi kecil untuk meningkatkan efisiensi tanpa mengurangi akurasi [14].



Gambar 5 Perbandingan antara YOLO 11 dengan versi sebelumnya

Berdasarkan Gambar 5, varian YOLO 11 (n, s, m, l, dan x) menunjukkan performa yang sangat baik dibandingkan versi sebelumnya. YOLO 11x mencapai mAP50-95 54.5% dengan latency 13ms, melampaui versi YOLO sebelumnya. Pada gambar tersebut juga varian YOLO 11l yang nantinya akan digunakan pada penelitian ini mendapat mAP50-9 sebesar kurang lebih 53% dengan latensi 7ms.

Untuk implementasinya, penelitian ini menggunakan Google Colab untuk menjalankan kode Python dengan memanfaatkan library OpenCV. Dalam proses pelatihan model, satu epoch berarti seluruh data pelatihan disajikan ke model sekali. Pada setiap epoch, model menghitung gradien fungsi kerugian dan memperbarui parameter menggunakan optimizer. Pemilihan jumlah epoch sangat penting terlalu sedikit dapat menyebabkan *underfitting*, sementara terlalu banyak bisa mengakibatkan *overfitting* [15].

```
100 epochs completed in 0.514 hours.
Optimizer stripped from trained/mango_model/weights/last.pt, 51.2MB
Optimizer stripped from trained/mango_model/weights/best.pt, 51.2MB

Validating trained/mango_model/weights/best.pt...
Ultralytics 8.3.18 Python-3.10.12 torch-2.4.1+cu121 CUDA:0 (Tesla T4, 15102MiB)
YOLO11l summary (fused): 464 layers, 25,281,625 parameters, 0 gradients, 86.6 GFLOPs

```

Class	Images	Instances	Box(P)	R	mAP50	mAP50-95)
all	88	94	0.928	0.888	0.934	0.916
Sudah Matang	26	30	0.879	0.833	0.926	0.886
Busuk	35	35	0.971	0.968	0.987	0.986
Belum Matang	28	29	0.933	0.862	0.888	0.877

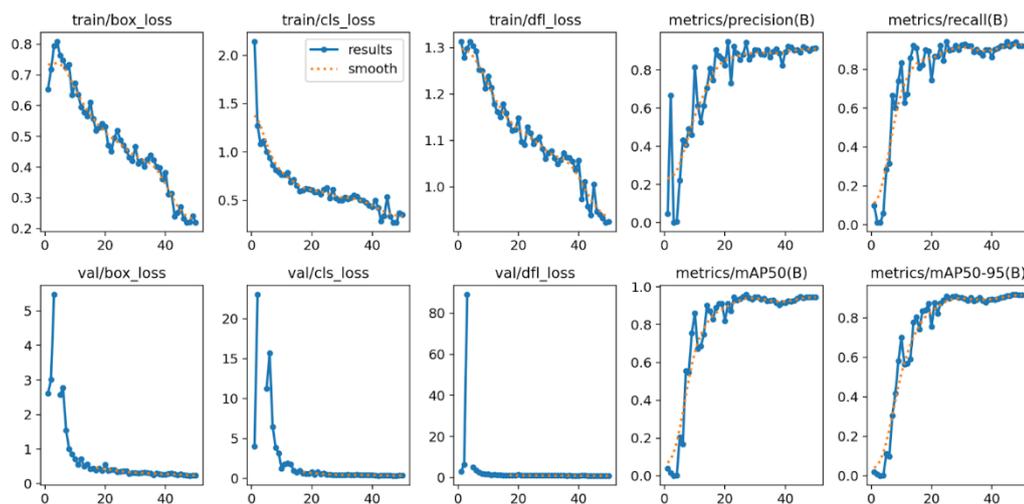
```
Speed: 0.2ms preprocess, 15.6ms inference, 0.0ms loss, 3.1ms postprocess per image
Results saved to trained/mango_model
```

Gambar 6. Proses Epochs Model

Gambar 6 menunjukkan bahwa proses pelatihan model selesai dalam waktu 0,5 jam setelah 100 epoch menggunakan YOLO 11l dengan Tesla T4 GPU. Model ini terdiri dari 464 lapisan dengan total 25.281.625 parameter, tanpa gradien yang tersisa. Model ini memiliki performa komputasi sebesar 86,6 GFLOPs (Giga Floating Point Operations per Second), yang menunjukkan kemampuannya dalam menangani tugas-tugas pemrosesan data yang kompleks.

