SEMNAS RISTEK
Seminar Nasional Riset dan Inovasi Teknologi
P-ISSN : 2527-5321
E-ISSN : 2527-5941

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

MODEL PENERJEMAH BAHASA ISYARAT INDONESIA DENGAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Ichwanul Muslim Pramono[1], Za'imatun Niswati[2], Amaliasyifa Agustina[3]

[1,3]*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI*
[2]*Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI*
Jalan Raya Tengah No 80, Kelurahan Gedong, Pasar Rebo, Jakarta Timur
[1]Ichwanulmuslim9h@gmail.com, [2]zaimatunnis@gmail.com, [3]amaliasyifaagustina@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan sistem penerjemah bahasa isyarat Indonesia berbasis komputer menggunakan *Python Hand Gesture Recognition* dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) pada video *real-time*. Sistem ini diharapkan dapat mengenali gerakan tangan secara akurat dan meningkatkan aksesibilitas komunikasi bagi penyandang disabilitas tunawicara. Pengujian sistem penerjemah bahasa isyarat menunjukkan hasil yang positif dengan rata-rata hasil deteksi 70,2%. Sistem berhasil mengenali dan memahami gerakan tangan dalam video real-time dengan tingkat akurasi yang cukup. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penerapan *Python Hand Gesture Recognition* dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) pada video *real-time* efektif dalam mengenali dan menerjemahkan bahasa isyarat Indonesia.

Kata Kunci : Bahasa Isyarat, *Convolutional Neural Network, Python Hand Gesture Recognition*

ABSTRACT

This research aims to develop and implement a computer-based Indonesian sign language translator system using Python Hand Gesture Recognition with the Convolutional Neural Network (CNN) method on real-time videos. The system's purpose is to accurately recognize hand gestures and enhance communication accessibility for individuals with speech impairments. Testing the sign language translator system yielded promising results, with an average detection rate of 70.2%. The system successfully identified and comprehended hand movements in real-time videos with a satisfactory level of accuracy. From these findings, it can be concluded that the application of Python Hand Gesture Recognition using the Convolutional Neural Network (CNN) method on real-time videos is effective in recognizing and translating Indonesian sign language.

***Keyword** : Sign Language, Convolutional Neural Network, Python Hand Gesture Recognition*.

PENDAHULUAN

Sebagai manusia sosial, setiap orang yang hidup dalam suatu kelompok masyarakat memelihara kehidupan sehari-hari dari bangun tidur hingga tidur, berpartisipasi dalam kegiatan sosial setiap saat. Hal ini mengonfirmasi bahwa dalam kehidupan sosial manusia, komunikasi telah menjadi jantung kehidupan. Jika jantung kehidupan tidak bekerja, maka tidak akan ada dorongan antusiasme manusia seperti sekarang ini, dan tidak mungkin tercipta struktur kehidupan manusia yang utuh dalam suatu sistem sosial, yang disebut masyarakat (Nurhadi & Kurniawan, 2017). Dalam konteks era digital saat ini, komunikasi menjadi pijakan utama kehidupan sosial, namun akses merata terhadap informasi masih menjadi permasalahan, terutama bagi penyandang disabilitas, seperti tuna rungu, yang menghadapi kesulitan dalam berkomunikasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem penerjemah bahasa isyarat berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan bahasa isyarat Indonesia (BISINDO) sebagai landasan, yang mampu mengenali gerakan tangan dalam video rekaman secara *real-time*. Tujuan penelitian ini adalah memudahkan komunikasi dan akses informasi bagi penyandang tuna rungu, serta memberikan kontribusi teoritis dalam pengenalan bahasa isyarat dan praktis dalam pengembangan teknologi asistif untuk inklusi sosial yang

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

lebih baik. Agar komunikasi antara tuna rungu dan tuna rungu maupun antara tuna rungu dan orang normal dapat berjalan dengan baik.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah konstruksi matematika yang biasanya terdiri dari tiga jenis lapisan: konvolusi (*convolution*), penyatuan (*pooling*), dan lapisan yang sepenuhnya terhubung. Lapisan konvolusi (*convolution*) dan penyatuan (*pooling*), menampilkan ekstraksi fitur, sedangkan yang ketiga, yaitu lapisan yang sepenuhnya terhubung, memetakan fitur yang diekstraksi menjadi output akhir, seperti klasifikasi (Yamashita et al., 2018). Prinsip kerja algoritma ini memiliki kesamaan dengan *multi layer perceptron* (MLP), tetapi dengan perbedaan dimensi. Metode CNN menggunakan dimensi dua untuk setiap neuronnya, berbeda dengan MLP yang menggunakan dimensi satu. Konsep ini memungkinkan pengenalan fitur-fitur kompleks dalam gambar. Misalnya, dalam pengenalan wajah manusia, CNN dapat mengenali goresan-goresan awal pada layer pertama, menggabungkannya pada layer kedua menjadi fitur-fitur seperti mata, hidung, dan mulut, serta pada layer ketiga mengenali kombinasi fitur-fitur tersebut untuk akhirnya mengidentifikasi hasil yang lebih kompleks, seperti identifikasi wajah individu. Gambaran arsitektur jaringan CNN tersebut dapat dilihat sebagai pengembangan lebih lanjut dari metode MLP dengan dimensi lebih tinggi, yang memiliki implikasi penting dalam pengenalan pola visual.

Bahasa python didukung oleh *library* yang didalamnya menyediakan fungsi analisis data dan fungsi *machine learning*, *data preprocessing tools,* serta visualisasi data. Hal ini membuat python menjadi bahasa pemrograman yang popular pada bidang *data science* dan analisis (Syafrial Fachri Pane, 2020). *Preprocessing datasets* merupakan tahapan dimana data akan dilakukan pengisian data yang kosong, menghilangkan duplikasi data, memeriksa inkonsistensi data, pembersihan data serta memperbaiki kesalahan pada data (Pristyanto, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Algoritma CNN bekerja dengan memanfaatkan arsitektur jaringan saraf tiruan yang terinspirasi dari cara kerja sistem visual manusia. Proses pengenalan bahasa isyarat dimulai dengan pembuatan *datasets* berupa gambar gerakan tangan penulis sebagai penutur bahasa isyarat Indonesia. Selanjutnya, gambar tersebut akan diolah dan dipreproses dengan melibatkan teknik seperti *cropping*, *resizing*, dan konversi ke format .xml yang kompatibel untuk meningkatkan keakuratan dan kualitas citra.

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu algoritma *Deep Learning* yang dapat digunakan untuk melakukan *input image*, menetapkan *weight* dan *bias* ke dalam berbagai aspek dan objek di dalam gambar, sehingga dapat digunakan untuk membedakan satu gambar dengan gambar yang lainnya (Alfikri et al., 2022). Setelah tahap *preprocessing*, algoritma akan mengelompokkan data menjadi berbagai *frame* gambar yang berurutan, yang kemudian akan diberikan sebagai input ke dalam jaringan CNN. Pada tahap ini, jaringan CNN akan melakukan proses pembelajaran (*training*) dengan menggunakan *datasets training* berisi sejumlah besar contoh gerakan tangan yang teranotasi sebagai bahasa isyarat Indonesia. Selama proses pelatihan, algoritma akan menyesuaikan bobot dan parameter dalam jaringan untuk dapat mengenali pola dan fitur penting dari gerakan tangan yang merepresentasikan berbagai makna dalam bahasa isyarat Indonesia.

Gambar 2. Pembagian *datasets training* dan *test*
(Sumber : Ichwanul Muslim, 2023)

Setelah melalui tahap pelatihan, jaringan CNN akan siap untuk melakukan pengenalan bahasa isyarat pada video realtime. Proses ini melibatkan tahap pengujian (inference) dimana video yang telah dibagi menjadi beberapa *frame* gambar akan diberikan sebagai input ke dalam jaringan CNN. Jaringan CNN kemudian akan melakukan proses klasifikasi dan memberikan prediksi tentang makna dari gerakan tangan yang terdeteksi pada setiap frame. Hasil akhir dari proses ini adalah keluaran berupa teks atau kata-kata yang mewakili arti dari bahasa isyarat Indonesia yang dinyatakan oleh penutur (tuna wicara). Secara keseluruhan, algoritma CNN yang diterapkan dalam sistem penerjemah BISINDO merupakan inti dari keberhasilan sistem ini dalam mengenali dan menerjemahkan gerakan tangan menjadi bahasa lisan (Breva Yunanda et al., 2018).
Pada tahun 2015, perwakilan Tuli melalui organisasi kemasyarakatan Gerakan untuk Kesejahteraan Tunarungu Indonesia (Gerkatin) telah meminta pemerintah untuk mengakui Bisindo sebagai bahasa pengantar resmi di SLB (Susanty et al., 2021).

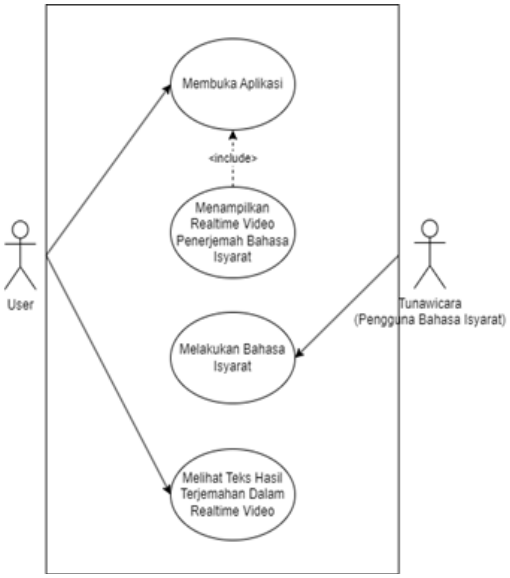
Bahasa isyarat merupakan metode berkomunikasi antara penyandang tunarungu ke penyandang tunarungu atau penyandang tunarungu ke orang biasa (Kersen & Widhiarso, 2023). Kesalahan klasifikasi banyak terjadi pada gerakan yang memiliki kemiripan dari arah gerakannya maupun bentuk tangannya .

Use Case Diagram

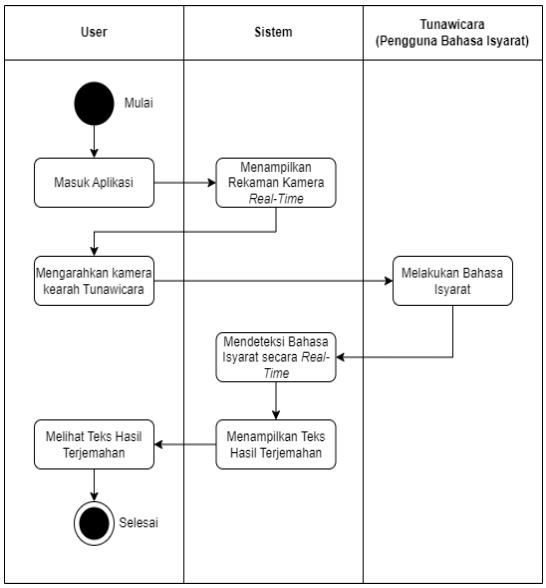
Use case diagram pada gambar 2 pada penerapan penerjemah bahasa isyarat indonesia menggunakan *python hand gesture recognition* pada *real-time video* dengan metode CNN) terdapat 2 (dua) aktor yaitu user dan tuna wicara (pengguna bahasa isyarat). Dimana aktivitas *user* yaitu, membuka aplikasi agar dapat menampilkan *realtime* video penerjemah bahasa isyarat lalu mengarahkannya kearah aktor tuna wicara (pengguna bahasa isyarat) yang sedang melakukan bahasa isyarat, dan mendapatkan hasil terjemahan bahasa isyarat langsung berupa teks pada *real-time* video.

Activity Diagram

Activity diagram merupakan gambaran umum fungsi dari penerapan penerjemah bahasa isyarat indonesia menggunakan *python hand gesture recognition* pada *realtime video* dengan metode CNN.



Gambar 2. ***Use case diagram***
(Sumber : Ichwanul Muslim, 2023)

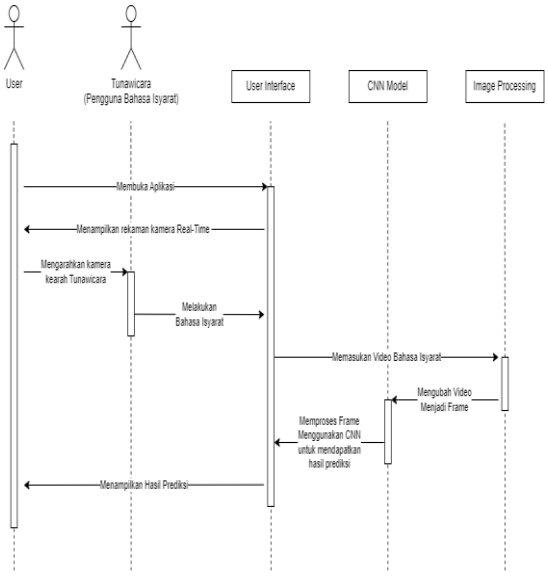


Gambar 3. ***Activity Diagram***
(Sumber : Ichwanul Muslim, 2023)

Sequence Diagram

Sequence diagram berfungsi untuk menggambarkan aliran fungsionalitas *data use case*. *Sequence diagram* adalah jenis diagram yang digunakan untuk menggambarkan aliran interaksi antara objek-objek dalam suatu sistem atau *use case*. Pada penerjemah bahasa isyarat Indonesia menggunakan metode CNN, *sequence diagram* akan membantu menjelaskan bagaimana berbagai komponen berinteraksi untuk melakukan proses pengenalan bahasa isyarat dalam video *real-time.*

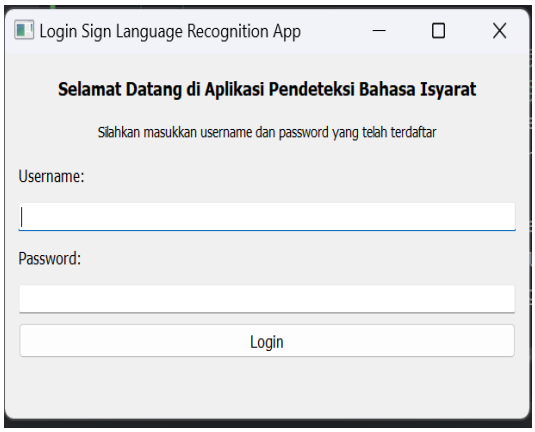
p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941



Gambar 4. *Sequence Diagram*
(Sumber : Ichwanul Muslim, 2023)

Tampilan Layar

Aplikasi *label image app* diperlukan penulis untuk mempermudah melakukan *test* dan *training datasets* pada aplikasi pengenalan bahasa isyarat, yaitu berfungsi sebagai pembuat file format xml pada setiap *datasets* yang dimiliki penulis.



Gambar 7 tampilan layar *login sign language recognition app*
(Sumber : Ichwanul Muslim, 2023)

Aplikasi *sign language recognition app* adalah aplikasi untuk mendeteksi bahasa isyarat secara *realtime. User* tidak perlu untuk melakukan *input* gambar ataupun video, karena dengan menjalankan aplikasi, maka aplikasi akan menggunakan *default camera* pada *device* yang digunakan *user* untuk melakukan *real-time recording* serta mendeteksi dan menampilkan persentase akurasi bahasa isyarat yang dilakukan oleh *user* didepan kamera.

Gambar 8. Tampilan layar *sign language recognition app*
(Sumber : Ichwanul Muslim, 2023)

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan model penerjemah bahasa isyarat yang mengadopsi algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Algoritma ini secara cemerlang mampu mengidentifikasi gerakan tangan dalam rekaman video dengan akurasi yang mengesankan. Sistem ini didasarkan pada standar bahasa isyarat Indonesia (BISINDO), yang menjadi landasan terjemahan, merajut hubungan komunikasi antara pengguna dan sistem dengan luar biasa efisien. Implementasi sistem ini menggunakan video rekaman sebagai input sensorik *real-time*, memungkinkan respons instan terhadap gerakan tangan yang terdeteksi dalam video, menggalang interaksi yang seketika antara pengguna dan sistem. Evaluasi kinerja mendalam dilakukan, mengukur akurasi pengenalan gerakan tangan dalam bahasa isyarat Indonesia (BISINDO). Hasil evaluasi mengungkap tingkat akurasi sistem dalam mengenali dan menerjemahkan gerakan tangan dalam rekaman video dengan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

Alfikri, R. H., Utomo, M. S., Februariyanti, H., & Nurwahyudi, E. (2022). Pembangunan Aplikasi Penerjemah Bahasa Isyarat Dengan Metode Cnn Berbasis Android. Jurnal Teknoinfo, 16(2), 183. Https://Doi.Org/10.33365/Jti.V16i2.1752

Breva Yunanda, A., Mandita, F., & Primasetya Armin, A. (2018).

Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Untuk Karakter Huruf Dengan Menggunakan Microsoft Kinect. Fountain Of Informatics Journal, 3(2), 41. Https://Doi.Org/10.21111/Fij.V3i2.2469

Kersen, K., & Widhiarso, W. (2023). Penerapan Metode Convolutional Neural Network Dalam Klasifikasi Bahasa Isyarat. Mdp Student Conference, 2(1), 244–249. Https://Doi.Org/10.35957/Mdp-Sc.V2i1.4221

Nurhadi, Z. F., & Kurniawan, A. W. (2017). Kajian Tentang Efektivitas Pesan Dalam Komunikasi. Jurnal Komunikasi Hasil Pemikiran Dan Penelitian, 3(1), 90–95. Http://Dx.Doi.Org/10.10358/Jk.V3i1.253.G295

Pristyanto, Y. (2019). Penerapan Metode Ensemble Untuk Meningkatkan Kinerja Algoritme Klasifikasi Pada Imbalanced Dataset. Jurnal Teknoinfo, 13(1), 11. Https://Doi.Org/10.33365/Jti.V13i1.184

Susanty, M., Fadillah, R. Z., & Irawan, A. (2021). Model Penerjemah Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Menggunakan Pendekatan Transfer Learning. Petir, 15(1), 1–9. Https://Doi.Org/10.33322/Petir.V15i1.1289

Syafrial Fachri Pane, Y. A. S. (2020). Big Data: Classification Behavior Menggunakan Python. Kreatif,.

Yamashita, R., Nishio, M., Do, R. K. G., & Togashi, K. (2018). Convolutional Neural Networks: An Overview And Application In Radiology. Insights Into Imaging, 9(4), 611–629. Https://Doi.Org/10.1007/S13244

PERFORMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DALAM DEEP LAYERS RESNET-50 UNTUK KLASIFIKASI MRI TUMOR OTAK

Eko Hari Rachmawanto[1], Didik Hermanto[2], Zudha Pratama[3], Christy Atika Sari[4]

[1,2,3]Universitas Dian Nuswantoro (PSDKU Kediri)
Jl. Penanggungan No 41A, Mojoroto, Kediri, Indonesia
[4]Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol 204, Semarang, Indonesia
[1]eko.hari@dsn.dinus.ac.id, [2]didik.hermanto@dsn.dinus.ac.id, [3]zudhapratama@dsn.dinus.ac.id,
[2]christy.atika.sari@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Tumor otak merupakan penyakit yang sangat kompleks dan beragam, dengan dampak yang serius pada kesehatan manusia. Berdasarkan data dari International Agency for Research on Cancer (IARC), variasi kondisi kesehatan penderita tumor otak disebabkan oleh faktor-faktor seperti ukuran, jenis, lokasi, dan tingkat keparahan tumor. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan dalam pemahaman dan deteksi dini tumor otak, dengan harapan dapat meningkatkan prognosis dan pengelolaan penyakit yang mengancam nyawa ini. Menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur ResNet-50, penelitian ini mengembangkan model klasifikasi berdasarkan citra MRI tumor otak. Hasil evaluasi menunjukkan keberhasilan model dengan akurasi rata-rata mencapai 98.82%, memungkinkan identifikasi jenis tumor otak, seperti tumor jinak, meningioma, dan pituitary, dengan tingkat presisi dan recall mencapai 99.22% dan 100% secara berturut-turut. Penelitian ini memberikan harapan baru dalam diagnosis dini, memperkuat penanganan penyakit tumor otak, dan memberikan landasan bagi pengembangan solusi medis yang lebih efektif, membawa dampak positif pada pasien yang mengidap penyakit ini.
Kata Kunci: Tumor otak, CNN, Resnet-50, Pengolahan Citra, Klasifikasi Citra

ABSTRACT

Brain tumors constitute a highly intricate and diverse disease, significantly impacting human health. According to data from the International Agency for Research on Cancer (IARC), variations in the health conditions of brain tumor patients are influenced by factors such as size, type, location, and severity of the tumor. This research aims to make a substantial contribution to understanding and early detection of brain tumors, with the hope of improving the prognosis and management of this life-threatening illness. Employing the Convolutional Neural Network (CNN) method with the ResNet-50 architecture, this study develops a classification model based on MRI images of brain tumors. Evaluation results demonstrate the model's success, achieving an average accuracy of 98.82%. This enables the identification of different types of brain tumors, including benign tumors, meningiomas, and pituitary tumors, with precision and recall rates of 99.22% and 100% respectively. This research offers a new prospect in early diagnosis, strengthening the treatment of brain tumors, and laying the groundwork for more effective medical solutions, ultimately positively impacting patients suffering from this disease.
Key Word: *Rbrain Tumor, CNN, Resnet-50, Image Processing, Image Classification.*

PENDAHULUAN

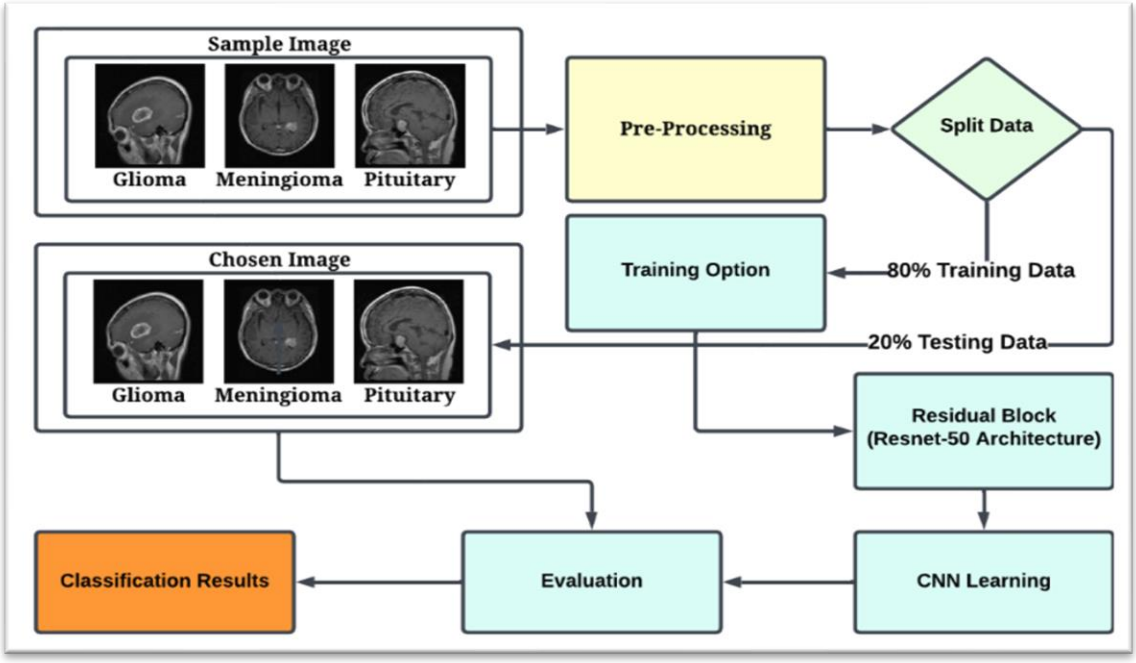
Tumor otak adalah keadaan tidak normal di mana sel-sel tumor berkembang biak dan menyebar di wilayah otak, menghambat fungsi normal sel-sel saraf manusia (Deshpande et al., 2021; Haq et al., 2022; Ullah et al., 2022). Penyakit ini dianggap sangat berbahaya dan merupakan salah satu penyebab kematian global yang signifikan, menempati peringkat kelima (Sofian & Laluma, 2019). Pertumbuhan sel-sel tumor dipengaruhi oleh sistem kekebalan tubuh dan kondisi kesehatan individu. Kelemahan kekebalan tubuh dan ketidakstabilan kesehatan dapat merangsang pertumbuhan tumor. Menurut International *Agency for Research on Cancer* (IARC), kondisi kesehatan penderita tumor otak bervariasi tergantung pada ukuran, jenis, lokasi, dan tingkat keparahan tumor (Sofian & Laluma, 2019). Jumlah kasus tumor otak yang dilaporkan bervariasi tergantung pada sumber data dan definisi tumor otak yang digunakan. Setiap tahun, sekitar 120.000 orang menderita

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

tumor otak, dan 90.000 meninggal akibat penyakit ini (Sofian & Laluma, 2019). Oleh karena itu, diperlukan penggunaan teknologi citra medis, seperti *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) (Jatmiko, 2021), untuk mendeteksi pertumbuhan tumor dan mengatasi masalah terkait penyakit tumor otak.

Penelitian tentang tumor otak penting dilakukan untuk memahami penyebab, perkembangan, dan pengobatan penyakit ini, dengan harapan dapat meningkatkan metode diagnosis dini serta mengembangkan terapi yang lebih efektif dan aman untuk pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan serta mengoptimalkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur ResNet-50 pada citra MRI tumor otak berukuran 227 x 227 x 3 dalam format jpg. Fokus utamanya adalah meningkatkan akurasi klasifikasi jenis tumor otak, termasuk benign tumor, meningioma tumor, dan pituitary tumor. Penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis dampak dari penggunaan hiperparameter seperti Adam *Optimization*, jumlah epoch (MaxEpochs), frekuensi validasi (*Validation Frequency*), dan tingkat pembelajaran (Learning Rate) terhadap kinerja model CNN dengan arsitektur ResNet-50 dalam mengklasifikasikan jenis tumor otak. Upaya optimalisasi melibatkan penyesuaian hiperparameter tersebut guna meningkatkan akurasi klasifikasi. Tujuan akhir penelitian ini adalah memberikan kontribusi signifikan dalam diagnosis dini dan pengelolaan penyakit tumor otak menggunakan teknologi deep learning. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat menciptakan dasar yang lebih solid untuk pengembangan solusi medis yang lebih efektif, memungkinkan peningkatan prognosis dan perawatan pasien tumor otak dengan akurasi yang lebih tinggi.

METODE PENELITIAN



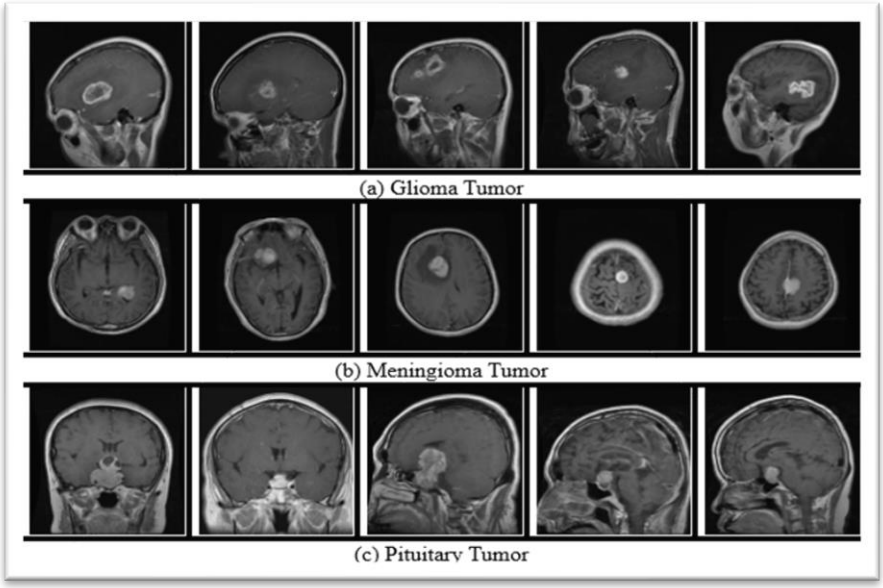
Gambar 1. Alur metode yang diusulkan

Metode yang diusulkan ini dimulai dengan pengambilan sampel citra dari dataset MRI tumor otak. Data tersebut kemudian melalui proses pra-pemrosesan untuk memastikan kebersihan dan standardisasi citra. Selanjutnya, dataset dibagi menjadi dua bagian: 80% data digunakan untuk melatih model, sementara 20% sisanya digunakan untuk pengujian evaluasi. Proses pelatihan model melibatkan serangkaian langkah, termasuk pengaturan opsi pelatihan dan pembentukan lapisan residual block, menggunakan pendekatan pembelajaran *Convolutional Neural Network* (CNN) yang telah diterapkan sebelumnya. Setelah model terlatih, evaluasi dilakukan dengan mengukur

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

akurasi klasifikasi dan membangun matriks kebingungan *(confusion matrix)*. Hasil evaluasi ini memberikan pemahaman mendalam tentang kemampuan model dalam mengklasifikasikan berbagai jenis tumor otak.

Penelitian ini dimulai dari penenentuan pada pemilihan citra, *preprocessing*, hingga ke tahap akhir, yaitu hasil klasifikasi. Metode yang diusulkan dapat dilihat pada beberapa sub bab dibawah ini.



Gambar 2. Datasets/kumpulan data

Dalam penelitian ini, kami menggunakan dataset citra MRI berukuran 227 x 227 x 3 dalam format jpg, yang kami peroleh dari Kaggle. Total dataset terdiri dari 2660 citra yang terbagi menjadi tiga kelas utama, dengan masing-masing kelas memiliki 820 citra: tumor jinak (benign), tumor meningioma, dan tumor pituitary. Selain itu, kami juga memanfaatkan 200 citra tambahan sebagai data uji/validasi untuk melakukan evaluasi lebih lanjut terhadap kinerja model kami.

Pre-processing

Dalam tahap pra-pemrosesan data, langkah pertama yang diambil adalah meresize citra-citra awal dengan ukuran yang acak menjadi format standar 227x227x3. Proses resize ini memberikan konsistensi ukuran pada seluruh dataset, memastikan bahwa setiap citra memiliki dimensi yang seragam. Selanjutnya, dilakukan normalisasi data, di mana nilai piksel pada citra disesuaikan ke rentang tertentu agar memudahkan proses pelatihan model. Normalisasi ini membantu mengurangi perbedaan skala dan mempercepat konvergensi selama pelatihan. Setelah normalisasi, dataset dibagi menjadi dua bagian: 80% data digunakan untuk melatih model (*training*), sedangkan 20% sisanya dialokasikan untuk menguji kinerja model (*testing*).

Gambar 3. Tahapan *pre-processing*

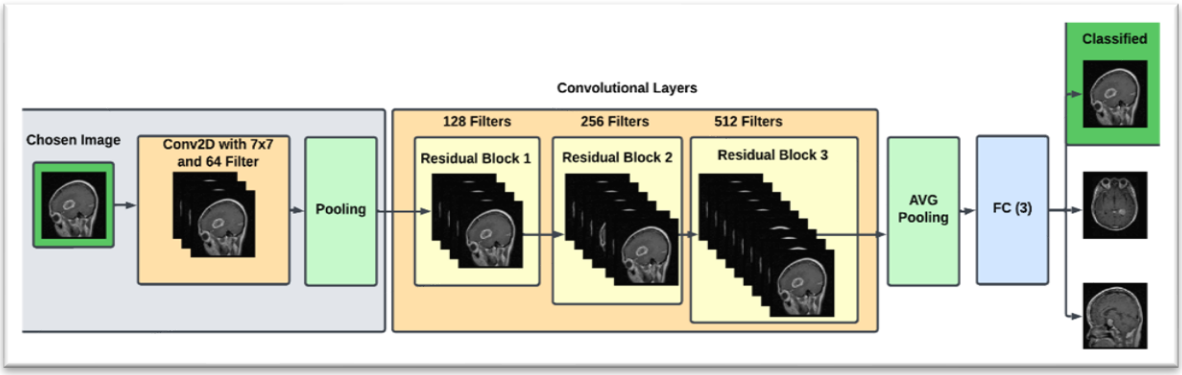
p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Convolutional Neural Networks (CNN)

CNN adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang dirancang khusus untuk memproses data grid, seperti citra dan video (Abdullah et al., 2020; Fomin et al., 2020; Yohannes & Al Rivan, 2022). CNN sangat efektif dalam tugas klasifikasi citra karena mampu mengekstraksi fitur-fitur penting dari gambar dan menggunakan informasi spasialnya untuk memahami konteksnya (Nugroho & Harjoko, 2021). Arsitektur CNN terdiri dari beberapa lapisan, termasuk lapisan konvolusi yang bertanggung jawab untuk mengekstraksi fitur-fitur dari citra menggunakan operasi konvolusi, diikuti oleh lapisan aktivasi yang memperkenalkan non-linearitas ke jaringan. Lapisan pooling digunakan untuk mereduksi dimensi spasial data, sementara lapisan fully connected menghubungkan hasil pengolahan ke output akhir untuk klasifikasi (Ziaee & Çano, 2022). Pentingnya CNN dalam klasifikasi citra terletak pada kemampuannya untuk secara otomatis mengekstraksi fitur-fitur penting dari citra, seperti tepi, sudut, dan tekstur, tanpa memerlukan ekstraksi fitur manual. Ini membuat CNN sangat efisien dan efektif dalam mengatasi tugas-tugas klasifikasi citra kompleks, termasuk dalam bidang kedokteran seperti klasifikasi jenis tumor otak dari citra MRI.

CNN berbasis Arsitektur Resnet-50

Residual Network-50 (ResNet-50) merupakan salah satu struktur jaringan saraf tiruan yang sangat dalam dan telah membawa revolusi besar dalam bidang pengenalan gambar (Li et al., 2022; Nugraha et al., 2023; Reddy & Juliet, 2019). Arsitektur ini dikenal dengan konsep "residual learning," yang memungkinkan jaringan untuk melompati lapisan-lapisan tertentu dalam proses pembelajaran (Reddy & Juliet, 2019). Ini mengatasi masalah umum pelatihan jaringan yang sangat dalam, mengurangi penurunan kinerja yang sering terjadi pada jaringan saraf yang mendalam. ResNet-50 terdiri dari 50 lapisan dan telah berhasil digunakan dalam berbagai aplikasi pengenalan objek dan pengklasifikasi gambar. Dalam praktiknya, penggabungan kemampuan *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengekstraksi fitur-fitur relevan dengan keunggulan arsitektur mendalam ResNet-50 memungkinkan model untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang fitur-fitur kompleks dan abstrak dalam citra . Gabungan ini memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi dengan lebih akurat berbagai jenis tumor otak pada citra MRI, memiliki dampak potensial dalam meningkatkan diagnosis dini dan pengobatan yang lebih efisien untuk penyakit ini.



Gambar 4. Layer CNN berbasis Resnet-50

HASIL DAN PEMBAHASAN

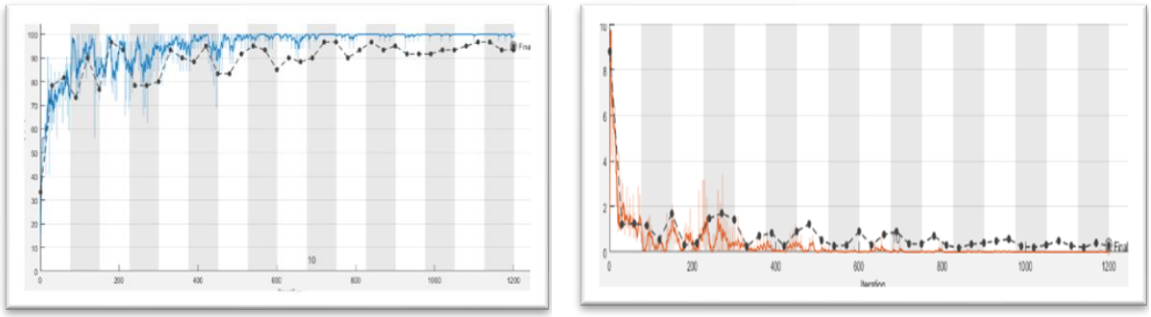
Berdasarkan metode yang diusulkan, hasil dan pembahasan saling terkait erat dengan dua pendekatan algoritma yang dijelaskan di bawah ini. Algoritma ini menggunakan pemisahan validasi pelatihan 80-20, menggunakan arsitektur jaringan saraf dengan lapisan konvolusional, normalisasi batch, aktivasi ReLU, dan pengumpulan maksimal, yang berpuncak pada model klasifikasi kelas jamak

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Algoritma Pseudocode CNN berbasis Layer Resnet-50

Input: Citra masukan ($input_image$) dengan ukuran $227\ x\ 227\ x\ 3$
Konvolusi awal
Conv1: Konvolusi($input_image, filter_size = 7x7, num_filters = 64, stride = "2", padding = "3"$)
Conv1: ReLU ($Conv1$)
MaxPool1: MaxPooling ($Conv1, pool_size = "3x3", stride = "2", padding = "1"$)
Blok Residual pertama
ResBlock1: ResidualBlock ($MaxPool1, num_filters = [64, 64, 256], stride = "2"$)
ResBlock2: ResidualBlock ($ResBlock1, num_filters = [64, 64, 256], stride = "1"$)
ResBlock3: ResidualBlock ($ResBlock2, num_filters = [64, 64, 256], stride = "1"$)
Blok Residual kedua
ResBlock4: ResidualBlock ($ResBlock3, num_filters = [128, 128, 512], stride = "2"$)
ResBlock5: ResidualBlock ($ResBlock4, num_filters = [128, 128, 512], stride = "1"$)
ResBlock6: ResidualBlock ($ResBlock5, num_filters = [128, 128, 512], stride = "1"$)
Blok Residual ketiga
ResBlock8: ResidualBlock ($ResBlock7, num_filters = [256, 256, 1024], stride = "2"$)
ResBlock9: ResidualBlock ($ResBlock8, num_filters = [256, 256, 1024], stride = "1"$)
ResBlock10: ResidualBlock ($ResBlock9, num_filters = [256, 256, 1024], stride = "1"$)
Global Average Pooling
Output: GlobalAveragePooling ($ResBlock15$)
Lapisan Klasifikasi
$Output$: FullyConnected ($AvgPool, num_classes$)
Fungsi Aktivasi Softmax
Output: Softmax ($Output$)
Output: $Kelas\ dengan\ probabilitas\ tertinggi$

Dari Algoritma diatas, didapatkan grafik pelatihan sebagaimana yang terlampir di bawah ini. Grafik tersebut dibuat dengan menggunakan mini batch 32, frekuensi validasi 30, dan menggunakan optimizer Adam. Grafik tersebut memungkinkan pemahaman dan penilaian mendalam terhadap konvergensi model.



(a) Training Graf Akurasi (b) Training Graf Loss

Gambar 5. Graf akurasi dan loss validasi

Berdasarkan Graf diatas, didapatkan hasil evaluasi performa berbasis *Confusion Matrix* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Nilai-nilai dalam Confusion Matrix berfungsi sebagai cerminan kuantitatif dari keakuratan dan efektivitas model, yang penting untuk evaluasi komprehensif kemampuan klasifikasinya.

Tabel 1. Hasil evaluasi berbasis *confusion matrix*

Matrik Evaluasi	Rumus Confusion Matrix	1st Training (8 Epoch)	2nd Training (16 Epoch)	3rd Training (24 Epoch)	*Average*
Accuracy	$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$	98.88%	98.82%	98.76%	**98.82%**
Precision	$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$	99.25%	99.22%	99.18%	**99.22%**
Recall	$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$	100%	100%	100%	**100%**
F1-Score	$F1 - Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision \times Recall}$	99.72%	99.72%	99.70%	**99.72%**

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan matriks evaluasi pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa model klasifikasi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur ResNet-50 berhasil mencapai kinerja yang sangat baik dalam mengklasifikasikan jenis tumor otak dari citra MRI. Dengan akurasi rata-rata mencapai 98.82%, model ini sangat handal dalam mengenali berbagai jenis tumor otak, termasuk tumor jinak, meningioma, dan pituitary, dengan tingkat presisi dan recall mencapai 99.22% dan 100% secara berturut-turut. Selain itu, nilai F1-Score yang tinggi (99.72%) menunjukkan bahwa model ini mampu menggabungkan presisi dan *recall* dengan sangat baik.

Meskipun model telah mencapai kinerja yang sangat baik, terdapat beberapa area yang bisa ditingkatkan. Pertama, melibatkan dataset yang lebih besar dan beragam dapat membantu meningkatkan ketelitian model dalam menghadapi variasi kasus tumor otak yang lebih kompleks. Kedua, eksplorasi terhadap teknik augmentasi data dapat membantu meningkatkan generalisasi model, terutama ketika menghadapi dataset yang terbatas. Selain itu, penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada pengembangan model untuk mengklasifikasikan sub-tipe tumor otak dengan akurasi yang sama tingginya. Terakhir, mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem diagnosis medis yang lebih luas dan praktis akan membantu mempercepat proses diagnosis dan pengobatan pasien tumor otak dengan lebih efektif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Dian Nuswantoro atas dukungan dan pendanaan dalam Hibah Penelitian Internal Terapan Perguruan Tinggi pada TA 2023-2024.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M., Ahmad, M., & Han, D. (2020, January 1). Facial Expression Recognition in Videos: An CNN-LSTM based Model for Video Classification. *2020 International Conference on Electronics, Information, and Communication, ICEIC 2020*. https://doi.org/10.1109/ICEIC49074.2020.9051332

Deshpande, A., Estrela, V. V., & Patavardhan, P. (2021). The DCT-CNN-ResNet50 architecture to classify brain tumors with super-resolution, convolutional neural network, and the ResNet50. *Neuroscience Informatics*, *1*(4), 100013. https://doi.org/10.1016/j.neuri.2021.100013

Fomin, I., Burin, V., & Bakhshiev, A. (2020). Research on Neural Networks Integration for Object Classification in Video Analysis Systems. *2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/ICIEAM48468.2020.9112011

Haq, A. ul, Li, J. P., Kumar, R., Ali, Z., Khan, I., Uddin, M. I., & Agbley, B. L. Y. (2022). MCNN: a multi-level CNN model for the classification of brain tumors in IoT-healthcare system. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. https://doi.org/10.1007/s12652-022-04373-z

Jatmiko, A. W. (2021). Efek Pemakaian Kontras Untuk Optimalisasi Citra Pada Pemeriksaan Diagnostik Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, *23*(1), 28. https://doi.org/10.20473/jbp.v23i1.2021.28-39

Li, X. X., Li, D., Ren, W. X., & Zhang, J. S. (2022). Loosening Identification of Multi-Bolt Connections Based on Wavelet Transform and ResNet-50 Convolutional Neural Network. *Sensors*, *22*(18). https://doi.org/10.3390/s22186825

Nugraha, G. S., Darmawan, M. I., & Dwiyansaputra, R. (2023). Comparison of CNN's Architecture GoogleNet, AlexNet, VGG-16, Lenet -5, Resnet-50 in Arabic Handwriting Pattern Recognition. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*. https://doi.org/10.22219/kinetik.v8i2.1667

Nugroho, N. E. W., & Harjoko, A. (2021). Transliteration of Hiragana and Katakana Handwritten Characters Using CNN-SVM. *IJCCS (Indonesian Journal*

of Computing and Cybernetics Systems), *15*(3), 221. https://doi.org/10.22146/ijccs.66062

Reddy, A. S. B., & Juliet, D. S. (2019). Transfer Learning with ResNet-50 for Malaria Cell-Image Classification. *2019 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 0945–0949. https://doi.org/10.1109/ICCSP.2019.8697909

Sofian, J., & Laluma, R. H. (2019). Klasifikasi Hasil Citra Mri Otak Untuk Memprediksi Jenis Tumor Otak Dengan Metode Image Threshold Dan Glcm Menggunakan Algoritma K-NN (Nearest Neighbor) Classifier Berbasis Web. *Jurnal Infotronik*, *4*(2).

Ullah, N., Khan, J. A., Khan, M. S., Khan, W., Hassan, I., Obayya, M., Negm, N., & Salama, A. S. (2022). An Effective Approach to Detect and Identify Brain Tumors Using Transfer Learning. *Applied Sciences (Switzerland)*, *12*(11). https://doi.org/10.3390/app12115645

Yohannes, R., & Al Rivan, M. E. (2022). Klasifikasi Jenis Kanker Kulit Menggunakan CNN-SVM. *Jurnal Algoritme*, *2*(2), 133–144. https://doi.org/10.35957/algoritme.v2i2.2363

Ziaee, A., & Çano, E. (2022). Batch Layer Normalization A new normalization layer for CNNs and RNNs. *ACM International Conference Proceeding Series*, 40–49.

SISTEM ENKRIPSI DOKUMEN MENGGUNAKAN METODE RC4 DAN BASE64 PADA JUSTICIA LAW FIRM & ASSOCIATES

Rizky Tegar Fahruroji[1], Dyah Rhetno Wardhani[2], Fery Rahmawan[3]

Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Raya Tengah Kelurahan Gedong, Pasar Rebo, Jakarta Timur 13760
[1]tegar@gar.my.id, [2]dyahrhetno@gmail.com, [3]ferytijany489@gmail.com

ABSTRAK

Justicia Law Firm & Associates menyimpan semua dokumen digital termasuk yang bersifat rahasia pada *network file sharing* dengan protokol *Server Message Block* (SMB). Menyebarnya ancaman WannaCry Ransomware pada tahun 2017 menyebabkan protokol SMB menjadi kurang aman, oleh sebab itu data perlu disimpan menggunakan enkripsi agar lebih aman. Metode yang digunakan adalah Rivest Cipher 4 (RC4) dan Base64 sebagai encode/decode. Pada penelitian ini dihasilkan sistem enkripsi menggunakan metode RC4 dan Base64 sebagai solusi dari permasalahan keamanan data Justicia Law Firm & Associates. Sistem enkripsi mendukung hampir semua ekstensi yang umum digunakan untuk dokumen perusahaan oleh Justicia Law Firm & Associates, yaitu .xlsx, .xls, .doc, .docx, .zip, .rar, .pdf, .jpg, .jpeg, dan .png. Karena menggunakan basis web, maka sistem ini dapat diakses menggunakan sistem operasi apapun selama memiliki GUI *(Graphical User Interface)* dan akses internet. File yang dienkripsi mengalami peningkatan ukuran sebesar 33% karena melalui proses encoding Base64, dan setelah didekripsi ukuran file menjadi semula seperti file asli.
Kata Kunci : kriptografi, Rivest Cipher 4 (RC4), enkripsi, keamanan data.

ABSTRACT

Justicia Law Firm & Associates stores all digital documents, including confidential ones, on a network file sharing using the Server Message Block (SMB) protocol. The spread of the WannaCry Ransomware threat in 2017 resulted in the SMB protocol becoming less secure; therefore, data needs to be stored using encryption for increased security. The methods utilized are Rivest Cipher 4 (RC4) and Base64 for encoding/decoding. This research yields an encryption system using RC4 and Base64 as a solution to Justicia Law Firm & Associates' data security issues. The encryption system supports nearly all common file extensions used for company documents, such as .xlsx, .xls, .doc, .docx, .zip, .rar, .pdf, .jpg, .jpeg, and .png. Since it operates on a web-based platform, the system can be accessed using any operating system with a Graphical User Interface (GUI) and internet access. Encrypted files experience a 33% increase in size due to the Base64 encoding process, but after decryption, the file size returns to its original state as the original file.
***Key Word** : cryptograph, Rivest Cipher (RC4), encryption, data security.*

PENDAHULUAN

Setiap perusahaan memiliki dokumen digital yang bersifat rahasia. Karena sifatnya yang rahasia, maka dokumen digital tersebut haruslah dijaga dan diamankan sehingga meminimalisir terjadinya kebocoran data. Berdasarkan hasil observasi peneliti secara langsung terungkap bahwa Justicia Law Firm & Associates menyimpan semua dokumen digital termasuk yang bersifat rahasia pada network file sharing dengan protokol *Server Message Block* (SMB). SMB adalah protokol client-server yang digunakan untuk berbagi *file* dan direktori, mengekspor printer dan port serial, serta menyediakan abstraksi komunikasi untuk *named pipe* dan *mail slo*t yang dapat diakses secara remote di berbagai komputer (Arjun Shajit dkk., 2016:22). Protokol SMB dipilih sebagai metode *sharing file* dengan alasan kemudahan dalam operasionalnya. Walaupun mudah, adanya ancaman pada protokol SMB seperti WannaCry Ransomware yang pada tahun 2017 menyebabkan protokol SMB menjadi kurang aman. WannaCry Ransomware adalah jenis perangkat lunak berbahaya yang mengunci perangkat menggunakan enkripsi hingga korban membayar uang tebusan sebagai tebusan untuk kunci dekripsi agar dapat mengakses kembali data yang dikunci (Mohurle & Patil, 2017: 1938). Selain itu, dokumen yang tersimpan tidak memiliki pengamanan apapun, sehingga hanya dengan mengetahui alamat file sharing maka siapapun dapat mengaksesnya. Hal ini yang mendorong peneliti untuk meneliti dan juga mengembangkan sistem enkripsi dokumen

menggunakan metode enkripsi RC4 dan Base64 pada Justicia Law Firm & Associates. Justicia Law Firm & Associates adalah firma hukum yang memfokuskan diri dalam penanganan hukum perusahaan, terutama untuk foreign direct investment di Indonesia. Mereka menyajikan informasi yang akurat dan dapat diandalkan untuk klien demi memastikan bahwa mereka terinformasi dengan benar saat membuat keputusan untuk praktik bisnis dan operasi mereka. Justicia Law Firm & Associates juga menyediakan layanan litigasi dan hukum perusahaan berkualitas tinggi, serta memberikan nasihat hukum untuk perusahaan patungan/joint venture ataupun merger/akuisisi.

Justicia Law Firm & Associates memiliki pengalaman mendalam dalam memberikan nasihat hukum untuk perusahaan skala menengah dan besar dalam bidang hukum perusahaan (seperti diantaranya lisensi bisnis dan juga *merger* & akuisisi), hukum karyawan, dan penyelesaian sengketa dengan firma hukum internasional terkemuka, serta perusahaan nasional besar. Meskipun sistem dan regulasi hukum di Indonesia sangat dinamis dan agresif terutama pada bidang hukum perusahaan, Justicia Law Firm & Associates akan memberikan panduan bagi klien mereka melalui sistem hukum Indonesia (Justicia Law Firm & Associates, 2023).