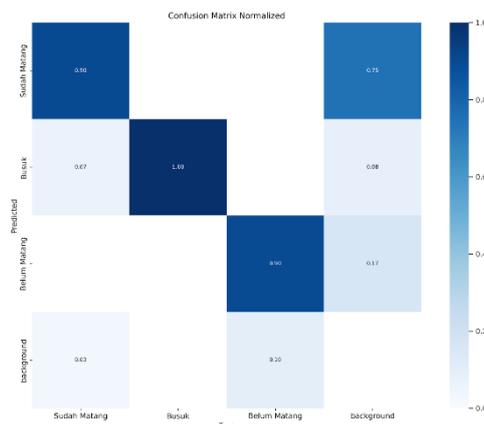
3.5. Evaluation

Tahap evaluasi bertujuan untuk menilai kinerja model yang telah dibangun dengan menggunakan data uji. Dalam proses ini, metrik seperti mAP, Precision, dan Recall digunakan untuk mengukur efektivitas model dalam mendeteksi tingkat kematangan buah mangga.



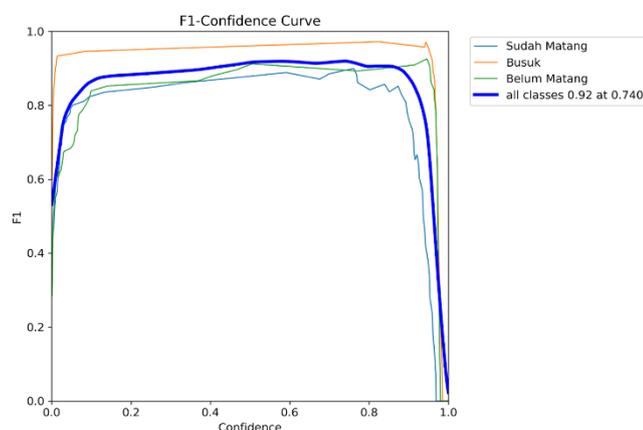
Gambar 7 Hasil build model

Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil *build* model dapat digunakan untuk mendeteksi objek dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi, ditunjukkan dengan penurunan *loss* yang terus menurun dan peningkatan *metrics* pada setiap epoch, serta mampu mencapai *precision* dan *recall* yang tinggi dengan mAP50 dan mAP50-95 yang mendekati 1.



Gambar 9 confusion matrix model

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa model dapat mendeteksi buah mangga matang dengan tingkat keakuratan 100%, namun untuk mangga yang belum matang tingkat prediksi model hanya mencapai 68%, dengan kesalahan prediksi sebesar 10%.



Gambar 8 Curve F1

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa performa model dalam mengidentifikasi tingkat kematangan mangga pada 3 kategori yang stabil di berbagai tingkat *confidence*. Namun untuk kelas “Belum matang” menunjukkan bahwa model mengalami sedikit kesulitan dalam mengidentifikasi kelas tersebut. Namun secara keseluruhan nilai F1-score untuk semua kelas mencapai sekitar 0,92 pada *confidence* level 0,74 yang menandakan performa model yang baik dalam mengidentifikasi ketiga kategori tersebut.

3.6. Deployment

Identification of Mango Ripeness Level App

Unggah gambar untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan objek dengan model YOLOv11.

Pilih gambar...

Drag and drop file here
 Limit 200MB per file • JPG, JPEG, PNG

Browse files

Gambar 10 Antarmuka streamlit

Dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kolaborasi tim, maka dalam penelitian ini kami mengadopsi *Google Colab* sebagai media pengembangan model berbasis *cloud*. Pemilihan ini didasarkan pada fleksibilitas dan

kemudahan akses. Sementara itu, untuk menyediakan antarmuka yang interaktif dan mudah digunakan oleh pengguna, kami mengimplementasikannya menggunakan bantuan framework *streamlit* sehingga memungkinkan proses visualisasi data dan hasil dari model dengan cepat dan lebih efektif.

4. SIMPULAN

Sistem berbasis algoritma YOLO versi 11 akan memproses foto secara *real-time* sehingga membantu pemilahan buah mangga berdasarkan tingkat kematangan secara cepat dan akurat, yang nantinya dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan hasil pertanian mangga. Penelitian ini memberikan hasil bahwa metode ini efektif dalam mendeteksi kematangan buah dengan akurasi yang tinggi. Hasil ini diperoleh dari pengujian beberapa metrik seperti mAP yang menunjukkan bahwa model memiliki performa yang konsisten dalam berbagai kondisi data, Precision dengan hasil yang benar-benar sesuai dengan kategori kematangan yang diharapkan, dan Recall yang minim missed detection pada beberapa kriteria kematangan. Meski sistem ini tidak diaplikasikan ke server atau aplikasi eksternal, pemanfaatan platform Google Collab memberikan akses yang mudah dalam pengujian model.

Kelebihan metode ini adalah memberikan efisiensi dalam waktu pemrosesan dan memberikan nilai keakuratan tinggi dalam deteksi objek, yang sesuai dengan skenario penggunaan di lapangan. Pada hal ini terfokus pada objek kematangan buah mangga. Namun, penelitian ini terbatas pada kurangnya pengujian dalam kondisi lingkungan yang bervariasi, seperti pencahayaan dan variasi kualitas kamera.