Penelitian mengenai sistem enkripsi menggunakan metode RC4 sudah pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Pada penelitian Uli Sholihah Saragih tahun 2017 dengan judul Implementasi Enkripsi Dan Dekripsi Dengan Metode RC4 Untuk Pengamanan Data Sistem Informasi menghasilkan sistem yang dapat mengenkripsi *database* pada sistem informasi mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas MIPA Universitas Lampung (Uli Sholihah Saragih, 2017). Penelitian lain dilakukan oleh Muhammad Rifki Adnan pada tahun 2022 dengan judul Pengamanan Data Laporan Keuangan Menggunakan Metode RC4 Pada Reddog Cabang Gading Serpong. Pada penelitian tersebut menghasilkan sistem enkripsi dokumen berbasis web menggunakan PHP dan MySQL.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti memutuskan untuk merancang sistem enkripsi dokumen menggunakan metode RC4 dan Base64 pada Justicia Law Firm & Associates. RC4 sendiri merupakan kepanjangan dari Ronald Code atau Rivest's Cipher. Menurut Sumarno (dalam Adnan, 2022:10), RC4 *stream cipher* ini merupakan salah satu jenis algoritma yang mempunyai S-Box dan menggunakan variabel yang panjang kuncinya 1 sampai 256 bit yang digunakan untuk menginisialisasikan tabel sepanjang 256 bit. Algoritma Base64 merupakan salah satu algoritma untuk *encoding* dan *decoding* dengan bilangan dasar 64 (Afrianto & Taliasih, 2020). Dengan keberadaan sistem ini diharapkan masalah yang berhubungan dengan keamanan dokumen akan tertangani.

METODE PENELITIAN

Peneliti memilih Justicia Law Firm & Associates sebagai lokasi penelitian. Adapun alasan peneliti memilih Justicia Law Firm & Associates adalah karena Justicia Law Firm & Associates merupakan perusahaan tempat peneliti pernah bekerja sebelumnya. Hal ini memudahkan peneliti untuk melaksanakan penelitian karena peneliti mendalami keadaan lokasi penelitian. Meskipun begitu, informasi yang dikumpulkan dan diolah harus tetap obyektif dan tidak dipengaruhi oleh pendapat peneliti sendiri. Waktu yang dipakai adalah bulan Maret sampai dengan Juni tahun 2023.
Peneliti melakukan tahap persiapan mulai minggu ke-3 April sampai dengan minggu ke-2 Mei 2023 dengan menyusun proposal, pengurusan perizinan dan menyusun instrumen yang dibutuhkan. Kemudian dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan dengan melakukan pengumpulan data, analisis data yang didapat dan merumuskan hasil penelitian. Lalu tahap penyelesaian dengan menyelesaikan kerangka laporan, penulisan laporan, revisi dan penyuntingan laporan dan penyelesaian laporan.

Peneliti dalam mengumpulkan data melakukan observasi secara langsung pada Justicia Law Firm & Associates. Selain itu peneliti juga melakukan wawancara tidak terstruktur kepada karyawan Justicia Law Firm & Associates.
Berdasarkan data yang diperoleh, peneliti mendapat fakta bahwa :

a. Dokumen perusahaan disimpan pada file sharing menggunakan protokol SMB.

b. Dokumen tersimpan tanpa keamanan berarti.
c. Kekhawatiran akan pencurian dan penguncian data seperti pada kasus WannaCry pada tahun 2017.
d. Siapapun yang mengetahui alamat file sharing dapat mengaksesnya.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, peneliti melakukan studi kepustakaan mengenai enkripsi dokumen. Studi kepustakaan dilakukan dengan membaca penelitian terdahulu yang terkait dengan enkripsi dokumen. Peneliti kemudian memilih 3 penelitian terdahulu sebagai penelitian yang relevan, yaitu skripsi oleh Muhamad Rifki Adnan dengan judul pengamanan data laporan keuangan menggunakan metode RC4 Pada reddog cabang Gading Serpong pada tahun 2022, skripsi oleh Uli Sholihah Saragih dengan judul implementasi enkripsi dan dekripsi dengan metode RC4 untuk pengamanan data sistem informasi pada tahun 2017 dan jurnal oleh Nurhikmah Taliasih dan Irawan Afrianto dengan judul sistem keamanan basis data klien P.T. Infokes Menggunakan Kriptografi Kombinasi RC4 dan base64 yang diterbitkan jurnal nasional teknologi dan sistem informasi Vol. 06 No. 01 (2020) 009-018.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Scope Definition

Ruang lingkup penelitian ini adalah perancangan sistem enkripsi dokumen menggunakan metode RC4 dan Base64 pada Justicia Law Firm & Associates.

Nama Proyek : Perancangan Sistem Enkripsi Dokumen Menggunakan Metode RC4 dan Base64 pada Justicia Law Firm & Associates.

Ruang Lingkup : Mengatasi permasalahan keamanan data perusahaan Justicia Law Firm & Associates.

Problem Analysis

Menghindari pencurian dan bocornya dokumen sensitif yang disimpan pada sistem *sharing files* Justicia Law Firm & Associates dengan merancang sistem enkripsi dokumen menggunakan metode RC4 dan Base64.

Requirement Analysis

a. Tingkatan pengguna

1) *Blocked* adalah tingkatan yang digunakan untuk mengunci akun agar tidak dapat masuk ke sistem enkripsi.
2) *Guest* adalah tingkatan yang digunakan untuk akun yang hanya diperbolehkan untuk mengunduh file yang dibagikan kepadanya. Akun ini tidak dapat mengunggah file dan melakukan manajemen pengguna.
3) *User* adalah tingkatan untuk akun biasa. Dengan level ini, pengguna dapat mengunggah file dan membagikannya kepada pengguna lain pada sistem.
4) *Administrator* adalah tingkatan tertinggi pada sistem enkripsi ini. Pengguna dengan level *Administrator* mendapatkan akses penuh atas sistem seperti pembuatan, penghapusan dan penyuntingan akun.

b. Spesifikasi *server*

Tabel 1. Spesifikasi server

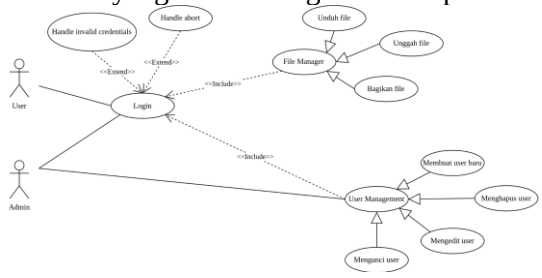
No	Perangkat	Kebutuhan Minimum
1.	CPU	1 *core*
2.	*Memory*	1 GB
3.	*Storage*	10 GB
4.	*Operation System*	Ubuntu 20.04
5.	Internet	Upload 20 Mbps

Sumber : Dokumen Pribadi (2023)

Logical Design

a. *Use Case Diagram*

Gambar 1 menjelaskan *use case diagram* dari sistem yang dirancang oleh peneliti.

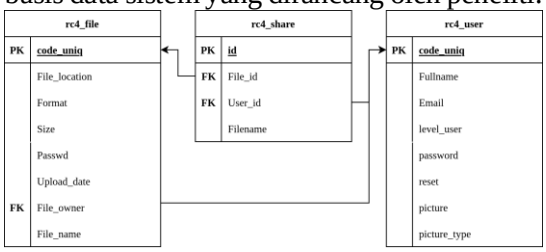


Gambar 1. *Use case diagram*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

b. *Class Diagram*

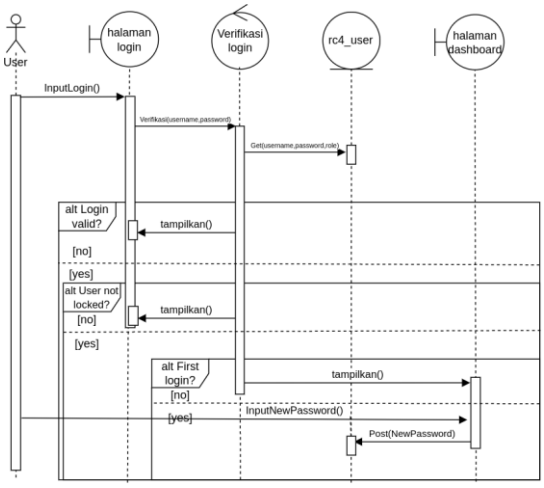
Gambar 2 menjelaskan class diagram dari basis data sistem yang dirancang oleh peneliti.



Gambar 2. ***Class diagram***
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

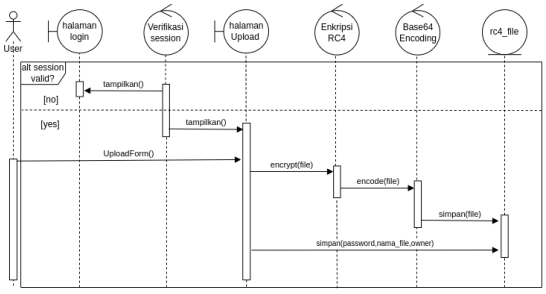
c. *Sequence Diagram*

Gambar 3 *sequence diagram login* dari basis data sistem yang dirancang oleh peneliti.



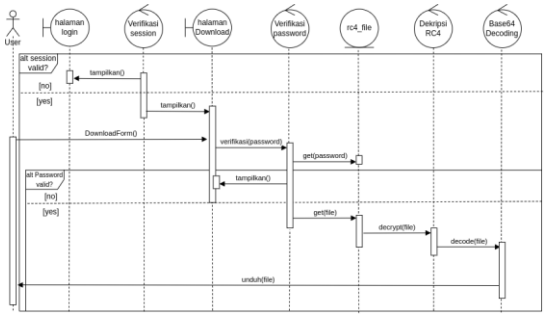
Gambar 3. ***Sequence diagram login***
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 4 *sequence diagram upload* pada sistem yang dirancang oleh peneliti.



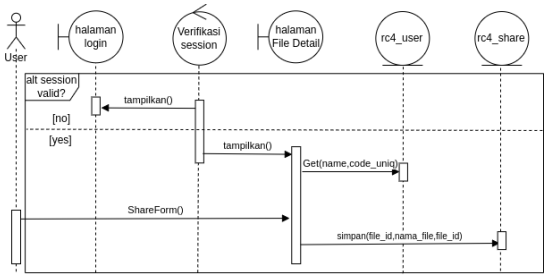
Gambar 4. ***Sequence diagram upload***
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 5 menjelaskan *sequence diagram upload* pada sistem yang dirancang oleh peneliti.



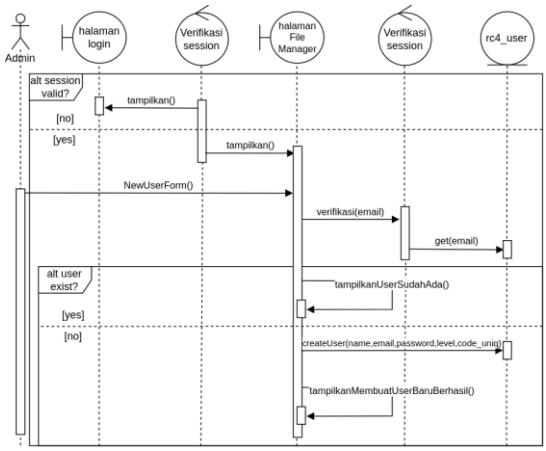
Gambar 5. ***Sequence diagram download***
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 6 menjelaskan *sequence diagram share* pada sistem yang dirancang oleh peneliti.



Gambar 6. ***Sequence diagram share***
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

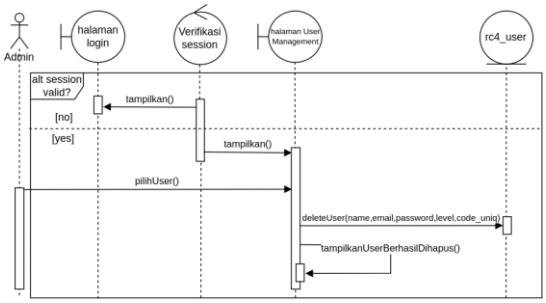
Gambar 7 menjelaskan *sequence diagram create user* pada sistem yang dirancang oleh peneliti.



Gambar 7. ***Sequence diagram create user***
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

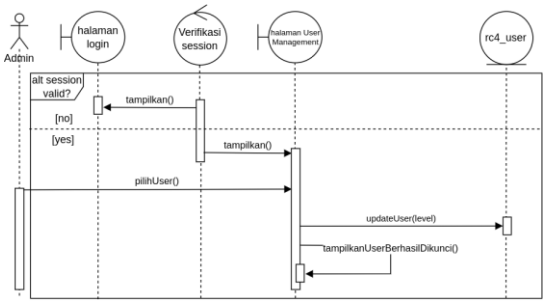
Gambar 8 menjelaskan *sequence diagram delete user* pada sistem yang dirancang oleh peneliti.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941



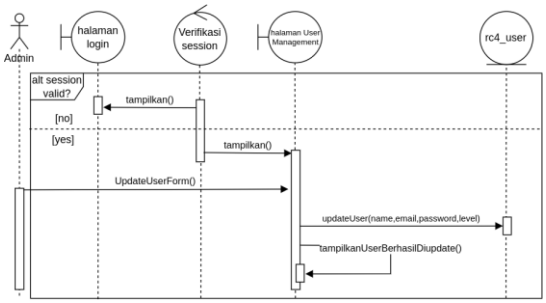
Gambar 8. *Sequence diagram delete user*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 9 menjelaskan *sequence diagram lock user* pada sistem yang dirancang oleh peneliti.



Gambar 9. *Sequence diagram lock user*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 10 menjelaskan *sequence diagram edit user* pada sistem yang dirancang oleh peneliti.



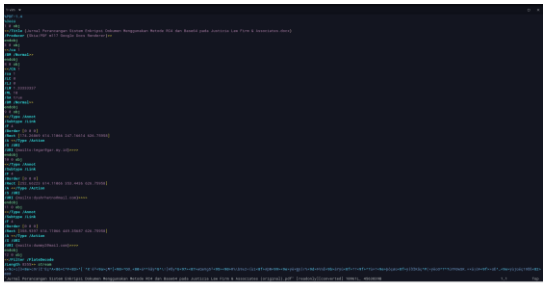
Gambar 10. *Sequence diagram edit user*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

System Test

Gambar 11 menunjukkan isi file dokumen yang peneliti gunakan sebagai sampel untuk pengujian sistem enkripsi.

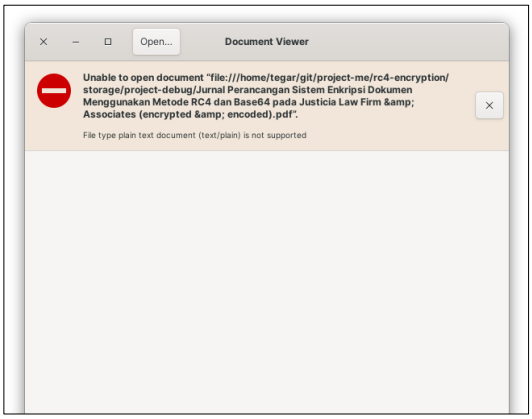
Gambar 11. Dokumen jurnal berekstensi pdf sebagai sampel
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 12 menunjukkan isi file dokumen yang peneliti gunakan sebagai sampel untuk pengujian sistem enkripsi jika dibuka menggunakan Vim.



Gambar 12. Membuka dokumen sampel
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

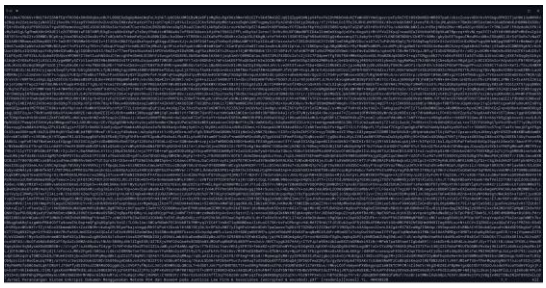
Gambar 13 pengujian membuka dokumen jurnal setelah melalui proses enkripsi dan *encoding* menunjukkan bahwa file tidak dapat dibuka setelah melalui proses enkripsi dan *encoding*.



Gambar 13. Pengujian membuka dokumen jurnal setelah melalui proses enkripsi dan *encoding*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 14 pengujian membuka dokumen jurnal menggunakan vim setelah melalui proses enkripsi dan *encoding* menunjukkan isi file setelah melalui proses enkripsi dan *encoding*.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

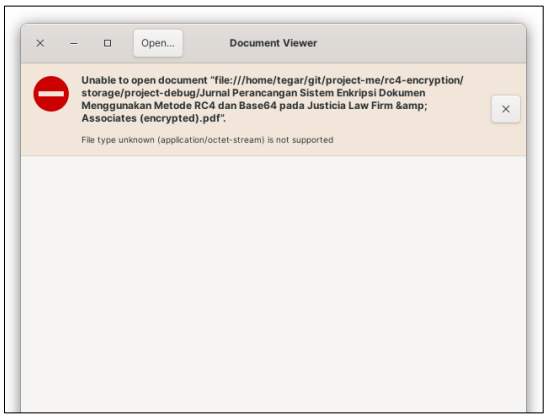


Gambar 14. Pengujian membuka dokumen jurnal menggunakan vim setelah melalui proses enkripsi dan *encoding*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 15 pengujian membuka dokumen jurnal terenkripsi menggunakan vim setelah melalui proses *decoding* menunjukkan isi file terenkripsi setelah melalui proses *decoding*.

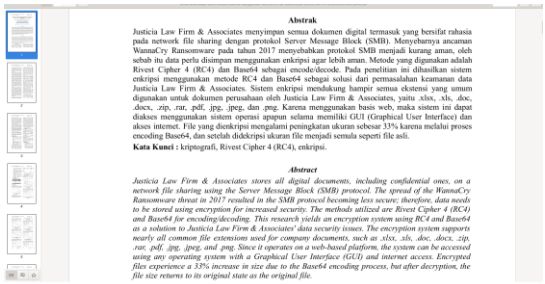
Gambar 15. Pengujian membuka dokumen jurnal terenkripsi menggunakan vim setelah melalui proses *decoding*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 16 pengujian membuka dokumen jurnal terenkripsi setelah melalui proses *decoding* menunjukkan bahwa file terenkripsi tidak dapat dibuka setelah melalui proses *decoding* dikarenakan file masih dalam keadaan terenkripsi.



Gambar 16. Pengujian membuka dokumen jurnal terenkripsi menggunakan vim setelah melalui proses *decoding*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 17 Pengujian Membuka Dokumen Jurnal Setelah Melalui Proses Dekripsi dan *Decode* menunjukkan bahwa file tidak rusak setelah melalui proses Dekripsi dan *Decode*.



Gambar 17. Pengujian membuka dokumen jurnal setelah melalui proses dekripsi dan *decode*
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

Gambar 18 menunjukkan bahwa ukuran file yang hanya melalui proses enkripsi tidak berbeda dengan file asli. Adapun ukuran file yang telah melalui proses enkripsi juga *encoding* mengalami kenaikan sebesar 33% dikarenakan setiap digit Base64 merepresentasikan 6 bit data. Karena itu, 3 8-bit bytes dari input berbentuk string maupun file biner (3x8 bits = 24 bits) dapat direpresentasikan oleh empat digit 6-bit Base64 (4x6 = 24 bits) (Mozilla, 2023).

Gambar 18. Perbandingan ukuran file
Sumber: Dokumen Pribadi (2023)

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa sistem enkripsi yang peneliti rancang menggunakan metode RC4 dan Base64 berhasil mengamankan dokumen perusahaan Justicia Law Firm & Associates sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mendukung hampir semua ekstensi yang umum digunakan oleh perusahaan, yaitu .xlsx, .xls, .doc, .docx, .zip, .rar, .pdf, .jpg, .jpeg, dan .png. Karena menggunakan basis web, maka sistem ini dapat diakses menggunakan sistem operasi apapun selama memiliki GUI (Graphical User Interface) dan akses internet. File yang dienkripsi mengalami peningkatan ukuran sebesar 33% karena melalui proses encoding Base64, dan setelah didekripsi ukuran file menjadi semula seperti file asli. File hasil enkripsi terbukti menjadi acak sehingga tidak dapat digunakan sebelum didekripsi oleh sistem.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti ucapkan terima kasih kepada Justicia Law Firm & Associates yang telah memberi izin untuk melakukan penelitian dan meluangkan waktu untuk melakukan wawancara, Universitas Indraprasta PGRI dan juga pihak Semnas Ristek yang telah memberikan kesempatan peneliti untuk menyusun dan menerbitkan artikel Sistem Enkripsi Dokumen Menggunakan Metode Rc4 Dan Base64 Pada Justicia Law Firm & Associates yang merupakan artikel pertama peneliti untuk diterbitkan pada jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

Adnan, M. R. (2022). *Pengamanan Data Laporan Keuangan Menggunakan Metode RC4 Pada Reddog Cabang Gading Serpong*. (Skripsi). Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta Selatan.

Afrianto, I., & Taliasih, N. (2020). Sistem Keamanan Basis Data Klien P.T. Infokes Menggunakan Kriptografi Kombinasi RC4 Dan Base64. *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, *6*(1), 9–18. https://doi.org/10.25077/teknosi.v6i1.2020.9-18

Arjun Shajit, B., Kantola, R. A., & Szakacsits, S. (2016). *Developing an In-kernel File Sharing Server Solution Based on Server Message Block Protocol*. (Tesis). Aalto University School of Electrical Engineering.

Justicia Law Firm & Associates. (2023). *Justicia Law Firm & Associates - Fiat Justitia Ruat Caelum*. Diakses 26 Maret 2023, dari https://justicia.attorney

Mohurle, S., & Patil, M. (2017). A brief study of Wannacry Threat: Ransomware Attack 2017. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, *8*(5), 1938–1940. www.ijarcs.info

Mozilla. (2023). *Base64*. Diakses 14 Agustus 2023, dari https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/Base64

Saragih, U. S. (2017). *Implementasi Enkripsi Dan Dekripsi Dengan Metode Rc4 Untuk Pengamanan Data Sistem Informasi*. (Skripsi). Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung Bandar, Lampung.

Shallal, Q. M., Bokhari, M. U., & Shallal, Q. M. (2016). A Review on Symmetric Key Encryption Techniques in Cryptography. International Journal of Computer Applications (Vol. 147, Nomor 10), 43–48. https://www.researchgate.net/publication/333118027

Sumartono, I., Putera, A., Siahaan, U., & Mayasari, N. (2016). An Overview of the RC4 Algorithm. 18(6), 67–73. https://doi.org/10.9790/0661-1806046773

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

OTOMATISASI SISTEM KONTROL TUMBUH KEMBANG TOGA (TANAMAN OBAT KELUARGA) BERBASIS FUZZY C-MEANS

Christy Atika Sari[1], Wellia Shinta Sari[2], Eko Hari Rachmawanto[3]

Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol 207, Semarang, Indonesia
[1]christy.atika.sari@dsn.dinus.ac.id, [2]wellia.shinta.sari@dsn.dinus.ac.id, [3]eko.hari@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Tanaman TOGA adalah tanaman obat keluarga yang memiliki peran penting dalam pengobatan tradisional. Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi permasalahan serius terkait dengan pertumbuhan dan pemeliharaan tanaman TOGA, yang disebabkan oleh perubahan iklim, urbanisasi, dan kurangnya pengetahuan dalam budidaya tanaman ini. Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian mengenai pengembangan Prototype Hidroponik Cerdas dilakukan. Prototype ini mengadopsi teknologi canggih yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian otomatis terhadap semua aspek yang memengaruhi pertumbuhan tanaman, termasuk suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, pH larutan nutrisi, dan kadar oksigen dalam air. Dengan demikian, sistem ini mampu meningkatkan konsistensi, kecepatan pertumbuhan, dan kualitas tanaman TOGA, yang pada gilirannya mendukung ketersediaan sumber daya TOGA yang berkualitas tinggi bagi masyarakat serta berkontribusi pada pelestarian lingkungan yang lebih baik secara keseluruhan.
Kata Kunci: TOGA, IoT, Machine Learning, Fuzzy C-Means

ABSTRACT

TOGA plants, also known as Family Medicinal Plants, play a significant role in society as a natural source for traditional medicine. In recent years, there have been serious issues related to the growth and maintenance of TOGA plants, attributed to climate change, urbanization, and a lack of knowledge about cultivating these plants. To address these challenges, research on the development of a Smart Hydroponic Prototype has been conducted. This prototype adopts advanced technology that enables automated monitoring and control of all aspects affecting plant growth, including temperature, air humidity, light intensity, nutrient solution pH, and oxygen levels in water. Consequently, the system enhances the consistency, speed of growth, and quality of TOGA plants, thereby supporting the availability of high-quality TOGA resources for the community and contributing to overall environmental preservation.
Key Word: *TOGA, IoT, Machine Learning, Fuzzy C-Means*

PENDAHULUAN

Tanaman Toga, yang juga dikenal sebagai Tanaman Obat Keluarga, memegang peran yang signifikan dalam masyarakat sebagai sumber alami untuk pengobatan tradisional (Puspitasari et al., 2021). Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi permasalahan serius terkait dengan pertumbuhan dan pemeliharaan tumbuhan Toga. Faktor-faktor seperti perubahan iklim, urbanisasi, dan kurangnya pengetahuan tentang budidaya tumbuhan ini telah mengancam kelangsungan populasi dan kualitas Toga. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang mendalam untuk mengatasi tantangan ini dan memastikan ketersediaan bahan baku Toga yang berkualitas tinggi bagi masyarakat (Purnomo et al., 2023). Salah satu solusi yang diusulkan untuk mengatasi masalah pemeliharaan Toga adalah dengan mengembangkan Prototype Hidroponik Cerdas. *Prototype* ini adalah sistem budidaya tumbuhan Toga yang menggunakan metode hidroponik untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, serta mengurangi risiko kerusakan akibat perubahan iklim. Sistem ini juga dilengkapi dengan teknologi otomatisasi yang memantau dan mengatur lingkungan pertumbuhan tumbuhan, sehingga memungkinkan pemeliharaan Toga yang lebih efisien dan efektif.

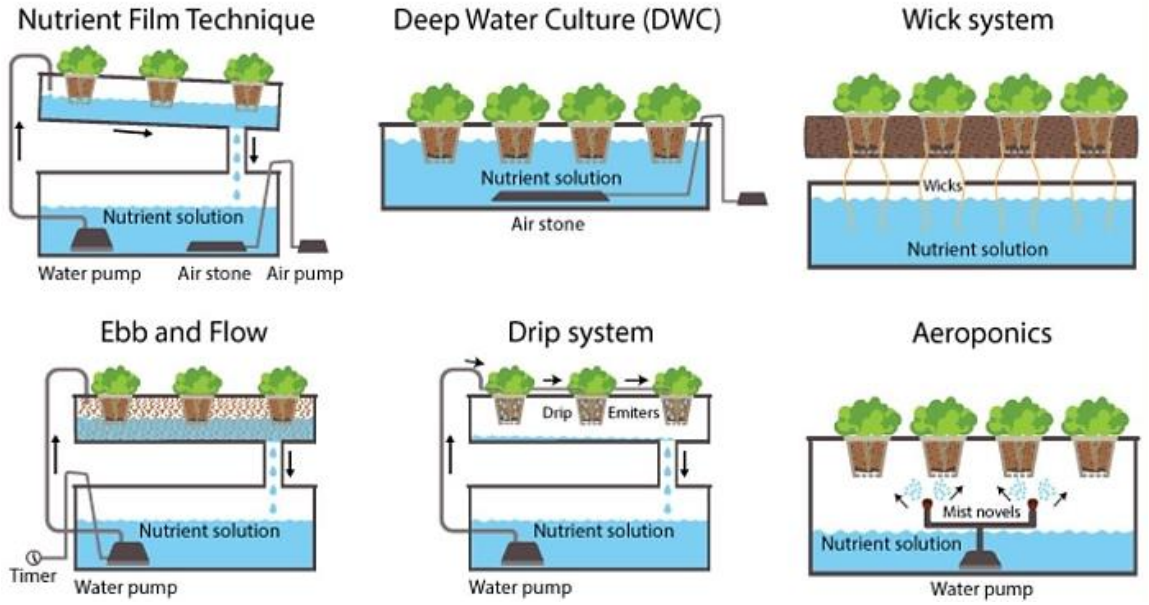
Prototype Hidroponik Cerdas adalah sebuah sistem inovatif yang dirancang khusus untuk mengatasi berbagai tantangan dalam budidaya tumbuhan, dengan fokus utama pada tanaman Toga atau Tanaman Obat Keluarga (Abada, 2023.). *Prototype* Hidroponik Cerdas dari sistem hidroponik konvensional adalah adopsi teknologi canggih yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian otomatis terhadap semua aspek yang memengaruhi pertumbuhan tanaman (Dhanaraju et al.,

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

2022) yang mencakup pemantauan suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, pH larutan nutrisi, dan kadar oksigen dalam air. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan sensor-sensor yang dapat mendeteksi perubahan cuaca eksternal dan menyesuaikan parameter lingkungan internal sesuai kebutuhan. Hasilnya adalah pertumbuhan tanaman Toga yang lebih konsisten, lebih cepat, dan dengan kualitas yang lebih tinggi, yang pada gilirannya akan mendukung ketersediaan sumber daya Toga yang berkualitas tinggi bagi masyarakat serta berkontribusi pada pelestarian sumber daya alam dan lingkungan yang lebih baik secara keseluruhan (Sosial et al., 2023).

(a) Pembibitan **(b) Persiapan transfer ke media pipa** **(c) Pemantauan tumbuh kembang tanaman pada teknik hidroponik**

Gambar 1. Visualisasi teknik hidroponik pipa pralon : (a) Pembibitan, (b) Persiapan transfer ke media pipa , (c) Implementasi pada teknik hidroponik



Gmabar 2. Jenis metode hidroponik

Dalam penelitian ini, kami akan melakukan analisis dan penjelasan lebih mendalam tentang otomatisasi Prototype Hidroponik Cerdas dalam Sistem Kontrol Tumbuh Kembang TOGA (Tanaman Obat Keluarga) Berbasis Fuzzy C-Means Berbaisis Metode *Nutrient Film Technique (NFT)* sesuai Gambar 2. Sistem ini akan menggunakan algoritma Fuzzy C-Means untuk mengelompokkan dan mengoptimalkan parameter lingkungan, seperti suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan pH air, sehingga menciptakan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan tumbuhan Toga. Dengan pendekatan ini, diharapkan kita dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas Toga sambil mengurangi dampak negatif lingkungan dalam budidaya Toga di masa depan.

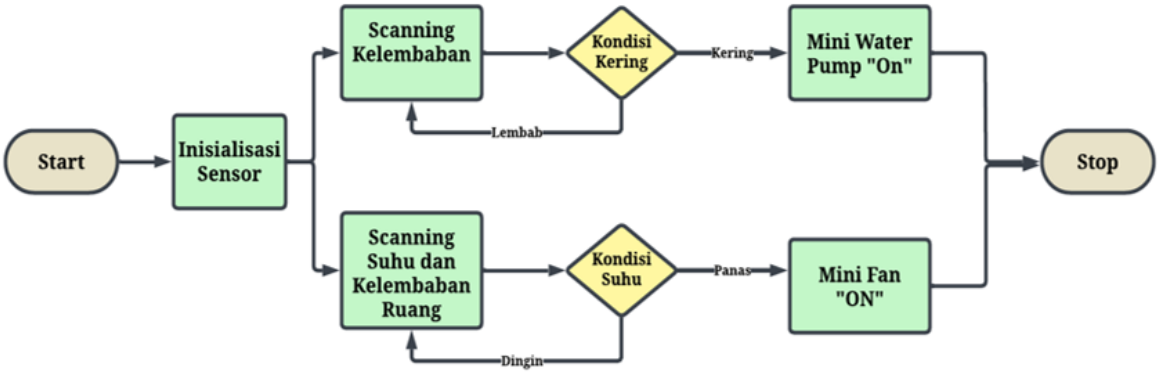
METODE PENELITIAN

Metode yang diusulkan dalam penelitian ini dimulai dengan inisialisasi sensor yang terhubung dengan prototipe hidroponik cerdas sesuai Gambar 3. Sensor ini akan secara terus-menerus memantau suhu dan nutrisi di sekitar

tanaman TOGA. Dalam penelitian ini, digunakan software dan hardware agar dapat diintegrasikan dengan baik dalam sistem kontrol pertumbuhan tanaman TOGA yang cerdas berbasis algoritma Fuzzy C-Means untuk meningkatkan efisiensi budidaya tanaman TOGA.

Analisis Software dan Hardware dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Ketika sensor mendeteksi bahwa kondisi nutrisi menjadi minim, sistem akan merespon dengan mengaktifkan mini pompa air untuk menyediakan suplai air tambahan yang diperlukan (Rajput & Kumaravelu, 2019; Xu et al., 2023). Selain itu, jika sensor mencatat suhu udara yang meningkat menjadi tinggi, prototipe akan merespon dengan mengaktifkan mini kipas untuk memberikan pendinginan yang diperlukan dalam lingkungan hidroponik.

Berdasarkan analisis perangkat keras dan perangkat lunak yang dilakukan, tahap selanjutnya yaitu perancangan untuk prototipe sistem kontrol tumbuh kembang TOGA yang cerdas telah disusun sesuai dengan Gambar 2 dan dengan realiasi peralatan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur proses dari metode yang diusulkan

.

Tabel 1. Hardware yang digunakan

Hardware	Deskripsi
Sensor Nutrisi	Dibutuhkan sensor nutrisi yang akurat untuk mengukur kecukupan nutrisi terhubung dengan sistem monitoring.
Sensor Suhu	Sensor suhu yang sensitif dan dapat diandalkan diperlukan untuk memantau suhu udara.
Mini Pompa Air	Dibutuhkan mini pompa air yang dapat menyirami tanaman saat sensor nutrisi minimum.
Mini Kipas	Mini kipas dengan kemampuan pengaturan kecepatan dan daya tahan yang baik diperlukan untuk pendinginan lingkungan saat suhu udara tinggi.
Microcontroller	ESP 32 atau mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi digunakan untuk mengendalikan perangkat keras dan mengolah data sensor.
Komponen Elektronik Lain	Komponen seperti relay, transistor, dan kabel penghubung diperlukan untuk mengintegrasikan perangkat keras dan memastikan fungsi yang sinergis.

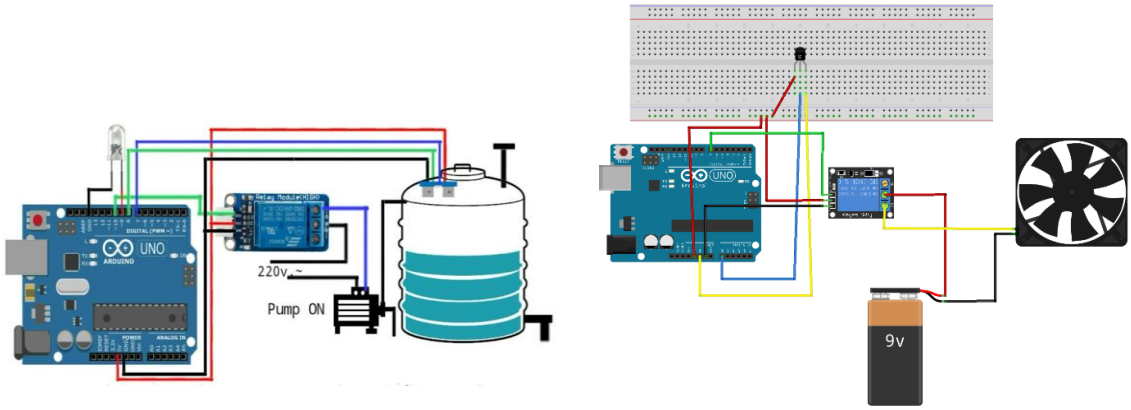
Dari hasil rancangan yang diilustrasikan dalam Gambar 4 dan Gambar 5, langkah terakhir dalam implementasi sistem kontrol tumbuh kembang TOGA yang cerdas adalah konfigurasi menggunakan algoritma Fuzzy C-Means. Fuzzy C-Means adalah metode pengendalian yang memungkinkan pemodelan sistem yang kompleks dengan mempertimbangkan tingkat kepastian yang relatif, tidak seperti logika biner konvensional (Karunkuzhali et al., 2022; Parlina et al., 2021).

Tabel 2. Software yang digunakan

Software	Deskripsi
Algoritma Fuzzy C-Means	Software mengandalkan algoritma Fuzzy C-Means untuk mengelola data sensor dan membuat keputusan tentang penyiraman dan penggunaan kipas.
Sistem Operasi	Sistem operasi yang sesuai, seperti Linux atau sistem operasi khusus yang dioptimalkan untuk mikrokontroler, diperlukan untuk efisiensi prototipe.
Bahasa Pemrograman	Bahasa pemrograman C++ cocok untuk mengembangkan perangkat lunak kontrol.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Basis Data	Penggunaan basis data diperlukan untuk menyimpan data sensor dan riwayat pertumbuhan tanaman.



(a) **(b)**

Gambar 4. Ilustrasi Perancangan : (a) Implementasi Mini Water Pump, (b) Implementasi Mini Fan

(a) ESP32 **(b) TDS**

Gambar 5. Peralatan yang digunakan

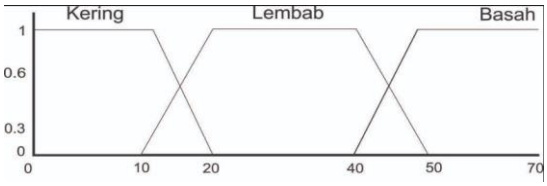
Gambar 6. Ilustrasi rancangan pipa pralon untuk hidroponik

Dengan menerapkan algoritma Fuzzy C-Means, sistem dapat menyesuaikan keputusan penyiraman tanaman dan penggunaan kipas berdasarkan data yang diperoleh dari sensor nutrisi dan suhu udara. Hal ini memungkinkan sistem untuk merespons kondisi lingkungan dengan lebih adaptif dan mendekati cara pandang manusia, sehingga meningkatkan efisiensi dan kualitas pertumbuhan tanaman TOGA secara keseluruhan (Simion et al., 2020). Hasil dari pengimplementasian Fuzzy C-Means akan dibahas pada pembahasan pada sub-bab selanjutnya.

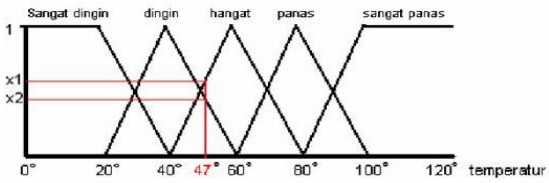
p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

HASIL DAN PEMBAHASAN

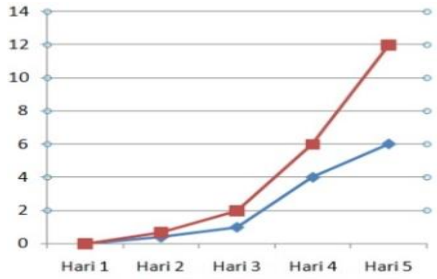
Dari hasil metode pembahasan sebelumnya, diperoleh hasil fuzifikasi value sensor pH dan TDS *(Total Dissolved Solids)* sesuai Gambar 6 menggunakan ESP32 dan TDS. Fuzifikasi dilakukan untuk mengubah nilai numerik dari sensor pH dan TDS menjadi variabel linguistik yang dapat diinterpretasikan oleh sistem berdasarkan kriteria tertentu. Hasil fuzifikasi ini memungkinkan sistem untuk mengklasifikasikan nilai pH dan TDS nutrisi ke dalam kategori yang dapat dipahami, seperti "Kering" atau "Lembab" untuk pH, dan "Sangat Dingin" "Dingin" "Hangat" "Panas" atau "Sangat Panas" untuk TDS.



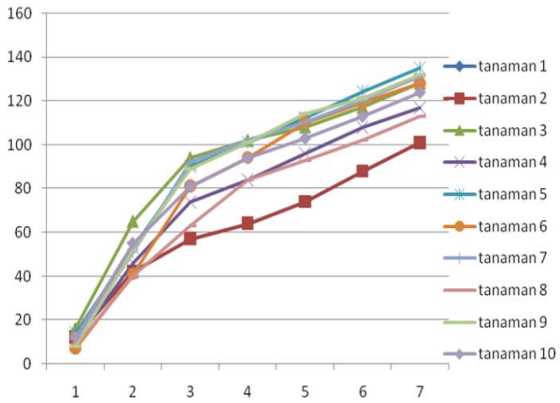
Gambar 7. Fuzzifikasi sensor nutrisi melalui TDS



Gambar 8. Fuzzifikasi suhu



Gambar 7. Pertumbuhan tinggi tanaman



Gambar 10. Perbandingan pertumbuhan tanaman

Berdasarkan hasil pertumbuhan tanaman TOGA yang dipantau melalui fuzifikasi sensor pH dan TDS, informasi terkait perkembangan tanaman dapat ditemukan dalam Gambar 7 dan Gambar 8. Gambar-gambar ini memberikan gambaran visual mengenai bagaimana variabel lingkistik dari sensor pH dan TDS telah memengaruhi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Air yang telah dicampur dengan pupuk ABmix di uji coba pada sejumlah tempat untuk mengetahui perbandingan terbaik dan melakukan pencatatan nilai TDS. Hasil fuzyfikasi TDS setelah diterapkan dalam tanaman dapat di lihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.

SIMPULAN DAN SARAN

Secara keseluruhan, implementasi sistem kontrol tumbuh kembang TOGA yang cerdas berbasis Fuzzy Logic menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas pertumbuhan tanaman. Melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak yang cermat, sistem mampu mengoptimalkan kondisi lingkungan berdasarkan fuzifikasi data sensor suhu dan TDS, yang kemudian dapat dievaluasi melalui Gambar 6 dan Gambar 7.

Hasil ini menunjukkan potensi dalam mengoptimalkan penggunaan pH down dan pH up untuk mengontrol keseimbangan pH nutrisi, yang secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman TOGA secara keseluruhan. Oleh karena itu, disarankan untuk melanjutkan penelitian lebih lanjut untuk memperdalam pemahaman tentang penggunaan Fuzzy Logic dalam sistem kontrol pertumbuhan tanaman TOGA, serta untuk mengembangkan metode pengendalian yang lebih presisi dan adaptif.

Selain itu, penting juga untuk mengintegrasikan teknologi dengan praktik pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan guna memastikan bahwa teknologi yang dikembangkan dapat diterapkan secara luas di berbagai lingkungan pertanian. Dengan mengikuti saran tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan

pertanian modern yang lebih efisien dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Abada, H. (2023). *Evaluation of Green Roof Technology in Egypt*. https://fount.aucegypt.edu/etds/2127

Dhanaraju, M., Chenniappan, P., Ramalingam, K., Pazhanivelan, S., & Kaliaperumal, R. (2022). Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. In *Agriculture (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 10). MDPI. https://doi.org/10.3390/agriculture12101745

Karunkuzhali, D., Meenakshi, B., & Lingam, K. (2022). An Adaptive Fuzzy C Means with Seagull Optimization Algorithm for Analysis of WSNs in Agricultural Field with IoT. *Wireless Personal Communications*, *126*(2), 1459–1480. https://doi.org/10.1007/s11277-022-09801-z

Parlina, A., Ramli, K., & Murfi, H. (2021). Exposing emerging trends in smart sustainable city research using deep autoencoders-based fuzzy c-means. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(5), 1–28. https://doi.org/10.3390/su13052876

Purnomo, D., Sitepu, G. L., Nugraha, Y. R., & Permana Rosiyan, M. B. (2023). Social Metabolism in Buruan SAE: Individual Rift Perspective on Urban Farming Model for Food Independence in Bandung, Indonesia. *Sustainability*, *15*(13), 10273. https://doi.org/10.3390/su151310273

Puspitasari, I., Nurfiana, G., Sari, F., & Indrayati, A. (2021). Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) sebagai Alternatif Pengobatan Mandiri Article Info. *Jurnal Warta LPM*, *24*(3), 456–465. http://journals.ums.ac.id/index.php/warta

Rajput, A., & Kumaravelu, V. B. (2019). Scalable and sustainable wireless sensor networks for agricultural application of Internet of things using fuzzy c-means algorithm. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, *22*, 62–74. https://doi.org/10.1016/j.suscom.2019.02.003

Simion, I. M., Moț, A.-C., & Sârbu, C. (2020). *Finding specific peaks (markers) using fuzzy divisive hierarchical associative-clustering based on the chromatographic profiles of medicinal plants extracts obtained at various detection wavelengths*.

Sosial, A., Yang, E., Oleh, M., Bagus, I., & Suadnyana, P. E. (2023). *HUTAN LESTARI UNHI PRESS*.

Xu, S., Xu, X., Blacker, C., Gaulton, R., Zhu, Q., Yang, M., Yang, G., Zhang, J., Yang, Y., Yang, M., Xue, H., Yang, X., & Chen, L. (2023). Estimation of Leaf Nitrogen Content in Rice Using Vegetation Indices and Feature Variable Optimization with Information Fusion of Multiple-Sensor Images from UAV. *Remote Sensing*, *15*(3). https://doi.org/10.3390/rs15030854

ANALISIS CLUSTERING PROVINSI BERDASARKAN PREVALENSI STUNTING BALITA MENGGUNAKAN ALGORITMA SINGLE DAN COMPLETE LINKAGE

Septian Wulandari

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI
Jl Nangka Raya No 58C, Tanjung Barat, Kec. Jagakarsa, Jakarta Selatan
septian.pmb09@rocketmail.com

ABSTRAK

Gizi adalah salah satu parameter dalam menilai keberhasilan pembangunan kesehatan di suatu negara untuk menciptakan sumber daya manusia yang bermutu. Stunting merupakan gangguan dimana laju pertumbuhan pada anak sehingga pertumbuhan tinggi badan dan berat badan pada anak terhambat akibat kekurangan gizi. Balita yang menderita stunting tidak hanya mengalami gangguan pertumbuhan pada fisik, melainkan dapat mengakibatkan anak mudah terserang penyakit, gangguan perkembangan pada otak dan kecerdasan yang mengakibatkan menurunnya kualitas sumber daya manusia di Indonesia. Frekuensi prevalensi stunting di Indonesia naik setiap tahunnya terbukti pada tahun 2019 prevalensi stunting pada balita mencapai 35,6% dan pada tahun 2020 sebesar 36,8% Oleh karena itu, permasalahan stunting merupakan permasalahan yang serius dan pemerintah Indonesia harus segera menangani masalah ini. Penanganan stunting yang cepat dan tepat dapat memperlambat pertumbuhan stunting. Data yang diperoleh melalui BPS pada tahun 2018-2022 ditemukan balita yang mengalkami gizi buruk ataupun tinggi badan tidak sesuai dengan usianya dan belum adanya penanganan seperti *clustering* provinsi yang tepat untuk menanggulangi stunting dan dapat menekan laju pertumbuhan stunting yangkian meningkat. Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah *single linkage* dan *complete linkage* dengan data 34 provinsi di Indonesia dan 11 indikator yang menjadi acuan. Hasil pada penelitian ini menghasilkan 2 *cluster* dengan *cluster* 1 beranggotakan 6 provinsi dan *cluster* 2 beranggotakan 24 provinsi. Algoritma *complete linkage* menjadi algoritma terbaik dibandingkan algoritma *single linkage* dengan nilai korelasi *chopenetic* sebesar 0,8608356.
Kata Kunci: *Stunting, Single Linkage, Complete Linkage*

ABSTRACT

Nutrition is one of the parameters in assessing the success of health development in a country to create quality human resources. Stunting is a disorder in which the growth rate of children results in stunted growth in height and weight due to malnutrition. Toddlers who suffer from stunting not only experience physical growth disorders, but can result in children being susceptible to disease, impaired development of the brain and intelligence which results in a decline in the quality of human resources in Indonesia. The frequency of stunting prevalence in Indonesia increases every year as evidenced by the fact that in 2019 the prevalence of stunting in children under five reached 35.6% and in 2020 it was 36.8%. Therefore, the problem of stunting is a serious problem and the Indonesian government must immediately address this problem. Fast and appropriate handling of stunting can slow the growth of stunting. Data obtained through BPS in 2018-2022 found that toddlers were suffering from poor nutrition or their height was not appropriate for their age and there was no appropriate treatment such as provincial clustering to tackle stunting and could reduce the increasing growth rate of stunting. The algorithm used in this research is single linkage and complete linkage with data from 34 provinces in Indonesia and 11 indicators as references. The results of this study produced 2 clusters with cluster 1 consisting of 6 provinces and cluster 2 consisting of 24 provinces. The complete linkage algorithm is the best algorithm compared to the single linkage algorithm with a chopenetic correlation value of 0.8608356.
Key Word: *Stunting, Single Linkage, Complete Linkage*

PENDAHULUAN

Stunting merupakan gangguan laju pertumbuhan pada anak sehingga pertumbuhan tinggi badan dan berat badan pada anak terhambat tidak sesuai pada usianya. Ciri-ciri balita yang mengalami stunting terlihat pada tinggi badan yang lebih rendah dibandingkan rata-rata pertemubuhan pada anak atau dapat direpresentasikan yaitu nilai *z-score* pada tinggi badan menurut umur (TB/U) minus 2 dari standar deviasi (SD) (Ni'mah et al., 2015). Hal ini disebabkan oleh kurangnya asupan gizi pada anak dalam waktu yang cukup lama, asupan ASI ekslusitf, kehamilan *pretern*, memberikan makanan

yang tidak optimal, kekurangan gizi, pendidikan, sanitasi pada lingkungan.
Frekuensi prevalensi stunting di Indonesia naik setiap tahunnya terbukti pada tahun 2019 prevalensi stunting pada balita mencapai 35,6% dan pada tahun 2020 sebesar 36,8% (Apriyani et al., 2023). Pada tahun 2020, menurut Asian Development Bank (ADB) kasus prevalensi anak di Indonesia yang menderita stunting pada usia di bawah lima tahun (balita) menduduki peringkat kedua tercatat sebesar 31,8% dan kasus tertinggi terletak pada negara Timor Leste yaitu sebesar 48,8% (Indah Syafitri Nasution & Susilawati, 2022).

Tumbuh kembang pada balita adalah fase pertumubuhan yang sangat rawan terhadap lingkungan maka pada fase inilah diperlukan perhatian khusus seperti kecukupan gizi pada balita. Gizi adalah salah satu parameter dalam menilai keberhasilan pembangunan kesehatan di suatu negara untuk menciptakan sumber daya manusia yang bermutu (Rosari & Rini, 2013). Permasalahan gizi seperti *stunting* yang dialami balita dapat memperlambat perkembangan anak, sehingga efek negatif yang berlangsung pada kehidupan selanjutnya dengan gejala penurunan pada intelektual, mudah terserang penyakit yang tidak menular, penurunan pada produktivitas bahkan dapat mengakibatkan kemiskinan serta risiko melahirkan bayi dengan berat badan lahir yang rendah (Ni'mah et al., 2015). Selain itu, balita yang menderita stunting tidak hanya mengalami gangguan pertumbuhan pada fisik saja, melainkan dapat mengakibatkan anak mudah terserang penyakut, serta gangguan perkembangan pada otak dan kecerdasan yang mengakibatkan menurunnya kualitas sumber daya manusia di Indonesia (Rahman et al., 2023).