5. SARAN

Perlunya dilakukan pengujian model dalam berbagai kondisi lapangan yang lebih beragam, seperti pencahayaan dan jenis kamera yang bervariasi, agar dapat diketahui ketahanan dan fleksibilitas model dalam kondisi nyata. Selain itu perlunya penerapan di lingkungan pertanian yang lebih luas, seperti daerah dengan produksi tinggi, untuk evaluasi dampaknya pada produktivitas pertanian secara keseluruhan. Ada juga kemungkinan sistem ini akan membantu jaringan otomatisasi pertanian yang lebih luas jika diintegrasikan dengan Internet of Things dan penerapan teknologi machine learning yang lebih kompleks. Dan yang terakhir versi YOLO yang semakin berkembang di masa depan juga dapat memberikan hasil yang berbeda dengan pengujian yang dilakukan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. R. Rachmawati, "SMART FARMING 4.0 UNTUK MEWUJUDKAN PERTANIAN INDONESIA MAJU, MANDIRI, DAN MODERN," *Forum penelitian Agro Ekonomi*, vol. 38, no. 2, p. 137, Jun. 2021, doi: 10.21082/fae.v38n2.2020.137-154.
- [2] J. Sondakh, J. H. W. Rembang, and N. Syahyuti, "KARAKTERISTIK, POTENSI GENERASI MILENIAL DAN PERSPEKTIF PENGEMBANGAN PERTANIAN PRESISI DI INDONESIA," *Forum penelitian Agro Ekonomi*, vol. 38, no. 2, p. 155, Jun. 2021, doi: 10.21082/fae.v38n2.2020.155-166.
- [3] Revina Devitani Putri and Irshan Zainuddin, "PENGUNAAN SMART FARMINGDALAM INDUSTRI TERPADU KOMODITAS KAMBING DI KABUPATEN KARAWANG," 2024.
- [4] Solikin, "Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mangga Dengan Citra Digital : Tinjauan Literatur Sistematis (SLR)," *BINA INSANI ICT JOURNAL*, vol. 7, no. 1, pp. 63–72, 2020.
- [5] R. A. Putri, E. Chumaidiyah, and W. Tripiawan, "PERANCANGAN SISTEM BISNIS ONLINE BERBASIS SISTEM INFORMASI WEBSITE PADA PERKEBUNAN MANGGA XYZ INDRAMAYU."
- [6] E. Kurnadi, N. Hernita, and U. Majalengka, "PENGARUH HARGA DAN KUALITAS PRODUK TERHADAP PENJUALAN (Studi Pada Pedagang Buah Mangga di Kabupaten Majalengka)," 2022.
- [7] A. M. Simarmata, A. Zizwan Putra, and A. Mahmud Husein, "Penerapan Metode Computer Vision Dalam Klasifikasi Buah Jeruk Menggunakan Teknik Image Pre-Processing," vol. 3, no. 2, 2023, doi: 10.47709/dsi.v3i2.4010.

-
- [8] R. Kurniawan, A. T. Martadinata, and S. D. Cahyo, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Sawit Berbasis Deep Learning dengan Menggunakan Arsitektur Yolov5,” *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 5, no. 1, pp. 302–309, Oct. 2023, doi: 10.47065/josh.v5i1.4408.
- [9] A. Zaffar, M. Jawad, M. Shabbir, P. O. Factory, and W. Cantt, “A Novel CNN-RNN Model for E-Cheating Detection Based on Video Surveillance,” 2022.
- [10] R. Akyas hidzi Rahman and A. Adi Sunarto, “PENERAPAN YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) V8 UNTUK DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH MANGGIS,” 2024.
- [11] S. N. Luqman *et al.*, “Komparasi Algoritma Klasifikasi Genre Musik pada Spotify Menggunakan CRISP-DM,” 2021.
- [12] C. Schröer, F. Kruse, and J. M. Gómez, “A systematic literature review on applying CRISP-DM process model,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2021, pp. 526–534. doi: 10.1016/j.procs.2021.01.199.
- [13] R. Khanam and M. Hussain, “YOLOv11: An Overview of the Key Architectural Enhancements,” Oct. 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2410.17725>
- [14] N. Jegham, C. Y. Koh, M. Abdelatti, and A. Hendawi, “Evaluating the Evolution of YOLO (You Only Look Once) Models: A Comprehensive Benchmark Study of YOLO11 and Its Predecessors,” Oct. 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2411.00201>
- [15] Q. Antoko Mohti, R. Wahyudi, and M. Habib Mustofa, “Penerapan Metode Yolo V5 Dalam Mendeteksi Penyakit Tanaman Buah Naga,” 2024.