Oleh karena itu, permasalahan stunting merupakan permasalahan yang serius dan pemerintah Indonesia harus segera menangani masalah ini. Penanganan stunting yang cepat dan tepat dapat memperlambat pertumbuhan stunting. Langkah awal yang harus dilakukan pemerintah adalah dengan melakukan regulasi yaitu menjadikan kasus prevalensi stunting menjadi priorotas utama dalam memberantas stunting pada balita di kalangan masyarakat. Penilaian kasus stunting pada balita ditentukan pada pengukuran anatomi tubuh manusia yang dikenal dengan nama *anthropometri* (tinggi badan ideal berdasarkan usia) seperti Umur (U), Berat Badan (BB), dan Tinggi Badan (TB) (Apriyani et al., 2023). Agar kebijakan dalam menangani kasus prevalensi stunting pada balita yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia tepat sasaran maka perlu dilakukan *clustering* pada balita yang mengalami stunting dengan menentukan dari beberapa aspek yang saling berhubungan seperti data usia pada balita, status gizi, dan penyebab stunting (Ranjawali et al., 2023). *Clustering* dilakukan berdasarkan beberapa indikator seperti indeks penanganan stunting, bayi usia kurang dari 6 bulan yang mendapatkan asi ekslusif. presentase balita pendek dan sangat pendek, presentase provinsi yang mencapai 80% imunisasi dasar lengkap pada bayi, presentase balita obesitas (bb/tb) kelompok umur 0-59 bulan, prevalensi balita gizi buruk (0-23 bulan) dan (0-59 bulan), prevalensi balita gizi kurang (0-23 bulan) dan (0-59 bulan), serta prevalensi balita kekurangan gizi (0-23 bulan) dan (0-59 bulan).

Analisis *cluster* adalah salah satu alat statistik untuk menganalisis data pada kasus prevalensi stunting balita. Analisis *cluster* adalah metode yang diaplikasikan untuk *clustering* objek ke dalam *cluster* sesuai dengan informasi yang dijumpai pada data (Tri et al., 2019). Hasil pada *clustering* dikatakan sesuai jika terdapat data yang homogenitas dalam satu *cluster* dan terdapat heterogenitas antar satu *cluster* dengan *cluster* lainnya. Terdapat dua jenis metode dalam *clustering* yaitu *hierarki clustering* dan *non hierarki clustering*. Metode *agglomerative clustering* merupakah salah satu metode dari *hierarki clustering*. *Agglomerative clustering* dimulai dengan menginput *cluster* tunggal (berisikan satu objek per *cluster*) pada tingkat bawah kemudian menggabungkan dua *cluster* serta membangun hirarki secara *bottom-up* dari *cluster* (Wulandari, 2023).

Pada metode *agglomerative clustering* memiliki empat algoritma yaitu algoritam *complete linkage, ward's, single linkage,* dan *average linkage*. Pada algoritma *single linkage* memiliki keunggulan yaitu hampir setiap *cluster* yang dihasilkan pada setiap kelompok selalu mirip dengan anggota lainnya (Handoyo et al., 2014). Sedangkan algoritma *complete linkage* menggunakan jarak maksimal yaitu jarak antara satu *cluster*

dengan *cluster* lain diukur berdasarkan objek data yang memiliki jarak yang paling jauh (Ramadhani et al., 2018).

Terdapat penelitian mengenai clusterisasi stunting pada balita yang dilakukan oleh Putri Apriyani pada tahun 2023 dengan menerapkan algoritma k-means di Desa Tegalwangi dengan hasil terdapat dua *cluster* dengan parameter yang digunakan yaity umur, berat badan, dan tinggi badan (Apriyani et al., 2023). Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Ratna Dewi pada tahuan 2023 dengan menerapkan metode *fuzzy substractive clustrering* pada wilayah kerawanan stunting dan diperoleh hasil terdapat tujuh *cluster* kecamatan (Christyanti et al., 2023). Selanjutnya terdapat penelitian yang dilakukan oleh Andrea Tri Rian pada tahun 2019 dengan menerapkan metode *hierarichal clustering* menggunakan metode *agglomerative* pada runtun waktu dan diperoleh dua *cluster* kabupaten/kota di Provinsi Kalimantan Timur (Tri et al., 2019).

Untuk menangani kasus stunting pada balita di Indonesia perlu dilakukan *clustering* dengan data prevalensi stunting balita di Indonesia sehingga diharapkan dapat menunjukkan pengetahuan dan informasi untuk pemerintahan Indonesia untuk menerapkan usulan-usulan yang tepat dalam menangani prevalensi stunting pada balita. Sehingga, pada penelitian dilakukan penelitian yaitu analisis *clustering* rovinsi berdasarkan prevalensi stunting balita menggunakan algoritma *sinlge* dan *complete linkage*.

METODE PENELITIAN

Pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan studi literatur deskriptif kuantitatif yaitu mengumpulkan reverensi kepustakaan yang membantu dalam keberhasilan penelitian ini. Sedangkan, pada fase deskriptif kuantitatif dilakukan dengan menginput data, menyelidiki data, dan menafsirkan data sesuai yang diperlukan pada penelitian ini. Fase pertama yang dilakukan yaitu dengan menggumpulkan data yang didapatkan pada data BPS dan diunduh melalui laman https://www.bps.go.id. Data diambil pada tahun 2018 hingga 2022 yaitu data prevalensi stunting balita pada 34 Provinsi yang ada di Indonesia. Terdapat 11 indikator data yang digunakan yaitu:

x_1: Indeks khusus pada penanganan stunting
x_2:Presentasi bayi usia < 6 bulan yang memperoleh asi ekslusif
x_3:Presentasi balita berbadan pendek dan sangat pendek
x_4:Presentasi provinsi dengan 80% imunisasi dasar lengkap sejak bayi
x_5:Presentasi balita dengan berat badan obesitas (bb/tb) pada kelompok umur 0-59 bulan
x_6:Prevalensi balita dengan gizi buruk pada kelompok umur (0-59 bulan)
x_7:Prevalensi balita dengan gizi buruk pada kelompok umur (0-23 bulan)
x_8:Prevalensi balita dengan gizi kurang pada kelompok umur (0-59 bulan)
x_9:Prevalensi balita dengan gizi kurang pada kelompok umur (0-23 bulan)
x_{10}:Prevalensi balita dengan kekurangan gizi pada kelompok umur (0-59 bulan)
x_{11}: Prevalensi balita dengan kekurangan gizi pada kelompok umur (0-23 bulan)

Dalam menganalisis *cluster* perlu dilakukan uji multikolinieritas yaitu hubungan linier antara semua variable. Multikolinieritas dapat diketahui dengan menghitung nilai *Varians Inflation Factor* (*VIF*). Jika nilai *VIF* >10 maka dapat dikatakan terjadi multikolineritas antara variabel prediktor. Berikut merupakan rumus untuk menghitung nilai *VIF* (Nurissaidah Ulinnuh, 2020):

$$VIF = \frac{1}{1-R^2} \quad (1)$$

Adanya multikolinearitas dapat dihitung dengan mencari nilai *Tolerance* dengan rumus:

$$Tolerance = \frac{1}{VIF} \quad (2)$$

Jika nilai *Tolerance* $> 0{,}10$ maka tidak ada multikolinearitas. Jika terdapat adanya multikolinearitas maka dapat diatasi dengan mengeluarkan variable yang tidak memiliki hubungan atau yg tidak memiliki keterkaitan. *Kaiser Meyer Olkin* (*KMO*) digunakan untuk membandingkan besaran koefisien korelasi dan besaran koefisien parsial. Kemudian, Uji *Bartlett Spherecity* digunakan untuk menguji interdependensi antar variabel yang merupakan indikator pada suatu faktor. Analisis ini digunakan untuk mengetahui variabel yang tidak memiliki korelasi antara satu dengan lainnya pada populasi (Edo Verdian, 2019). Untuk menghitung *KMO*

dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Sauddin, n.d.):

$$KMO = \frac{\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} r_{ij}^2}{\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} r_{ij}^2 + \sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} a_{ij}^2} \quad (3)$$

dengan:
i: 1,2,3, … , p
j: 1,2,3, … , p, dengan $j \neq i$
r_{ij}^2: koefisien korelasi sederhana antara variable i dan j
a_{ij}^2: koefisien korelasi parsial antara variable i dan j

Jika nilai uji *KMO* > 0,5 maka dapat dikatakan bahwa data yang dianalisis sudah menangkup kecukupan data yang diolah. Sedangkan, untuk statistic *Chi-square* dapat dihitung dengan rumus (Nurul Afida & Edy Sulistiyawan, 2014):

$$\chi_{hitung}^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{O_I - E_I^2}{E_I} \quad (4)$$

dengan:
χ^2: Nilai *Chi Square*
O_I: Frekuensi pada hasil pengamatan
k: jumlah. Nilai interval

Pengambilan keputusan didasarkan pada tolak H_0 jika $x_{hitung}^2 > x^2$.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *agglomerative clustering* dengan algoritma *single* dan *complete linkage*. *Single linkage* adalah salah satu algoritma dari metode *agglomerative clustering yang berdasarkan pada jarak paling kecil* antar objek. Algoritma ini dimulai dengan memilih jarak yang kecil pada matriks $\boldsymbol{D} = \{d_{ij}\}$ dan menggabungkan objek yang memiliki kemiripan seperti objek U dan V untuk mendaptkan *cluster* (UV). Selanjutnya yaitu dengan menghitung W yaitu jarak antara *cluster* (UV) dan cluster lainnya yang dihitung dengan menggunakan rumus (Tri et al., 2019):

$$d_{(UV)W} = \min(d_{UV}, d_{VW}) \quad (5)$$

dengan:
d_{UV}: jarak antar tetangga terdekat pada cluster U dan W
d_{VW}: jarak antar tetangga terdekat pada cluster V dan W

Sedangkan, algoritma *complete linkage* atau dikenal juga dengan algoritma pautan lengkap merupakan kebalikan dari algoritma *single linkage*. Algoritma *complete linkage* merupakan mengukur antar *cluster* yang satu dengan *cluster* lainnya mengacu pada objek yang mempunyai jarak yang terjauh. Objek-objek pada setiap cluster disambungkan antara satu dan lainnya dengan kesamaan jarak maksimum maupun minimum. Tahapan awal algoritma *complete linkage* adalah menghitung nilai minimum dari $D = d_{ij}$ dan digabungkan dengan objek lainnya yang memiliki kesamaan seperti U dan V untuk mendaptkan *cluster* (UV), sedangkan jarak antar cluster lain W dan (UV) dihitung menggunakan rumus (Nurissaidah Ulinnuh, 2020):

$$d_{(UV)W} = \max(d_{UV}, d_{VW}) \quad (6)$$

Untuk mengevaluasi *cluster* menggunakan *Silhouette Coefficient* yaitu untuk mengetahui kualitas serta kekuatan pada *cluster*, dan mengevaluasi suatu objek yang ditempatkan pada suatu *cluster* (Handoyo et al., 2014). Berikut ini adalah tahapan dalam menghitung *Silhouette Coefficient*:

1. Menghitung jarak rata-rata dari suatu objek i dengan objek lain yang terdapat pada satu cluster:
$$a(i) = \frac{1}{|A|-1}\sum_j \in A_{j \neq i} d(i,j) \quad (7)$$
Dengan j adalah objek lain pada satu cluster A dan $d(i,j)$ adalah jarak antara objek i dan j.
2. Menghitung jarak rata-rata dari objek i dengan semua objek di cluster lainnya, kemudian ambil nilai yang paling kecil dengan rumus:
$$d(i,C) = \frac{1}{|A|}\sum_j \in C\ d(i,j) \quad (8)$$
Dengan $d(i,C)$ merupakan jarak rata-rata objek i dengan semua objek pada cluster C dengan $A \neq C$.
3. Menghitung nilai *Silhouette Coefficient* dengan rumus:
$$s(i) = \frac{b(i)-a(i)}{\max(a(i),b(i))} \quad (9)$$

Berikut adalah daftar penilaian *Silhouette Coefficient* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ukuran nilai sillhouette coefficient

Skala	Keterangan
$0{,}7 < s(i) \leq 1$	*Strong Structure Medium*
$0{,}5 < s(i) \leq 0{,}7$	*Medium Structure*
$0{,}25 < s(i) \leq 0{,}5$	*Weak Structure*
$s(i) \leq 0{,}25$	*No Structure*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis statistik deksriptif dilakukan untuk mengetahui indikator prevalensi stunting pada balita apakah dapat digunakan dengan baik atau tidak. Indikator prevalensi stunting pada

balita terdiri dari indeks penanganan stunting, bayi usia kurang dari 6 bulan yang mendapatkan asi ekslusif. presentase balita pendek dan sangat pendek, presentase provinsi yang mencapai 80% imunisasi dasar lengkap pada bayi, presentase balita obesitas (bb/tb) kelompok umur 0-59 bulan, prevalensi balita gizi buruk (0-23 bulan) dan (0-59 bulan), prevalensi balita gizi kurang (0-23 bulan) dan (0-59 bulan), serta prevalensi balita kekurangan gizi (0-23 bulan) dan (0-59 bulan). Berikut adalah tabel analisis statistik deskriptif yang sudah dilakukan normalisasi dari setiap indikator yang diukur dengan Mean, Nilai Min, Median, dan Nilai Max dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Statistik deskriptif variabel penelitian

Variabel	Mean	Min	Median	Max
x_1	0,6384	0,5079	0,6407	0,7989
x_2	0,4529	0,2550	0,4421	0,6419
x_3	0,0709	0	0,0862	0,1599
x_4	0,7072	0,0431	0,7799	1
x_5	0,0741	0,0306	0,0762	0,1298
x_6	0,042	0,0175	0,0421	0,0717
x_7	0,0415	0,0115	0,0401	0,1008
x_8	0,1455	0,0957	0,1384	0,2201
x_9	0,1207	0,0717	0,1208	0,1739
x_{10}	0,1901	0,278	0,1754	0,2932
x_{11}	0,1647	0,1038	0,1679	0,2431

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa Presentasi provinsi dengan 80% imunisasi dasar lengkap sejak bayi tergolong tinggi sebesar 100% berada pada provinsi Jambi, Kepulauan Riau, DKI Jakarta, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Bali, dan Nusa Tenggara Barat. Untuk Presentasi balita berbadan pendek dan sangat pendek cukup rendah sebesar 0,31% berada pada provinsi Kalimantan Utara, dan indeks khusus pada penanganan stunting tinggi pada provinsi Nusa Tenggara Barat yaitu sebesar 72,97%.
Dalam menganalisis *cluster* perlu dilakukan uji multikolinieritas. Multikolinieritas dapat diketahui dengan melakukan perhitungan nilai *Varians Inflation Factor* (*VIF*) dan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai vif dan tolenrance

Variabel bebas	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
x_1	0,723	1,383
x_2	0,778	1,285
x_3	0,654	1,528
x_4	0,675	1,482
x_5	0,943	1,061
x_6	0,550	1,818
x_7	0,751	1,332
x_8	0,642	1,559
x_9	0,731	1,367
x_{10}	0,585	1,711
x_{11}	0,884	1,132

Jika nilai *VIF* >10 maka dapat dikatakan terjadi multikolineritas antara variable prediktor dan jika nilai Tolerance $> 0{,}10$ maka tidak ada multikolinearitas.. Terlihat pada Tabel 3 bahwa semua nilai *VIF* < 10 serta nilai *Tolerance* $> 0{,}10$ artinya tidak terdapat multikolinieritas antara variable prediktor.
Selanjutnya dilakukan uji *Kaiser Meyer Olkin* (*KMO*) yang digunakan untuk membandingkan besaran koefisien korelasi dan besaran koefisien parsial. Kemudian, Uji Bartlett Spherecity digunakan untuk menguji interdependensi antar variabel yang merupakan indikator pada suatu faktor. Hasil uji *KMO* dan uji *Bartlett Spherecity* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji bartlett spherecity

	KMO Measure of Sampling Adequacy.	Chi-Square	p-value
Bartlett Spherecity	0,523	69,789	0,351

Berdasarkan table 4 dengan uji *Kaiser Meyer Olkin* (*KMO*) diperoleh nilai uji *KMO* 0,523 > 0,5 artinya yang dianalisis sudah menangkup kecukupan data yang diolah. Sedangkan uji Bartlett Spherecity diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,351 > 0,05 artinya varians pada data homogen sehingga asumsi untuk homogenitas sudah terpenuhi. Hubungan korelasi antar variab1l juga dapat dilihat melalui mariks korelasi pada Gambar 1.

Terlihat pada Gambar 1 bahwa semakin mendekati angka1 atau -1 maka semakin kuat korelasi antar setiap variable, angka positif menunjukkan korelasi positif dan angka negatif menunjukkan korelasi negatif. Sedangkan, angka 0 tidak terdapat korelasi antar kedua variable.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Gambar 1. Matriks korelasi antar variabel

Prose selanjutnya yaitu melakukan *clustering* provinsi prevalensi stunting pada balita menggunakan algoritma *sinlge* dan *complete linkage*. Proses *clustering* dilakukan menggunakan aplikasi R Studio dan diperoleh nilai korelasi *chopenetic* pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil nilai korelasi *chopenetic*

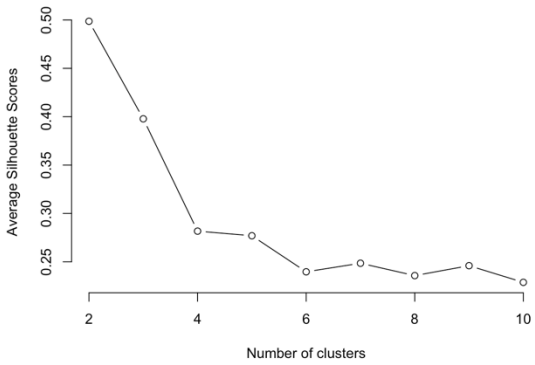
Algoritma	Korelasi *Chopenetic*
Single Linkage	0,5463915
Complete Linkage	0,8608356

Berdasarkan Table 5 menunjukkan bahwa nilai pada korelasi *chopenetic* angka tertinggi terletak pada algoritma *complete linkage* dengan nilai 0,8608356 sehingga algoritma *complete linkage* dipilih pada penelitian ini. Kemudian, Langkah selanjutnya adalah melakukan clustering dimulai dengan $k = 2$ sampai dengan 9 dengan menghitung nilai *Silhouette Coefficient* dan didapatkan hasul pada Tabel 6 dan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 2.

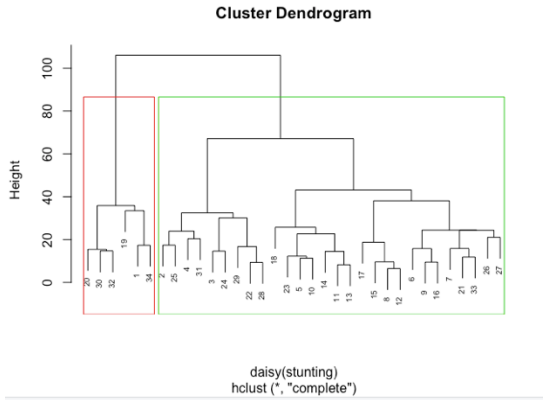
Table 6. Perhitungan nilai *silhouette coefficient*

Jumlah cluster	Nilai *Silhouette Coefficient*
2	0,4986312
3	0,3977930
4	0,2816879
5	0,2396488
6	0,2485166
7	0,2357174
8	0,2459782
9	0,2287614

Tabel 6 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa angka tertinggi perhitungan nilai *Silhouette Coefficienti* terletak pada jumlah *cluster* 2 dengan nilai 0,4986312 yang masuk ke dalam kategori *weak structure*. Hal ini berarti hasil cluster yang diperoleh memiliki ikatan yang lemah antar objek. Sehingga pada penelitian ini dilakukan *clustering* dengan jumlah *cluster* yaitu 2 *cluster* dan dihasilan *cluster* pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik perhitungan nilai *silhouette coefficient*



Gambar 3. Dendogram hasil *clustering* algoritma *complete linkage*

Untuk memudahkan dalam menganalisis hasil clustering maka perlu dilakukan labeling pada setiap provinsi yang ada di Indonesia. Pelabelan provinsi yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Labeling provinsi di indonesia

No	Provinsi	No	Provinsi
1	Aceh	18	Nusa Tenggara Barat
2	Sumatera Utara	19	Nusa Tenggara Timur
3	Sumatera Barat	20	Kalimantan Barat
4	Riau	21	Kalimantan Tengah
5	Jambi	22	Kalimantan Selatan
6	Sumatera Selatan	23	Kalimantan Timur
7	Bengkulu	24	Kalimantan Utara
8	Lampung	25	Sulawesi Utara
9	Kep. Bangka Belitung	26	Sulawesi Tengah

10	Kep. Riau	27	Sulawesi Selatan
11	Dki Jakarta	28	Sulawesi Tenggara
12	Jawa Barat	29	Gorontalo
13	Jawa Tengah	30	Sulawesi Barat
14	DI Yogyakarta	31	Maluku
15	Jawa Timur	32	Maluku Utara
16	Banten	33	Papua Barat
17	Bali	34	Papua

Gambar 3 menunjukkan dendogram hasil *clustering* pada algoritma *complete linkage*. Terlihat bahwa terdapat 2 *cluster* yang dihasilkan dengan *cluster* 1 berjumlah 6 provinsi dan *cluster* 2 berjumlah 28 provinsi dan daftar anggota pada masing-masing cluster terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil anggota cluster

Cluster	Provinsi	Total
1	Kalimantan Barat, Sulawesi Barat, Maluku Utara, Nusa Tenggara Timur, Aceh, dan Papua	6
2	Sumatera Utara, Sulawesi Utara, Riau, Maluku, Sumatera Barat, Kalimantan Utara, Gorontalo, Bali, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Timur, Jambi, Kep. Riau, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jawa Tengah, Bali, Jawa Timur, Lampung, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kep. Bangka Belitung, Banten, Bengkulu, Kalimantan Tengah, Papua Barat, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Tenggara	24

Penyebaran prevalensi stunting pada balita di Indonesia akan berkurang jika indeks penanganan stunting bertambah, presentasi bayi usia < 6 bulan yang memperoleh asi ekslusif, Presentasi balita berbadan pendek dan sangat pendek berkurang, presentasi provinsi dengan 80% imunisasi dasar lengkap sejak bayi semakin bertambah, presentasi balita dengan berat badan obesitas (bb/tb) pada kelompok umur 0-59 bulan berkurang, prevalensi balita dengan gizi buruk pada kelompok umur (0-23 bulan) dan (0-59 bulan) berkurang, prevalensi balita dengan gizi kurang pada kelompok umur (0-23 bulan) dan (0-59 bulan) berkurang, dan prevalensi balita dengan kekurangan gizi pada kelompok umur (0-23 bulan) dan (0-59 bulan) berkurang. Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa cluster 1 merupakan provinsi dengan tingkat prevalensi balita dengan gizi buruk pada kelompok umur (0-23 bulan) dan (0-59 bulan) yang tinggi , prevalensi balita dengan gizi kurang pada kelompok umur (0-23 bulan) dan (0-59 bulan) yang tinggi, dan prevalensi balita dengan kekurangan gizi pada kelompok umur (0-23 bulan) dan (0-59 bulan) yang tinggi. Anggota provinsi pada *cluster* 1 adalah Kalimantan Barat, Sulawesi Barat, Maluku Utara, Nusa Tenggara Timur, Aceh, dan Papua. Sedangkan, *cluster* 2 merupakan provinsi dengan indeks khusus pada penanganan stunting yang tinggi, Presentasi bayi usia < 6 bulan yang memperoleh asi ekslusif yang tinggi, Presentasi balita berbadan pendek dan sangat pendek yang rendah, Presentasi provinsi dengan 80% imunisasi dasar lengkap sejak bayi yang tinggi, serta Presentasi balita dengan berat badan obesitas (bb/tb) pada kelompok umur 0-59 bulan yang rendah. Anggota provinsi pada cluster 2 adalah Sumatera Utara, Sulawesi Utara, Riau, Maluku, Sumatera Barat, Kalimantan Utara, Gorontalo, Bali, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Timur, Jambi, Kep. Riau, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jawa Tengah, Bali, Jawa Timur, Lampung, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kep. Bangka Belitung, Banten, Bengkulu, Kalimantan Tengah, Papua Barat, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Tenggara.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian *clustering* prevalensi stunting pada balita adalah: pertama algoritma *complete linkage* memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma *single linkage* dengan nilai korelasi *chopenetic* sebesar 0,8608356, kedua jumlah cluster yang terbaik yang dihasilkan adalah sebanyak 2 cluster dengan menggunakan penilaian *Silhouette Coefficient* dengan nilai 0,4986312 yang masuk ke dalam kategori *weak structure*. Cluster 1 merupakan provinsi yahng mempunyai prevalensi stunting yang tinggi dan Cluster 2 merupakan provinsi yahng mempunyai prevalensi stunting yang rendah.

Saran yang diberikan pada penelitian ini adalah perlu dikembangkan lebih lanjut mengenai pemilihan jumlah cluster tidak hanya menggunakan penilaian *Silhouette Coefficient* tetapi juga bisa menggunakan Metode *Elbow* ataupun *Gap Statistic*. Selain itu,jumlah data yang digunakan dapat dengan data tidak hanya pada tahun 2018 sampai

dengan 2022, namun dapat menambahkan drai tahun-tahun sebelumnya.

DAFTAR PUSTA

Apriyani, P., Dikananda, A. R., & Ali, I. (2023). Penerapan Algoritma K-Means Dalam Klasterisasi Kasus Stunting Balita Desa Tegalwangi. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, *2*(1), 20–33.

Christyanti, R. D., Sulaiman, D., Utomo, A. P., & Ayyub, M. (2023). Clustering Wilayah Kerawanan Stunting Menggunakan Metode Fuzzy Subtractive Clustering. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, *17*(1).

Edo Verdian. (2019). Analisis Faktor Yang Merupakan Intensi Perpindahan Merek Transportasi Online Di Surabaya. *Agora*, *7*(1).

Handoyo, R., Rumani M, R., & Nasution, S. M. (2014). Perbandingan Metode Clustering Menggunakan Metode Single Linkage Dan K-Means Pada Pengelompokan Dokumen. *Jsm Stmik Mikroskil*, *15*(2), 73–82.

Indah Syafitri Nasution, & Susilawati. (2022). Analisis Faktor Penyebab Kejadian Stunting Pada Balita Usia 0-59 Bulan. *Florona Jurnal Ilmu Kesehatan*, *1*(2), 82–87.

Ni'mah, K., Nadhiroh, S. R., Kesehatan, D. G., & Kesehatan, F. (2015). Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Stunting Pada Balita. *Media Gizi Indonesia*, *10*(1), 13–19.

Nurissaidah Ulinnuh, R. V. (2020). Analisis Cluster Dalam Pengelompokan Provinsi Di Indonesia Berdasarkan Variabel Penyakit Menular Menggunakan Metode Complete Linkage, Average Linkage Dan Ward. *Infotekjar : Jurnal Nasional Informatika Dan Teknologi Jaringan*, *5*(1). Https://Doi.Org/10.30743/Infotekjar.V5i1.2464

Nurul Afida, & Edy Sulistiyawan. (2014). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Prestasi Belajar Siswa Kelas X Sma Al-Islam Krian. *J Statistika*, *6*, 1–6.

Rahman, H., Rahmah, M., & Nur Saribuan. (2023). Upaya Penanganan Stunting Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pemerintahan Suara Khatulistiwa (Jipsk)*, *8*(01), 44–59.

Ramadhani, L., Purnamasari, I., Deny, F., & Amijaya, T. (2018). Penerapan Metode Complete Linkage Dan Metode Hierarchical Clustering Multiscale Bootstrap (Studi Kasus: Kemiskinan Di Kalimantan Timur Tahun 2016) Application Of Complete Linkage Method And Hierarchical Clustering Multiscale Bootstrap Method (Case Study: Poverty In East Kalimantan Year 2016). *Jurnal Eksponensial*, *9*(1).

Ranjawali, R., Carmen Talakua, A., Thimotius Abineno, R., Wira Wacana Sumba Jlrsuprato No, K., Waingapu, K., Sumba Timur, K., & Tenggara Timu, N. (2023). Clustering Stunting Pada Balita Dengan Metode K-Means Di Puskesmas Kanatang. *Sati: Sustainable Agricultural Technology Innovation*, 80–92.

Rosari, A., & Rini, A. (2013). Hubungan Diare Dengan Status Gizi Balita Di Kelurahan Lubuk Buaya Kecamatan Koto Tangah Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, *2*(3). Http://Jurnal.Fk.Unand.Ac.Id

Sauddin, A. (N.D.). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kepatuhan Wajib Pajak Orang Pribadi Dalam Memenuhi Kewajiban Membayar Pajak Kendaraan Bermotor (Pkb)*.

Tri, A., Dani, R., Wahyuningsih, S., & Rizki, N. A. (2019). Penerapan Hierarchical Clustering Metode Agglomerative Pada Data Runtun Waktu. *Jambura Journal Of Mathematics*, *1*. Http://Ejurnal.Ung.Ac.Id/Index.Php/Jom,P-

Wulandari, S. (2023). *Clustering Indonesian Provinces On Prevalence Of Stunting Toddlers Using Agglomerative Hierarchical Clustering*. *16*(2), 1979–276. Https://Doi.Org/10.30998/Faktorexacta.V16i2.17186

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

PREDIKSI PENYAKIT MATA MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Cahaya Jatmoko[1], Heru Lestiawan[2]

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol 207, Semarang
[1]cahayajatmoko@dsn.dinus.ac.id, [2]heru.lestiawan@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Penyakit mata merupakan sebuah penyakit yang sangat berbahaya dan memiliki dampak yang dapat menghambat aktivitas kita sebagai manusia. Oleh karena itu, kita perlu melakukan proses identifikasi dan diagnosis terlebih dahulu untuk dapat mengetahui gejala yang terjadi pada penyakit mata. Pada penelitian ini, akan dilakukan proses klasifikasi penyakit mata dengan menggunakan metode CNN. Dataset yang digunakan pada penelitian ini yaitu merupakan dataset penyakit mata yang memiliki total data citra sebanyak 4217 citra dengan 4 kelas yaitu cataract, diabetic retinopathy, glaucoma dan normal. Pada penelitian ini, akan menggunakan metode Convolutional Neural Network untuk melakukan proses klasifikasi. Hasil yang didapatkan steelah dilakukannya pengujian pada penelitian ini yaitu mendapatkan akurasi pengujian yaitu sebesar 75.27%.
Kata Kunci: Penyakit mata, CNN, Deep Learning, Klasifikasi

ABSTRACT

Eye disease is a very dangerous disease and has an impact that can hinder our activities as humans. Therefore, we need to do the identification and diagnosis process first to be able to find out the symptoms that occur in eye disease. In this research, the classification process of eye diseases will be carried out using the CNN method. The dataset used in this research is an eye disease dataset which has a total image data of 4217 images with 4 classes namely cataract, diabetic retinopathy, glaucoma and normal. In this study, we will use the Convolutional Neural Network method to perform the classification process. The results obtained after testing in this study are getting a test accuracy of 75.27%.
Key Word: *Eye Disease, CNN, Deep Learning, Classification*

PENDAHULUAN

Mata merupakan bagian tubuh manusia yang penting untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Salah satu cara untuk menunjang kesehatan mata adalah dengan mengonsumsi makanan kaya vitamin A, seperti wortel (Varshney et. semua, 2022). Menjaga kesehatan mata juga membantu mencegah penyakit mata. Penyakit mata seperti katarak dan glaukoma merupakan penyakit yang umum menyerang lansia. Namun penyakit mata seperti retinopati diabetik dapat menyerang siapa saja karena retinopati diabetik disebabkan oleh tingginya gula darah sehingga merusak pembuluh darah pada retina mata (Puneet et. semua, 2022). Oleh karena itu, hendaknya kita menjaga makanan yang masuk ke dalam tubuh kita agar mata kita tetap sehat. Karena penyakit mata dapat berbahaya dan berdampak pada kehidupan kita, maka penting untuk mendiagnosisnya sedini mungkin untuk mengetahui apakah mata terkena penyakit tersebut atau tidak serta mengambil tindakan dan pengobatan sesegera mungkin. jika Anda telah didiagnosis menderita penyakit mata yang tidak serius.

Pembelajaran mesin juga merupakan bagian dari ilmu komputer Kecerdasan buatan (AI). Dalam pembelajaran mesin, sebuah model akan dibuat berdasarkan data sampel yang sering disebut data pelatihan (Abdulkareem, et. semua, 2021). Jadi model bawaan dapat membaca model dari data dan menjalankannya secara otomatis metode prediksi menurut data yang dipelajari sebelumnya. Pengaturan adalah metode untuk membuat prediksi atau mengidentifikasi kelas data berdasarkan kesamaan data masukan dan nilai data pada masing-masing kelas data diperoleh setelah menyelesaikan proses pelatihan dengan model. Pembelajaran mendalam adalah bagian dari pembelajaran mesin konsep jaringan saraf tiruan dengan fungsi mirip otak manusia (Kim dkk., 2019).

Jaringan saraf konvolusional (CNN) adalah teknik pembelajaran mendalam yang bisa digunakan secara efektif untuk menyelesaikan

proses prediksi data (Lu et. all, 2021). Teknik CNN digunakan karena metode CNN dapat melakukan proses ekstraksi secara otomatis (Xu dkk., 2020). Jadi model yang menggunakan teknik CNN yang dapat melakukan tugas klasifikasi data mentah waktu nyata (Ren et. all, 2021). Setelah model dibangun, demonstrasi biasanya dilakukan terhadap model tersebut. lanjutkan dengan analisis model. Matematika dapat digunakan untuk bekerja gunakan matriks konfusi untuk meneruskan nilai presisi model, nilai presisi, nilai Ingatlah bahwa f1 menandai keuntungan. Dengan prinsip-prinsip ini, kami berharap hal itu bisa terwujud menjadi contoh dan acuan kinerja model yang melakukan proses tersebut.

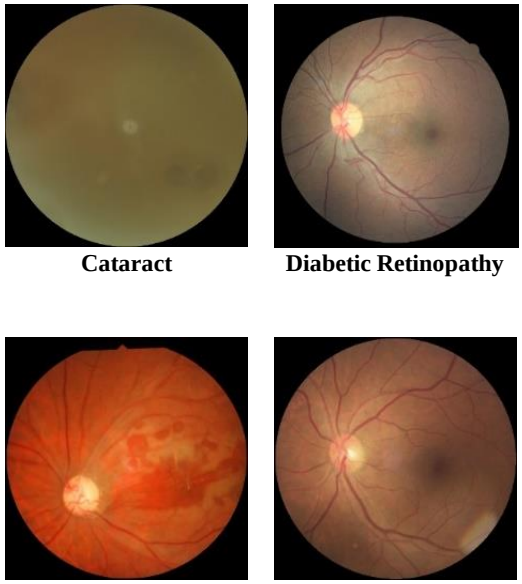
Pada penelitian ini akan dilakukan klasifikasi penyakit mata yaitu katarak, nefropati diabetik, glaukoma dan penyakit umum dengan menggunakan metode CNN dan SVM. Tujuan penggunaan metode CNN untuk ekstraksi fitur adalah agar metode CNN dapat melakukan proses ekstraksi secara otomatis. Oleh karena itu, hasil ekstraksi diharapkan dapat berguna untuk pelatihan dan analisis model. Melakukan penelitian ini juga memerlukan kemampuan membuat perencanaan dan prediksi penyakit mata secara akurat dan tepat waktu. Oleh karena itu diharapkan dengan dibangunnya model ini dapat bekerja dengan baik dan membantu dalam proses diagnosa penyakit mata. Sehingga dapat dilakukan upaya lain untuk mencegah dan mengobatinya sesegera mungkin agar dampaknya tidak terlalu parah dan tidak mempengaruhi kehidupan sehari-hari.

Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Penelitian yang dilakukan oleh Hiba Mzoughi, Inès Nyh, Ali Wali, Mohamed Ben Slima, Ahmed Ben Hamida, Chokri Mhiri dan Kharedine Ben Mahfoudhe pertimbangkan prosesnya. Tujuan dari penelitian ini adalahdapat membuat model CNN 3D mendalam yang dapat menjalankan proses dengan baik Klasifikasi tumor otak. Hasil yang diperoleh setelah melakukan survei adalah, Model ini menghasilkan akurasi pengujian sebesar 96,49%.

Pada tahun 2021, sebuah penelitian oleh K. Thaiyalnayak membahas tentang metode pengelolaan diabetes menggunakan kombinasi metode pembelajaran mendalam dan pembelajaran mesin, yaitu SVM. Tujuan dari Penelitian ini menggabungkan pendekatan deep learning yaitu *MultiLayer* Teknik pembelajaran mesin Perceptron (MLP) dan *Support Vector Machine* (SVM). untuk berhasil menyelesaikan sistem klasifikasi diabetes. Hasil yang diperoleh setelah penelitian ini dilakukan, yaitu sistem klasifikasi dengan menggunakan MLP SVM mencapai akurasi pengujian sebesar 77,474%.

METODE PENELITIAN

Dataset yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu merupakan dataset email phising yang didapatkan dari website kaggle.com dengan judul *Eye Diseases Classification*. Dengan total data sebanyak 4217 citra dengan 4 kelas yaitu cataract, diabetic retinopathy, glaucoma dan normal. Untuk visualisasi dataset diberikan pada Gambar 1.



Cataract **Diabetic Retinopathy**

Glaucoma **Normal**

Gambar 1. Dataset citra penyakit mata

Dari total 4217 file yang digunakan, akan dibagi lagi menjadi sebanyak 70% data untuk melakukan pelatihan model dan sebanyak 30% data untuk melakukan pengujian serta evaluasi performa pada model yang dibangun.

Convolutional Neural Network (CNN) adalah teknik pembelajaran mendalam yang dapat digunakan secara efektif menyelesaikan proses peramalan (Lu et. al, 2021). Teknik CNN sering digunakan karena dapat secara otomatis melakukan proses ekstraksi fitur (Xu et. al, 2020). Itu mungkin Hal ini dikarenakan

CNN menggunakan lapisan yaitu input, hidden dan juga output. Pada lapisan hidden, lapisan konvolusi sering digunakan untuk melakukan proses ekstraksi fitur. Rumus lapisan konvolusi diberikan dan poin 1. Lalu ada lapisan pooling yang digunakan untuk memotong bagian. Rumus lapisan diberikan pada poin 2. Lalu ada lapisan funlly connected layer yang digunakan untuk membuat sistem klasifikasi. Rumus lapisan fully connected diberikan pada poin 3.

$$(\mathrm{Z} * \mathrm{P})(o,q) = \sum_{i=0}^{N-1}\sum_{j=0}^{M-1} Z(o + i, q + j) * P(i,j) \quad (1)$$

$$(Pool_{max})(o,q) = max_{i=0}^{N-1} max_{j=0}^{M-1} Z(o+i, q+j) \quad (2)$$

$$X_q = \sum_{o=1}^{N} \left(W_{o,q} * Actv_o\right) + B_q \quad (3)$$

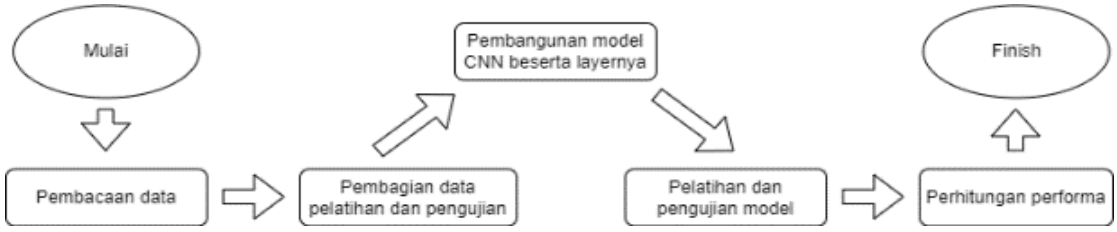
Confusion matriks merupakan matriks yang digunakan untuk dapat melakukan proses evaluasi dan juga perhitungan performa dari model yang dibangun. Perhitungan performa model akan menggunakan nilai akurasi, presisi atau keakuratan model yang rumusnya diberikan pada poin 4, nilai recall atau performa model dalam menebak semua kelas yang rumusnya diberikan pada poin 5 dan nilai f1-score atau nilai keseimbangan yang ada dari presisi dan recall yang dimana rumusnya diberikan pada poin 6.

$$\mathrm{Pr}es = \frac{Pos\ bnr}{Pos\ bnr + Pos\ slh} \quad (4)$$

$$\mathrm{Rec} = \frac{Pos\ bnr}{Pos\ bnr + Neg\ slh} \quad (5)$$

$$\mathrm{F1} - Score = 2 * \frac{Pres * Rec}{Pres + Rec} \quad (6)$$

Proses klasifikasi pada penelitian ini akan menggunakan IDE Jupyter *Notebook* sebagai compiler dan Bahasa pemrograman Python untuk dapat melakukan implementasi system. Untuk alur proses klasifikasi diberikan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan alur proses klasifikasi terumbu karang yang akan dilakukan. Pertama akan dilakukan proses pembacaan dari data. Selanjutnya, dilakukan proses pembagian data dengan persentase 60% data pelatihan, 10% data validasi dan 30% data pengujian. Setelah data dibagi maka dilakukan proses pembangunan model CNN beserta layer layer yang akan digunakan dalam proses klsifikasi. Setelah model dibangun, maka selanjutnya akan melakukan proses pelatihan, validasi dan juga pengujian model dan dilakukan proses perhitungan performa dengan menggunakan confusion matriks.

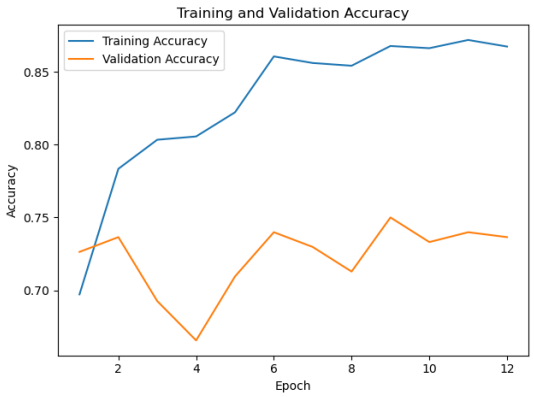


Gambar 2. Skema klasifikasi penyakit mata

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, proses pengujian akan menggunakan IDE Jupyter notebook dan Bahasa pemrograman python untuk dapat melakukan proses klasifikasi penyakit mata. Setelah data citra penyakit mata disiapkan dan di proses, maka selanjutnya akan dapat melakukan proses pelatihan model. Untuk hasil pengujian model yang sudah dilakukan diberikan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan hasil proses pelatihan pada model yang dibangun. Dari hasil grafik pelatihan tersebut dapat dilihat bahwa model yang dibangun mendapatkan akurasi pelatihan sebanyak 86.74% sedangkan untuk akurasi validasi sebanyak 73.65%. Dari hasil proses pelatihan dan pengujian tersebut maka dapat dilihat bahwa model memiliki performa yang lumayan baik untuk melakukan proses klasifikasi jenis sakit mata.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941



Gambar 3. Grafik training dan loss validasi

Setelah dilakukan proses pelatihan, maka selanjutnya akan dilakukan proses pengujian dengan menggunakan data uji. Hasil dari proses pengujian yang dilakukan yaitu mendapatkan akurasi sebesar 75.27%. Dengan nilai performa pada confusion matrix diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Confusion matrix hasil prediksi

Precision	Recall	F1-Score
77%	75%	75%

Dari hasil akurasi dan confusion matrix yang didapatkan setelah proses pelatihan model, dapat dilihat bahwa pada penelitian ini, performa model yang dibangun sudah tergolong baik.

SIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan proses pelatihan dan pengujian model dengan menggunakan algoritma CNN, maka dalam proses klasifikasi jenis sakit mata mendapatkan akurasi pengujian sebesar 75.27%, sedangkan presisi lebih tinggi yaitu 77%. Recall dan F1-Score menghasilkan nilai sama yaitu 75%. Nilai tersebut tergolong cukup baik, namun masih dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat mmeningkatkan akurasi pengujian dan juga menggunakan metode lain dalam proses membangun model CNN seperti menggunakan transfer learning CNN.

DAFTAR PUSTAKA

X. Xu, L. Zhang, J. Li, Y. Guan and L. Zhang, "A Hybrid Global-Local Representation CNN Model for Automatic Cataract Grading," in IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 24, no. 2, pp. 556-567, Feb. 2020, doi: 10.1109/JBHI.2019.2914690.

Ren, L., Dong, J., Wang, X., Meng, Z., Zhao, L., & Deen, M. J. (2021). A Data-Driven Auto-CNN-LSTM Prediction

Varshney, K., & Mishra, K. (2022). An Analysis of Health Benefits of Carrot. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management*, 211–214. https://doi.org/10.55524/ijirem.2022.9.1.40

Puneet, Kumar, R., & Gupta, M. (2022). Optical coherence tomography image based eye disease detection using deep convolutional neural network. *Health Information Science and Systems*, *10*(1). https://doi.org/10.1007/s13755-022-00182-y

Mahdi Abdulkareem, N., & Mohsin Abdulazeez, A. (2021). *Machine Learning Classification Based on Radom Forest Algorithm: A Review*. https://doi.org/10.5281/zenodo.4471118

Kim, M., Yun, J., Cho, Y., Shin, K., Jang, R., Bae, H. J., & Kim, N. (2019). Deep learning in medical imaging. In *Neurospine* (Vol. 16, Issue 4, pp. 657–668). Korean Spinal Neurosurgery Society. https://doi.org/10.14245/ns.1938396.198

Deepak, S., & Ameer, P. M. (2021). Automated Categorization of Brain Tumor from MRI Using CNN features and SVM. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *12*(8), 8357–8369. https://doi.org/10.1007/s12652-020-02568-w

Pisner, D. A., & Schnyer, D. M. (2019). Support vector machine. In *Machine Learning: Methods and Applications to Brain Disorders* (pp. 101–121). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815739-8.00006-7

Lu, W., Li, J., Wang, J., & Qin, L. (2021). A CNN-BiLSTM-AM method for stock price prediction. In *Neural Computing and Applications* (Vol. 33, Issue 10, pp. 4741–4753). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/s00521-020-05532-z

Model for Lithium-Ion Battery Remaining Useful Life. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *17*(5), 3478–3487. https://doi.org/10.1109/TII.2020.3008223

Mzoughi, H., Njeh, I., Wali, A., Slima, M. ben, BenHamida, A., Mhiri, C., & Mahfoudhe, K. ben. (2020). Deep Multi-Scale 3D Convolutional Neural Network (CNN) for MRI Gliomas Brain Tumor Classification. *Journal of Digital Imaging*, *33*(4), 903–915. https://doi.org/10.1007/s10278-020-00347-9

Deepak, S., & Ameer, P. M. (2019). Brain tumor classification using deep CNN features via transfer learning. *Computers in Biology and Medicine*, *111*. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2019.103345

Kumar, R., Joshi, S., & Dwivedi, A. (2021). CNN-SSPSO: A Hybrid and Optimized CNN Approach for Peripheral Blood Cell Image Recognition and Classification. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, *35*(5). https://doi.org/10.1142/S0218001421570044

Thaiyalnayaki, K. (2021). Classification of diabetes using deep learning and svm techniques. *International Journal of Current Research and Review*, *13*(1), 146–149. https://doi.org/10.31782/IJCRR.2021.13127

RANCANG BANGUN ALAT HITUNG GAYA LORENTZ PADA TIGA KAWAT LURUS BERBASIS MATLAB

Fatma Hamid[1], Ria Asep Sumarni[2], Fita Widiyatun[3]

[1]Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Khairun
Jalan Bandara Babullah, Ternate, Maluku Utara
[2,3]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Raya Tengah No. 80, Kel. Gedong, Kec. Pasar Rebo, Jakarta Timur, DKI Jakarta
[1]fatmahamid@unkhair.ac.id , [2]riaasepsumarni@gmail.com, [3]fita.wdy@gmail.com

ABSTRAK

Gaya Lorentz muncul dalam konteks relativitas khusus, ketika muatan listrik atau partikel bermuatan bergerak dalam medan elektromagnetik. Satu soal Gaya Lorentz pada tiga kawat lurus berarus, terdapat tiga kasus pertanyaan, sehingga hal ini membuat lama dan panjang dalam perhitungan. Tujuan penelitian kami adalah membuat alat bantu hitung Gaya Lorentz pada kawat berarus untuk membantu memudahkan dan mempercepat perhitungan soal tesebut. Metode yang kami gunakan yaitu studi literatur, merancang desain alat dengan bantuan Matlab, menguji alat dan hasil perhitungan. Rancang bangun alat hitung Gaya Lorentz yang kami desain dapat berjalan dengan baik dalam menyelesaikan soal Gaya Lorentz pada tiap buah kawat lurus. Hasil perhitungan yang diperoleh sesuai dengan perhitungan manual. Alat ini lebih efektif dan dapat dengan cepat mengerjakan soal Gaya Lorentz.
Kata Kunci: Alat hitung, gaya lorentz, matlab

ABSTRACT

The Lorentz force arises in the context of special relativity, when electric charges or charged particles move in an electromagnetic field. One question about the Lorentz force on three straight wires carrying current, there are three question cases, so this makes the calculations take a long time. The aim of our research is to create a tool to help calculate the Lorentz Force on a current-carrying wire to help simplify and speed up the calculation of this problem. The method we use is literature study, designing tool designs with the help of Matlab, testing tools and calculation results. The design of the Lorentz Force calculating tool that we designed can work well in solving Lorentz Force problems on each straight wire. The calculation results obtained are in accordance with manual calculations. This tool is more effective and can quickly work on Lorentz Force problems.
Key Word: *Calculation tools, Lorentz style, Matlab*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu pasti yang sangat komplek dan terdapat beberapa materi yang abstrak. Fisika kerap sekali erat dengan soal dan perhitungan. Soal fisika yang dianggap rumit oleh siswa, menjadikan siswa malas untuk mengerjakan. Fisika merupakan mata pelajaran yang dipelajari dengan pendekatan matematis sehingga hanya anak yang memiliki kecerdasan matematis saja yang dapat menikmatinya (Arsi & Febrianti, 2014).Pelajaran fisika masih terkesan sulit untuk dipahami karena memiliki konsep yang abstrak dan tidak mudah dihubungkan dengan kejadian sehari- hari dalam kehidupan manusia (Malina et al., 2021).

Pemecahan soal fisika menggunakan beberapa metode agar dapat diselesaikan. Saat ini sudah ada beberapa alat bantu hitung fisika yang bisa digunakan dalam penyelesaian soal-soal fisika. Kemampuan berpikir atau bernalar peserta didik masih belum dikembangkan sehingga kemampuan menjawab soal-soal fisika masih rendah, ketika soal-soal yang redaksinya telah diubah menjadikan peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikannya (Markawi, 2015), (Sugiarto et al., 2016).

Media atau alat bantu peneyelesaian soal fisika bisa digunakan untuk membantu dalam pngecekkan apakah jawaban benar, sehingga siswa bisa lebih semangat dalam menyelesaikan soal-soal fisika. Gaya Lorentz seringkali dianggap sebagai materi fisika yang cukup kompleks. Gaya Lorentz muncul dalam konteks relativitas khusus ketika muatan listrik atau partikel bermuatan bergerak dalam medan elektromagnetik. Satu soal Gaya

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

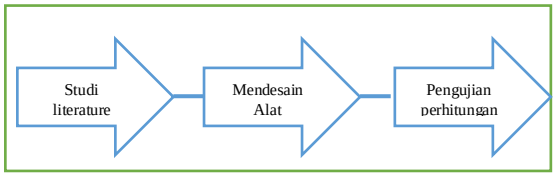
Lorentz pada tiga kawat lurus berarus, terdapat tiga kasus pertanyaan, seingga hal ini membuat lama dan panjang dalam perhitungan.

Pengembangan alat bantu hitung di lakukan oleh (Khotimah & Hilyana, 2019) yaitu membuat alat konversi yang dapat digunakan untuk mengkonversi jarak, kecepatan, percepatan dan waktu. Penelitian sebelumnya juga dilakukan oleh (Widiyatun et al., 2021) yaitu pembuatan GUI Matlab sebagai media pembelajaran untuk matakuliah Fisika Gerak. Selanjutnya penelitian yang dilakukan (Hutagalung, 2018), menyatakan pembelajaran fisika dasar dan elektronika dasar dengan metode simulink menggunakan Matlab dapat membantu pemahaman kepada mahasisswa dalam memahami materi perkuliahan dalam bentuk simulasi. Penggunaan GUI dapat digunakan untuk menghitung nilai percepatan dan tegangan tali pada sistem katrol ditentukan oleh kondisi lantai dan karakter katrol (Nugraha, 2019).

Dari hasil penelitian sebelumnya maka perlu dikembangkan penelitian-penelitian lain untuk membuat alat bantu hitung dengan materi yang berbeda dengan penelitian terdahulu. Menciptakan suatu media pembelajaran yang dapat membantu siswa agar lebih termotivasi dalam belajar fisika (Nugroho et al., 2013). Oleh sebab itu, tujuan penelitian kami adalah membuat alat bantu hitung Gaya Lorentz pada kawat berarus untuk membantu memudahkan dan mempercepat perhitungan soal tesebut.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang kami gunakan adalah studi literature dan mendesain alat bantu hitung Gaya Lorentz pada tiga buat kawat lurus berpenghantar.

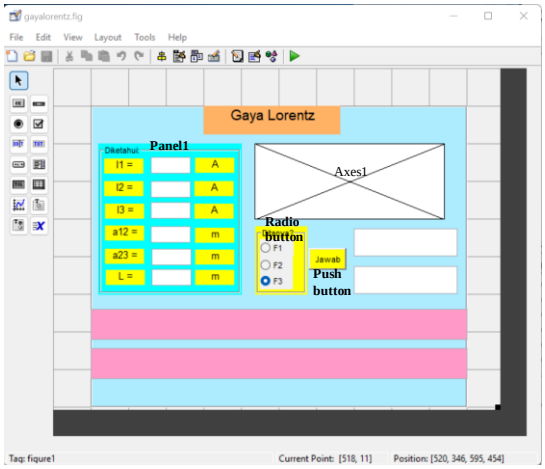


Gambar 1. Metode penelitian

Pada tahap studi *literature* yaitu kami melakukan kajian terhadap materi fisika yang perlu dibuatkan alat bantu hitung, dan kami meilih materi Gaya Lorentz pada tiga buat kawat lurus berarus, karena pada materi ini dalam satu soal bisa timbul tiga pertanyaan, sehingga hal ini cukup memakan waktu lama. Selanjutnya kami melakukan desain alat bantu hitung ini menggunakan *software Matlab* yaitu versi Matlab R2013a. matlab mempunyai keunggulan yaitu mudah dalam memanipulasi struktur matriks dan perhitungan berbagai operasi matriks yang meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian, invers dan fungsi matriks lainnya (Yosua et al., 2019). Pada tahap ini kami mendesain sesuai dengan kasus soal tiga buat kawat kurus berarus. Tahapan terakhir pada penelitian kami ini adalah menguji hasil perhitungan apakah sudah benar dan sesuai dengan perhitungan manual. Dan menguji program tidak terjadi kesalahan atau eror.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang bangun alat hitung Gaya Lorentz dirancang menggunakan bantuan *software* Matlab R2013. Rancang bangun yang kami buat untuk menyelesaikan soal Gaya Lorentz pada tiga buah kawat lurus sejajar. Berikut ini adalah tampilan desain dari alat hitung Gaya Lorentz.



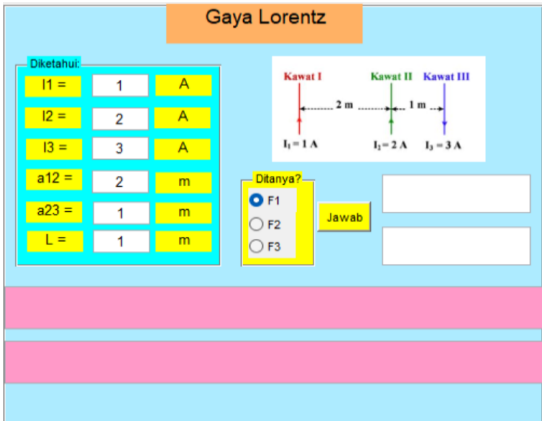
Gambar 2. Tampilan desain alat hitung Gaya Lorentz

Desain Gui pada Matlab di desain dengan memasukkan axes untuk menampilkan gambar soal, panel 1 untuk menampilkan besaran yang diketahui pada soal, panel 2 untuk menampilkan icon pertanyaan pada soal menggunakan *icon radiobutton*, untuk tombol jawab menggunakan *icon pushbutton*, dan untuk menampilkan hasil menggunakan *icon edittext.*

Untuk menjalankan GUI pada Matlab dilakukan pengcodingan pada icon pushbutton. Hal ini dilakukkan dengan cara

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

klik kanan pada icon jawab kemudian *view callbacks*, lalu klik *callbacks*, untuk langkah awal pada tahap ini diminta untuk menyimpan file. Pemberian nama file pada Matlab tidak bisa menggunakan spasi. Saat file program tersimpan, maka akan ada 2 file yang tersimpan dalam bentuk *figure* dan code.



Gambar 3. Tampilan hasil alat bantu hitung gaya lotentz

Di bawah ini merupakan tampilan panel1 yang menampilkan nilai inputan atau besaran yang diketahui di soal.

Gambar 4. Tampilan menu panel1

Penulisan codingan pada menu *pushbutton* jawab. Codingan awal adalah menuliskan besaran yang ditampilkan pada panel1, dengan menuliskan tag nya sesuai dengan tag yang ditulis di figure.

```
% --- Executes on button press in Jawab.
function Jawab_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Jawab (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future
version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see
GUIDATA)
I1 = str2num(get(handles.I1,'string'));
I2 = str2num(get(handles.I2,'string'));
I3 = str2num(get(handles.I3,'string'));
a12 = str2num(get(handles.a12,'string'));
a23 = str2num(get(handles.a23,'string'));
L = str2num(get(handles.L,'string'));
a13= a12 + a23
miu = (4*pi*10^-7)
```

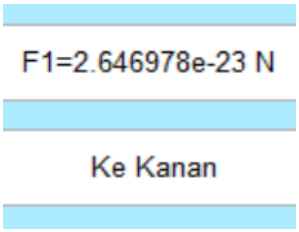
Panel2 menampilkan pilihan pertanyaan Gaya Lorentz pada kawat 1 (F1), kawat 2 (F2), dan kawat 3 (F3).

Gambar 5. Tampilan tombol jawab dan pilihan output

Selanjutnya menuliskan codingan untuk menghitung Gaya Lorentz, F1, F2, dan F3. Codingan ditulis agar pemilihan jawaban bisa di split dalam menampilkan jawaban F1, F2, atau F3, sesuai dengan pilihan saat kita klik.

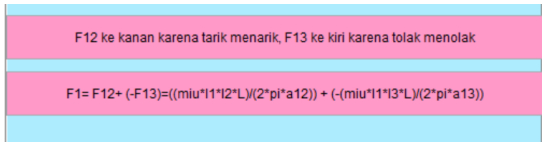
```
%menghitungF1
F1 = ((miu*I1*I2*L)/(2*pi*a12)) +
((miu*I1*I3*L)/(2*pi*a13));
%menghitungF2
F2 = (-(miu*I2*I1*L)/(2*pi*a12)) +
((miu*I2*I3*L)/(2*pi*a23));
%menghitungF3
F3 = ((miu*I3*I1*L)/(2*pi*a13)) +
((miu*I3*I2*L)/(2*pi*a23));
a=get(handles.F1,'value')
b=get(handles.F2,'value')
c=get(handles.F3,'value')
```

Ketika kita sudah memilih salah satu output yang akan kita hitung maka alat bantu akan langsung menampilkan hasil. Berikut ini adalah tampilan hasil, menampilkan nilai hitung dan arah dari nilai F1.



Gambar 6. Tampilan hasil perhitungan

Tampilan paling bawah pada alat menampikan penjelasan dari arah Gaya Lorentz dari dua buah kawat sejajar, dan menampilkan rumus perhitungan dari masing-masing Gaya Lorentz yang akan dihitung.



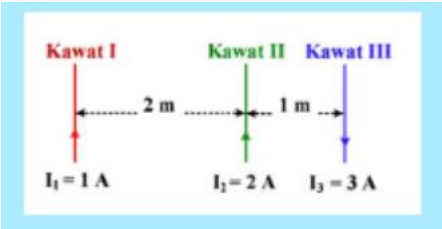
Gambar 7. Tampilan rumus perhitungan

Penulisan codingan untuk memerintahkan menu split pada *radio button* perhitungan F1, F2, dan F3, menampilkan penjelasan arah serta memunculkan rumus perhitungan adalah sebagai berikut:

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

```
if(a==1)
    set(handles.hasil,'string',F1);
    if(F1>=0)
        set(handles.arah,'string',' Ke Kanan');
    else
        set(handles.arah,'string',' Ke Kiri');
    end
    set(handles.hasil,'string',sprintf('F1=%d N', F1));
    set(handles.rumus1,'string','F12 ke kanan karena
tarik menarik, F13 ke kiri karena tolak menolak');
    set(handles.rumus2,'string','F1= F12+ (-
F13)=((miu*I1*I2*L)/(2*pi*a12)) + (-
(miu*I1*I3*L)/(2*pi*a13))');
elseif(b==1)
    set(handles.hasil,'string',F2);
    if(F2>=0)
        set(handles.arah,'string',' Ke Kanan');
    else
        set(handles.arah,'string',' Ke Kiri');
    end
    set(handles.hasil,'string',sprintf('F2 = %d N',
F2));
    set(handles.rumus1,'string','F21 ke kiri karena
tarik menarik, F23 ke kiri karena tolak menolak');
    set(handles.rumus2,'string','F2= -F21+ (-F23)=(-
(miu*I2*I1*L)/(2*pi*a12)) + (-
(miu*I2*I3*L)/(*2*pi*a23))');
else
    set(handles.hasil,'string',F3);
    if(F3>=0)
        set(handles.arah,'string',' Ke Kanan');
    else
        set(handles.arah,'string',' Ke Kiri');
    end
    set(handles.hasil,'string',sprintf('F3 = %d N',
F3));
    set(handles.rumus1,'string','F31 ke kanan karena
tolak menolak, F32 ke kanan karena tolak menolak');
    set(handles.rumus2,'string','F2= -F21+ (-
F23)=((miu*I3*I1*L)/(2*pi*a13)) +
((miu*I3*I2*L)/(2*pi*a23))');
end
```

Pada alat bantu hitung Gaya Lorentz ini selain menampilkan angka juga menampilkan ilustrasi gambar soal, agar memudahkan dalam memahami konsep soal haya lorentz pada tiga buah kawat lurus.

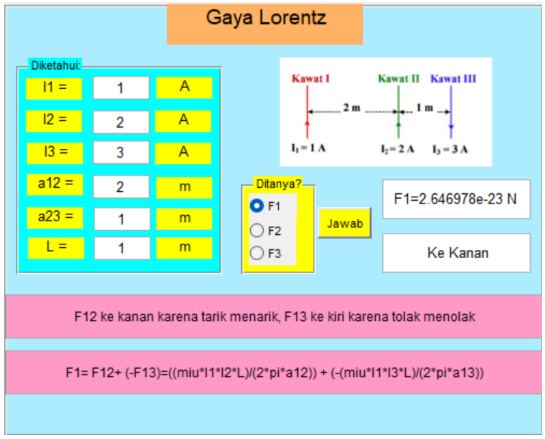


Gambar 8. Tampilan gambar soal Gaya Lorentz pada tiga buah kawat

Untuk menampilkan gambar pada tampilan Matlab, kita menggunakan icon axes pada *toolbar*. Pemilihan *icon axes* untuk pertama kali dalam membuat rancangan figure Matlab ini, maka tag dari axes adalah *axes1*, hal ini yang akan kita tuliskan dalam pengcodingan agar codingan data berjalan, jika penulisan codingan pada figure tidak sesuai dengan penulisan codingan pada m.file maka akan terjadi *error*. Klik kanan pada axes1 kemudian *View Callback*, lalu klik *CreateFcn*, dan tuliskan codingan di bawah ini:

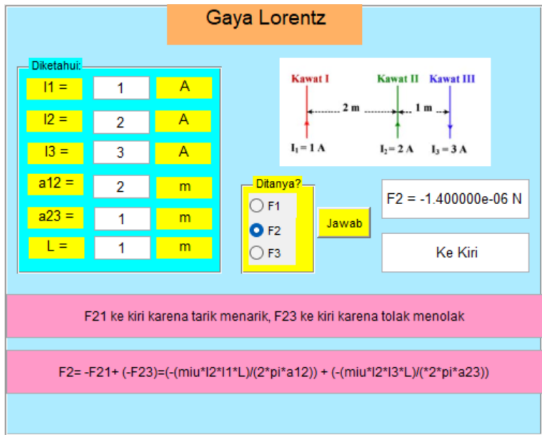
```
% --- Executes during object creation, after
setting all properties.
function axes1_CreateFcn(hObject, eventdata,
handles)
% hObject    handle to axes1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a
future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until
after all CreateFcns called

% Hint: place code in OpeningFcn to populate
axes1
a=imread('gayamagnet.JPG');
axis off;
imshow(a);
```

Perlu diperhatikan dalam menampilkan gambar kita perlu menyimpan file gambar di folder yang sama dengan fig. dan m.file yang sudah disimpan. Perintah yang dituliskan untuk menampilkan gambat yaitu, menuliskan ‘namagambar.formatgambar’. untuk format gambat bisa PNG ataupun JPG.



Gambar 9. Tampilan hasil hitung F1

Gambar di atas merupakan tampilan hasil perhitungan Gaya Lorentz pada kawat 1 yaitu Nilai F1 dan arahnya, serta menampilkan rumus perhitungan dari F1.



Gambar 10. Tampilan hasil F2

Gambar 10. merupakan tampilan hasil perhitungan Gaya Lorentz pada kawat 2 yaitu Nilai F2 dan arahnya, serta menampilkan rumus perhitungan dari F2. Sebagai salah satu perbandingan diperoleh hasil yang sama dari perhitungan manual yaitu sebagai berikut:

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Gaya yang timbul pada kawat II akibat pengaruh kawat I namakan F_{21} sebesar :

$$F_{21} = \frac{\mu_o i_2 i_1 l}{2\pi a_{21}}$$
$$F_{21} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(2)(1)(1)}{2\pi(2)} = 2 \times 10^{-7}\ Newton$$

Arah ke kiri

Gaya yang timbul pada kawat II akibat pengaruh kawat III namakan F_{23} sebesar :

$$F_{23} = \frac{\mu_o i_2 i_3 l}{2\pi a_{23}}$$
$$F_{23} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(2)(3)(1)}{2\pi(1)} = 12 \times 10^{-7}\ Newton$$

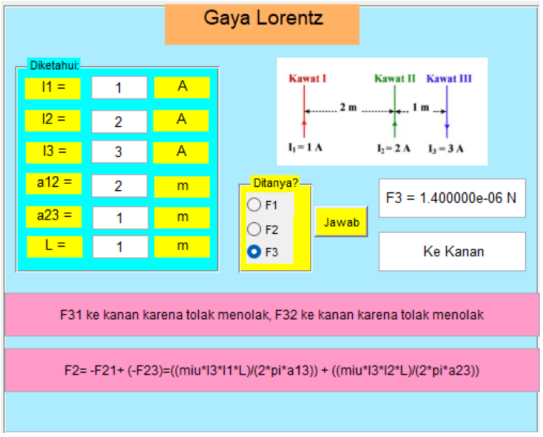
Arah ke kiri

Resultan kedua gaya namakan F_2:

$$F_2 = F_{21} + F_{23}$$
$$F_2 = 2 \times 10^{-7} + 12 \times 10^{-7}$$
$$F_2 = 14 \times 10^{-7}\ Newton$$

Arah ke kiri

Gambar 11. Hasil perhitungan manual



Gambar 12. Tampilan hasil F3

Tampilan akhir di atas merupakan tampilan hasil perhitungan Gaya Lorentz pada kawat 3 yaitu nilai F3 dan arahnya, serta menampilkan rumus perhitungan dari F3.

SIMPULAN DAN SARAN

Rancang bangun alat hitung Gaya Lorentz yang kami desain dapat berjalan dengan baik dalam menyelesaikan soal Gaya Lorentz pada tiap buah kawat lurus. Hasil perhitungan yang diperoleh sesuai dengan perhitungan manual. Alat ini lebih efektif dan dapat dengan cepat mengerjakan soal Gaya Lorentz. Untuk tahap selanjutnya akan kami lakukan pengembangan alat dengan melakukan uji validasi ke ahli media dan implementasi ke peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

Arsi, F., & Febrianti, K. V. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Web untuk SMA Kelas X pada Pokok Bahasan Listrik Dinamis. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, *5*, 33–42.

Hutagalung, S. N. (2018). Pembelajaran Fisika Dasar dan elektronika Dasar Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simunik. *Journal of Science and Social Research*, *4307*(February), 30–35.

Khotimah, T., & Hilyana, F. S. (2019). Aplikasi Konversi Pada Besaran Fisika Kinematika Berbasis Android. *... : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu ...*, *10*(2), 445–452. https://jurnal.umk.ac.id/index.php/simet/article/view/3025

Malina, I., Yuliani, H., & Syar, N. I. (2021). Analisis Kebutuhan E-Modul Fisika sebagai Bahan Ajar Berbasis PBL di MA Muslimat NU. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, *3*(1), 70–80. https://doi.org/10.31540/sjpif.v3i1.1240

Markawi, N. (2015). Pengaruh Keterampilan Proses Sains, Penalaran, dan Pemecahan Masalah terhadap Hasil Belajar Fisika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, *3*(1), 11–25. https://doi.org/10.30998/formatif.v3i1.109

Nugraha, A. M. (2019). User Interface (GUI) untuk Materi Dinamika Gerak Sistem Katrol Berbasis. *Navigation Physics Journalof Physics Education Graphic*, *1*(2).

Nugroho, A., Raharjo, T., & Wahyuningsih, D. (2013). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Permainan Ular Tangga Ditinjau Dari Motivasi Belajar Siswa Kelas Viii Materi Gaya. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *1*(1), 11–18.

Sugiarto, M., Amin, B. D., & Yani, A. (2016). Studi Kemampuan Menyelesaika Soal-Soal Fisika Menurut Langkah Pemecahan Masalah Polya Pada Peserta Didik XI IPA SMA Negeri 1 Baraka Kabupaten Enrekang. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, *12*(2), 183–191.

Widiyatun, F., Sumarni, R. A., & Okyranida, I. Y. (2021). GUI Matlab Untuk Pembuatan Kalkultator Fisika Gerak Media Belajar Mahasiswa Teknik Informatika. *Sinasis*, *2*(1), 435–442.

Yosua, R., Fauzan, A., & Dwi, A. (2019). Aplikasi KALFIS (Kalkulator Fisika) Berbasis Matlab Untuk Membantu. *Navigation Physics JournalofPhYsIcsEducatIoN*, *1*(2).

IMPLEMENTASI ETL DAN PENGOLAHAN DATA PELAPORAN BASEL-III OJK DI BANK UMUM

Muhammad Firdaus[1], Shedriko[2]

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Nangka No 58C, Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12530
[1]dasurichi@gmail.com, [2]shedriko.com

ABSTRAK

Perkembangan transformasi digital perbankan yang begitu pesat memungkinkan integrasi pelaporan dalam satu layanan terpadu dalam satu sistem informasi terpusat. Pelaporan BASEL-III OJK (Otoritas Jasa Keuangan) menjadikan setiap metadata di setiap LOB *(Line of Business)* di simpan dalam datamart pusat yang nantinya bisa di transformasikan ke dalam bentuk standar pelaporan OJK. Namun dalam pelaksanaannya seringkali mengalami kesulitan dikarenakan keberagaman sumber lokasi data yang menjadi referensi, serta kurang pahamnya pihak manejemen perbankan dalam mengelola data dengan baik. Oleh karena itu diperlukan solusi implementasi ETL *(Extract-Transform-Load)* dan pengelolaan data yang baik khususnya untuk pelaporan ini, dengan mengambil contoh salah satu pelaporan BASEL-III yang menjadi studi kasus untuk penelitian ini. Dalam hal ini, metode R&D *(Research and Development)* menurut kami masih tepat digunakan untuk penelitian ini, serta diharapkan solusi implementasi ini bisa memberikan pandangan dan perspektif teknikal yang lebih baik lagi dalam mengelola data pelaporan di masa yang akan datang.
Kata Kunci: Pelaporan, Basel III, OJK, ETL

ABSTRACT

The rapid development of banking digital transformation allows the integration of reporting into one integrated service in one centralized information system. OJK (Financial Services Authority) BASEL-III reporting means that every metadata in each LOB (Line of Business) is stored in a central DataMart which can later be transformed into standard OJK reporting form. However, implementation often experiences difficulties due to the diversity of data sources used as references, as well as banking management's lack of understanding in managing data properly. Therefore, a solution for implementing ETL (Extract-Transform-Load) and good of data-processing is needed, especially for this reporting, taking one of the BASEL-III reports as an example case study for this research. In this case, in our opinion, the R&D (Research and Development) method is still appropriate to use for this research, and it is hoped that this implementation solution can provide a better technical view and perspective in managing reporting data in the future.
Key Word: *Reporting, Basel-III, OJK, ETL*

PENDAHULUAN

Semenjak pandemi COVID-19 mereda, dan pemerintah telah mencanangkan kondisi New Normal hingga saat ini, membuat masyarakat di seluruh dunia bergerak segera untuk memulihkan perekonomian yang sebelumnya telah terpuruk. Dunia perbankan pun juga ikut merasakan dampak perubahan yang terjadi, dimana arus transaksi yang sebelumnya stagnan bahkan menurun akibat buruknya perekonomian, dan sekarang mulai lambat laun pulih dan kembali normal. Bank secara umum melaporkan kegiatan transaksinya tersebut ke badan otoritas regulasi terkait, salah satunya ke badan regulasi OJK (Otoritas Jasa Keuangan) yang mana bertanggung jawab dalam mengatur dan mengawasi kegiatan jasa keuangan di sektor Perbankan, sektor Pasar Modal, dan sektor IKNB. OJK selaku regulator perbankan perlu mengawal transformasi digital yang dilakukan perbankan sekaligus mengarahkan dan memfasilitasi percepatan transformasi digital yang dilakukan oleh perbankan untuk mencapai tujuan tersebut. Badan regulasi ini juga memiliki wewenang dalam menentukan kerangka kerja, pedoman dan strategi sebagai landasan dalam membuat kebijakan yang selaras dan berakselerasi secara berkelanjutan (Tim Penulis OJK, 2021).

Indonesia sebagai salah satu dari anggota G20 *(Group of Twenty)*, serta forum-forum lainnya telah memberikan komitmennya untuk dapat mengadopsi berbagai rekomendasi yang dihasilkan dari forum-forum tersebut, salah satunya adalah Pelaporan Basel-III. Pelaporan ini dikembangkan dengan bertujuan untuk menangani semakin rumitnya konsep bisnis

bank dan resiko yang menyertainya. Tujuan pembentukan Basel-III dimaksudkan untuk memperkuat peraturan, pengawasan, dan manajemen resiko yang terukur dan komprehensif di setiap sektor perbankan.(Tim Penulis OJK, 2021) Indonesia sebagai anggota G20 diharapkan dapat mengakomodir isu yang terjadi sebagai berikut: 1. Penangan krisis keuangan global, 2. Kebijakan pajak, 3. Kontribusi dalam penangan COVID-19, serta isu-isu lainnya, serta isu lainnya yang menyangkut: perdagangan, iklim dan pembangunan.

Pelaporan Basel-III adalah bentuk komitmen pihak perbankan dengan OJK yang perlu digaris-bawahi. Mengingat semakin rumitnya konsep bisnis bank dan resiko yang dihadapi, serta ditambah dengan dampak terjadinya krisis tahun 2007, menyebabkan BCBS *(Basel Committee on Banking Supervision)* membuat kebijakan mengenai permodalan (Basel-III).(Bonnario, 2020) Salah satu studi kasus yang pernah kami tangani disini tim peneliti mengerjakan proyek pelaporan IRRBB (Interest Rate Risk in The Banking Book) dan LCR-NSFR *(Liquidity Coverage Ratio – Net Stable Funding Ratio).* Namun dalam hal ini kami tidak menjelaskan secara detail bagaimana dan seperti apa proses bisnis yang dilakukan perbankan dalam memenuhi permintaan OJK sebagai kewajiban yang dipenuhi oleh sebuah institusi keuangan. Di proyek tersebut, ada pihak developer aplikasi yang membuat Sistem Informasi terpadu yang dapat menghasilkan output pelaporan yang dibutuhkan oleh OJK dan kami disini sebagai konsultan IT dan praktisi implementator ETL yang mana membantu vendor aplikasi dalam mendukung pembentukan metadata pelaporan yang diperlukan. Salah satu perangkat lunak yang digunakan dalam membangun dan merancang ETL yaitu Microsoft SSIS (SQL *Server Integration Services),* dengan dibantu piranti lunak Microsoft Visual Studio.

Pada pelaksanaanya ETL masih merupakan solusi pemuatan data transformasi tradisional yang paling tepat dalam menangani permasalahan desentralisasi data yang terjadi di perbankan secara umum (Firdaus & Shedriko, 2022). Hal ini juga di dukung dengan modal kepercayaan pihak manajemen selama kurun 5 tahun kebelakang dengan *track record* kami dalam menangani dengan cepat setiap permasalahan proses *extract* dan transformasi pada data. Walaupun memang sudah banyak juga solusi yang kami tawarkan dengan media dan produk yang lain dan lebih dewasa dalam pengolahan data, misalnya dengan menggunakan Teknik Data Virtualisasi. Dimana disetiap proses-nya tidak diperlukan data *storage* yang besar dalam menyimpan data hasil transformasi.(Firdaus & Shedriko, 2022) Namum, sekali lagi hal ini menjadi keputusan manajemen dalam melihat resiko dan peluang yang tepat di setiap lini kebutuhan akan digitalisasi perbankan. Dengan dipergunakannya teknologi ETL *(Extract-Transform-Load)* menghadirkan sebuah pendekatan yang lebih dewasa dalam mengintegrasikan setiap kebutuhan data untuk proses pelaporan ini. Dengan teknologi ini nantinya data hasil transformasi disimpan ke dalam basis data di Area Staging, sehingga dengan mudah dapat di manipulasi, di modifikasi, serta ditambahkan sesuai dengan kebutuhan *user*, sebelum berikutnya diproses Kembali ke dalam basis data Datamart, sehingga bisa dikonsumsi oleh aplikasi lainnya.(Firdaus & Shedriko, 2022).

Beberapa penyelesaian dalam proses pemetaan data memang bisa dilakukan dengan menggunakan *state space problem*, yaitu dengan membuat formulasi umum solusi dengan melihat akar permasalahan yang akan terjadi, sehingga bisa ditentukan *Next State* dan *Final State*-nya. Metode ini menggambarkan sebuah proses dengan tujuan mendokumentasikan setiap proses ETL (Dharayani et al., 2015). Namun pada kenyataannya proses pemetaan data membutuhkan waktu dan tidak sedikit waktu yang diperlukan untuk mendokumentasikan setiap perubahan yang terjadi akibat dari perubahan dasar kebutuhan berdasarkan keputusan manajemen di perbankan. Bukan berarti hal ini tidak bisa digunakan, namun hal ini diperlukan proses pemetaan data yang lebih dewasa, sehingga setiap perubahan yang terjadi bisa lebih cepat tercatat dan terdokumentasikan.

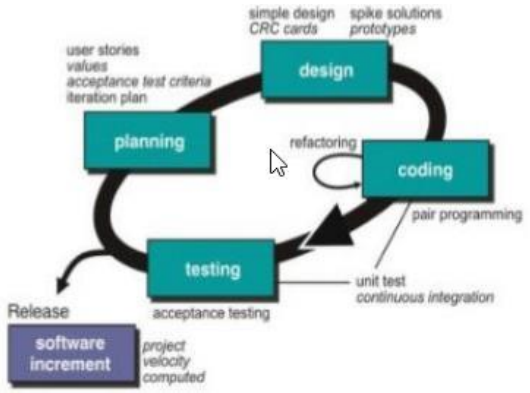
METODE PENELITIAN

Selama dalam pelaksanaan kami memerlukan langkah-langkah pengembangan solusi yang lebih dewasa dan dapat di handalkan, sehingga bisa menjawab tantangan permasalah yang terjadi maupun yang belum

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

terjadi di masa yang akan dating. Maka dengan itu menurut hemat kami penggunaan Model SDLC (System Development Life Cycle) *Extreme Programming* memberikan efek *domino* yang lebih cepat dalam mengakomodir perubahan tersebut. Model ini sebagai bagian dari metode penelitian *Research & Development*, yang dapat menjelaskan desain rancangan kegiatan, pengujian sampai pemeliharaan solusi (Gustiani, 2019).

Dalam pengembangannya, pendekatan model ini berbasiskan obyek, sehingga bisa maksimal dalam memanfaatkan sumber daya yang dimiliki oleh pihak pengembang / *Developer*. Model SDLC ini bertumpu pada 4 tahap, yaitu: 1. Perencanaan, 2. Perancangan, 3. Pengembangan, 4. Pengujian, serta terakhir 5. Implementasi dan Pemeliharaan (lihat siklus pengembangan solusi dibawah ini.)(Supriyatna, 2018).



Gambar 1. Skema XP Practices
Sumber:(Supriyatna, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

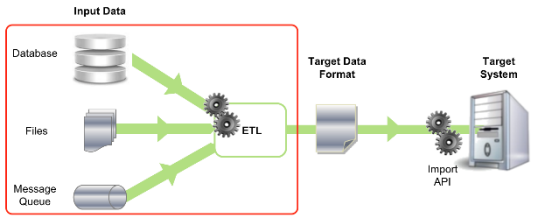
Dalam pelaksanaannya dapat terlihat di Langkah-langkah SDLC berikut ini:

Tahap Perencanaan

Pada tahapan ini kami sebagai pelaksana tim proyek menerima undangan dari pihak manajemen perusahaan sebagai user dengan didampingi oleh pihak *principle* pengembang aplikasi untuk duduk bersama membahas kebutuhan pengguna dengan latar belakang permasalahan yang dihadapi, beserta ruang lingkup pelaksanaannya. Setelah itu pihak user mengirimkan dokumen RFP *(Request for Proposal)* agar dapat dipelajari dan memberikan respon balik atas kesanggupan dari pihak pengembang berdasarkan kebutuhan user tersebut. Setelah dinyatakan sebagai pemenang tender proyek, pihak *principle* pengembang aplikasi menetapkan pembagian tugas kepada pihak rekanan (dalam hal ini kami sebagai pelaksana) untuk dapat menyanggupi pengembangan solusi ETL sebagai pengolahan data dan transformasinya dari area Datalake sampai ke Data Mart. Sebelum berbagai pihak menjalankan tugasnya mereka harus merujuk pada Dokumen Kebutuhan *(Requirement Document).* Sebagai *guideline* mereka dalam mengembangkan solusi yang dibutuhkan oleh user untuk pelaporan Basel-III OJK.

Tahap Perancangan

Setelah selesai pembagian tugas dengan pihak *principle*, kami bersama-sama mendiskusikan dengan pihak *user* dalam menganalisa dan merancang kebutuhan data yang nantinya diperlukan dalam pelaporan Basel-III OJK. Hasil Analisa tersebut dituangkan kedalam bentuk *data mapping* yang nanti di konversikan kedalam bentuk perancangan dan logika query di DBMS *(Database Manajeme System)* maupun desain palet di visual studio hingga akhirnya di kombinasikan dan dipadukan kedalam format *Package Deployment Model*. Pada model ini merupakan model yang paling tepat untuk dapat mengakomodir perubahan di setiap desain job SSIS yang disematkan kedalam *package*, sehingga apabila ada perubahan tidak perlu di-*compile* keseluruhan SSIS *package* yang sebelumnya telah dibuat.(Microsoft Team, 2023) Dari hasil diskusi didapat informasi mengenai data sumber yang bisa dijadikan rujukan, yaitu data yang diambil dari DB Datalake *(Core Banking)*, dan data yang di input manual setiap harinya oleh *user* dengan menggunakan media SFTP *(Secure File Transfer Protocol)*



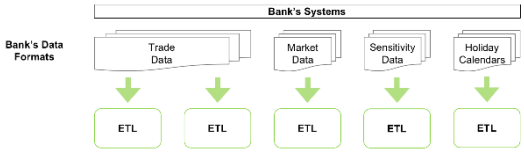
Gambar 2. Skema input data
Sumber: Penulis

Tahap Pengembangan

Dari gambar 2 diatas, tim pengembang ETL bertugas untuk mengolah data yang sudah diturunkan ke dalam DB Staging secara

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

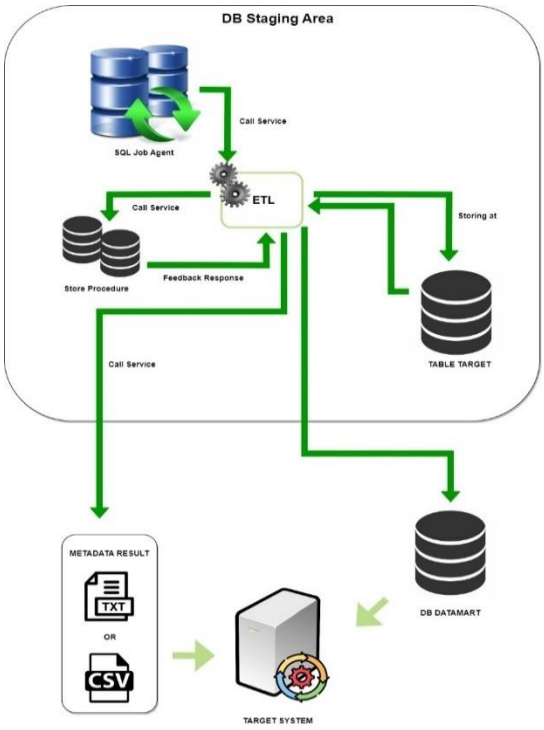
terjadwal setiap harinya. Mengekstrak data tersebut dan memetakannya menjadi beberapa bagian sesuai dengan kebutuhan dan disortir dan di tranformasikan kedalam bentuk metadata (lihat gambar 3). Untuk kebutuhan laporan regulasi OJK tidak diambil keseluruhan nasabah, hingga detail transaksinya. Namun disesuaikan dengan aturan dan prosedur pelaporan Basel-III. Didalam pelaporan ini tim pengembang dan user harus memetakan data laporan sesuai dengan *guideline* yang telah diberikan oleh OJK kepada pihak Bank sebagai user. Namun dalam hal ini kami tidak membahas mengenai panduan pelaporan Basel-III, tetapi lebih spesifik kepada pengembangan di sisi pengelolaan datanya.



Gambar 3. Format data bank umum
Sumber: penulis

Dalam proses pengembangannya hasil logika query yang telah dibuat tidak disematkan kedalam SSIS *job package*, tetapi disimpan kedalam SP *(Store Procedure)*, dan setiap package nantinya dipanggil melalui fitur SQL Job Agent yang tersedia di SQL Server secara terjadwal setiap harinya (menyesuaikan dengan jadwal mulai dibukanya transaksi perbankan). Kemudian hasil dari proses ETL tersebut ada yang di ekspor kedalam format *flat file* (txt atau csv) dan ada juga yang disimpan terlebih dahulu kedalam table target di area DB Staging, sebelum di teruskan ke dalam DB *Data Mart*. Dimana semua metadata hasil tersebut dikonsumsi oleh target system melalui API *(Application Program Interface)* yang di control dan dikelola oleh *Command Center System* aplikasi (lihat gambar 4). Metadata yang dihasilkan berupa hasil transformasi data-data yang diambil dari berbagai sumber yang berbeda dan disesuaikan dengan panduan pelaporan Basel-III OJK. Pada pelaporan ini waktu proses eksekusi *job package* diatur berdasarkan kebijakan pelaporan disetiap jenis implementasi Basel-III.

Sebagai contoh pelaporan IRRBB *(Interest Rate Risk in The Banking Book)* dijalankan setiap awal bulan pada tanggal pertama di bulan selanjutnya. Begitu juga sama hal-nya dengan pelaporan dan LCR-NSFR *(Liquidity Coverage Ratio – Net Stable Funding Ratio)*, dimana pelaporan ini dijalankan secara terjadwal melalui SQL Agent pada tanggal dan bulan yang sama, sebelum akhirnya dikonsolidasi kedalam kertas kerja masing-masing pelaporan dan dikirim ke OJK pada tanggal 15 setelah akhir bulan laporan.



Gambar 4. Detail proses etl
Sumber: penulis

Tahap Pengujian

Di tahapan ini semua konfigurasi, enkripsi *password* dan koneksi ke DB *Staging* dan DB Datamart yang sebelumnya telah disimpan kedalam file konfig, kemudian SSIS *package* modul, koding script SP *(Store Procedure)*, serta pembuatan dan konfigurasi DB *(Database)* disimpan dalam satu file terkompresi. Nantinya file tersebut diserahkan kepada pihak tim Teknis user agar dapat diimplementasikan kedalam *environment* server SIT *(Sistem Integration Test)* dan UAT *(User Acceptance Test)*. Pada pengujian SIT, proses *end-to-end* dilakukan oleh tim penguji dari internal tim dengan komposisi 50% principle pengembang aplikasi dan 50% pengembang solusi ETL dan pengolahan data, sedangkan pengujian UAT, dilakukan langsung oleh user dari tim manajemen bisnis yang bertindak langsung dalam pemenuhan kebutuhan pelaporan Basel III-OJK. Selama

solution testing di *environment* UAT, user biasanya didampingi oleh tim penguji internal yang diwakili oleh BA *(Business Advisor)* beserta *developer*. Apabila ada temuan berupa: *bugs, hole,* atau *misconception* pada solusi, penguji akan mendokumentasikannya kedalam dokumen hasil pengujian. Seketika tim pengembang menganalisa hasil temuan dari user. Jika diperlukan perubahan pada solusi, maka segera diperbaiki oleh tim pengembang, kemudian diujikan kembali mulai dari unit test / SIT sampai dengan UAT. Proses ini akan terus berulang sampai dinyatakan "*Closed*" atas temuan tersebut.

Setelah pengujian dianggap telah selesai di semua *environment test*. Tim pengembang melalui BA akan mempersiapkan ringkasan hasil pengujian, berikut dengan dokumentasi lainnya, seperti: *object solution*, FSD *(Functional Specification Document)*, serta documen rencana implementasi, yang mana disetiap dokumen tersebut harus di tanda-tangani oleh masing-masing dari kedua belah pihak antar lain dari tim pengembang dan *user*.

Tahap Implementasi dan Pemeliharaan

Setelah *object solution* dan dokumentasi selesai dipersiapkan dan lengkap di tanda-tangani, maka melalui tim Teknis user mempersiapkan *environment server Production* (Produksi), agar *object solution* dapat di implementasikan dan diterapkan di *environment* tersebut. Sebelum itu, biasanya pihak user harus melewati tahapan rapat CCB *(Change Control Board)*, dimana tahapan ini tiap LoB *(Line of Business)* mengajukan permohonan dan persetujuan terhadap proyek solusi yang mereka emban kepada pihak *Board of Management*. Ketika disetujui dan *object solution* siap di implementasikan, maka pelaksanaan ini bisa dilanjutkan dengan di damping oleh tim pengembang dari *principle* dan ETL / *Data Management.*

Selesai *object solution* di implementasikan, setelah itu user bisnis melakukan pengujian terakhir atau disebut PVT *(Performance Verification Test)* dengan menguji pada aspek kelayakan dan kesiapan solusi dalam menerima dan memproses data riil transaksi nasabah yang telah berjalan setiap harinya. Usai pengujian selesai, kemudian user menyatakan kepada pihak-pihak yang terkait termasuk *Board of Management*, bahwa proyek tersebut telah berstatus *"Go-Live"*. Namun tidak berakhir begitu saja, tim pengembang juga memberikan pendampinganya berupa PM (*Preventive Maintenance)* dan AM *(Avoidance Maintenance)* dengan jadwal yang telah disepakati oleh user dan tim pengembang.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan diatas diambil kesimpulan bahwa dalam mengatasi problematika pada pengelolaan data harus di hadapi dan diselesaikan terlebih dahulu dengan pengumpulan informasi yang tepat dan akurat dalam bentuk diskusi, rapat, atau *interview* langsung dengan pihak *user* untuk mendapatkan secara valid / absah data yang seperti apa diperlukan agar dapat di proses dan di transformasikan ke dalam bentuk metadata pelaporan Basel-III OJK. Hal ini memang tidak mudah dilakukan, tapi dengan pendekatan *persuasive* dan *intense* bisa mencapai titik terang akan solusi permasalahan pada data tersebut. Untuk solusi ETL yang kami kembangkan, tentu kami mengadopsi Teknik yang sudah menjadi *best practice* di lapangan dengan menghindari terjadinya *unprediction modification* pada *object* desain di SSIS *job package*. InsyaAllah kedepannya akan ada pengembangan ETL dan pengolahan data yang lebih baik lagi dengan pendekatan teknik yang lebih dewasa dengan mengedepankan pada efektifitas dan efesiensi dalam pelaksanaanya tanpa mengurangi kebutuhan dari user, serta kinerja keseluruhan solusi yang telah dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

Dharayani, R., Ayu Laksitowening, K., & Putri Yanuarfiani, A. (2015). *Implementasi ETL (Extract, Transform, Load) Pangkalan Data Perguruan Tinggi Dengan Menggunakan State-Space Problem*.

Firdaus, M., & Shedriko. (2022). *Transformasi Dan Pengolahan Data Pelaporan Bank Umum Menggunakan Teknik Data Virtualisasi*.

Firdaus, M., & Shedriko. (2022). *Membangun Integrasi Data Staging Dan Data Mart Pada Perusahaan XYZ*.

Gustiani, S. (2019). Research And Development (R&D) Method As A Model Design In Educational Research

And Its Alternatives. *Holistics Journal*, *11*(2), 12–22. Https://Jurnal.Polsri.Ac.Id/Index.Php/Holistic/Article/View/1849

Bonnario, M. (2020). *Dampak Implementasi Basel III Terhadap Permodalan Pada Bank Di Indonesia (Studi Kasus Pada PT Bank Negara Indonesia (Persero) TBK)*.

Microsoft Team. (2023, January 3). *Deploy Integration Services (SSIS) Projects And Packages*. Www.Microsoft.Com.

Supriyatna, A. (2018). Metode Extreme Programming Pada Pembangunan Web Aplikasi Seleksi Peserta Pelatihan Kerja. *Jurnal Teknik Informatika*, *11*(1), 1–18. Https://Doi.Org/10.15408/Jti.V11i1.6628

Tim Penulis OJK. (2021). *Cetak Biru Transformasi Digital Perbankan*.

KOMBINASI AUTOKEY CIPHER DAN TRANSPOSISI KOLOM DALAM MODEL SUPER ENKRIPSI

L. Budi Handoko[1], Chaerul Umam[2]

Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol No. 207, Semarang, Indonesia
[1]handoko@dsn.dinus.ac.id, [2]chaerul@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Kriptografi modern dibangun berdasarkan banyak konsep yang diperkenalkan dalam kriptografi klasik. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas penggunaan metode Autokey Cipher dan Transformasi Kolom dalam melindungi keamanan data sensitive. Tranposisi kolom merupakan jenis trabnsposisi cipher yang mudah dan sederhana. Dengan menerapkan metode enkripsi Autokey Cipher menggunakan kunci 'FIKUNGGUL' dan transformasi kolom dengan kunci 'JAYA', teks asli 'UDINUSSMG' berhasil diubah menjadi teks sandi yang kompleks dan sulit diprediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kedua teknik kriptografi ini secara signifikan meningkatkan tingkat keamanan data terhadap serangan brute force dan akses tidak sah. Proses enkripsi dan dekripsi yang kompleks dari kedua metode kriptografi tersebut berhasil mencegah penyerang untuk dengan mudah mendapatkan akses ke informasi yang dilindungi, serta memberikan lapisan keamanan tambahan yang efektif.
Kata Kunci: *Data Security, Autokey,* Transformasi Kolom, *Data Hiding*

ABSTRACT

Modern cryptography is built on many of the concepts introduced in classical cryptography. This research evaluates the effectiveness of using the Autokey Cipher and Column Transformation methods in protecting the security of sensitive data. Column transposition is an easy and simple type of cipher transposition. By applying the Autokey Cipher encryption method using the 'FIKUUNGGUL' key and column transformation with the 'JAYA' key, the original text 'UDINUSSMG' was successfully converted into a complex and difficult to predict cipher text. The research results show that the use of these two cryptographic techniques significantly increases the level of data security against brute force attacks and unauthorized access. The complex encryption and decryption processes of both cryptographic methods successfully prevent attackers from easily gaining access to protected information, as well as providing an effective additional layer of security.
Key Word: *Data Security, Autokey, Column Transform, Data Hiding*

PENDAHULUAN

Keamanan data dalam kriptografi adalah praktik dan studi tentang teknik-teknik yang digunakan untuk melindungi informasi dari akses yang tidak sah atau modifikasi, serta untuk memastikan kebenaran dan otentikasi data yang ditransmisikan (Ali et al., 2023; Wazid et al., 2022). Ini melibatkan penggunaan algoritma matematika, protokol keamanan, dan strategi lainnya untuk mengenkripsi data sehingga hanya pihak yang dituju yang dapat mengakses informasi yang dikirim (Lone et al., 2022). Tujuan utama dari kriptografi adalah untuk menjaga kerahasiaan, integritas, otentikasi, dan non-repudiasi data selama penyimpanan, pengiriman, dan pengolahan.

Sebuah isu di mana penyerang menggunakan metode brute force, keunggulan dari sistem super enkripsi yang melibatkan dua tahap enkripsi menjadi sangat signifikan. Dengan kemampuan untuk mengenkripsi data secara berulang menggunakan metode seperti *Autokey Cipher* dan Transposisi Kolom, sistem super enkripsi ini memperumit proses dekripsi bagi peretas dengan meningkatkan kompleksitas algoritma yang harus mereka pecahkan. Dengan melakukan dua tahap enkripsi, peretas tidak hanya dihadapkan pada tantangan untuk menemukan kunci yang tepat untuk satu metode, tetapi juga untuk mengidentifikasi urutan langkah enkripsi yang tepat. Hal ini menyulitkan upaya peretasan dengan brute force, karena waktu dan sumber daya yang diperlukan untuk menguji setiap kombinasi kunci secara signifikan meningkat. Dengan demikian, sistem super enkripsi ini memberikan perlindungan tambahan terhadap serangan brute force yang bertujuan untuk merusak keamanan data sensitif, mencegah penyerang untuk dengan mudah mendapatkan akses ke

informasi yang dilindungi (Jan et al., 2022; Lone et al., 2022).

Untuk mengatasi isu tersebut, salah satu penerapan keamanan data yaitu menerapkan model super enkripsi yang menggabungkan *Autokey Cipher* dan Transposisi Kolom. Dengan memanfaatkan *Autokey Cipher* yang menggunakan kunci rahasia yang terus berkembang seiring dengan teks terenkripsi, informasi rahasia dapat dijaga dengan ketat dari ancaman pihak yang tidak berwenang (Umam et al., 2022). Sementara itu, teknik Transposisi Kolom memungkinkan penataan ulang karakter-karakter dalam teks asli dengan menggunakan pola tertentu, menghasilkan hasil akhir yang sulit ditafsirkan tanpa pengetahuan tentang susunan yang benar. Gabungan kedua algoritma ini memberikan lapisan keamanan yang kuat, meminimalkan risiko kebocoran informasi sensitif serta upaya peretasan yang berpotensi merusak integritas data (Elkandoz & Alexan, 2022; Taha et al., 2019).

METODE PENELITIAN

Autokey Cipher

Autokey, seperti yang dijelaskan dalam Soni et al. (2022), adalah stream cipher yang tidak sinkron. Nama sandi menjelaskan fungsinya. Basis, atau kunci dasar K′, dicocokkan seluruhnya dengan semua huruf teks biasa P untuk dienkripsi dengan menambahkan teks biasa itu sendiri ke akhir K′. Rangkaian K'+P akan dikenal di seluruh tulisan ini sebagai K, kunci lengkapnya.

Enkripsi diselesaikan dengan menggeser semua karakter teks biasa ke depan sebanyak karakter yang cocok dengannya di K. Karena setiap karakter di P harus digeser oleh setiap karakter di K, karakter tambahan dalam kunci yang baru dibuat melebihi panjang P terpotong dan tidak digunakan. Hal ini menandakan bahwa panjang P adalah panjang batas atas untuk setiap K′ yang digunakan dalam enkripsi atau dekripsi.

Transposisi Kolom

Cipher transposisi mengubah posisi karakter dalam teks biasa alih-alih mengubahnya secara langsung. Teks biasa dililitkan di sekitar kunci setelah diisi. Kemudian huruf-huruf kunci tersebut diurutkan beserta kolom-kolom *plaintext*-nya. *Ciphertext* pada dasarnya diperoleh dengan membaca karakter sepanjang baris.

Pertama, kunci transposisi harus dipilih, dan harus diketahui oleh pihak pengirim yang harus mengenkripsi pesan dan pihak penerima yang harus mendekripsinya. Kunci transposisi terdiri dari serangkaian angka, yang menentukan bagaimana kolom teks biasa harus diubah urutan atau permutasinya. Kunci ini dapat diturunkan dari sebuah kata kunci (biasanya untuk kunci yang pendek) atau untuk kunci yang lebih panjang, dari frase kunci, karena kunci tersebut lebih mudah dihafal dibandingkan kunci numerik. Jika kata kunci (atau frase kunci) digunakan, kunci numerik yang setara diekstraksi dengan menetapkan setiap huruf dari kata kunci nilai numerik yang mencerminkan posisi relatif huruf dalam alfabet “A-to-Z”.

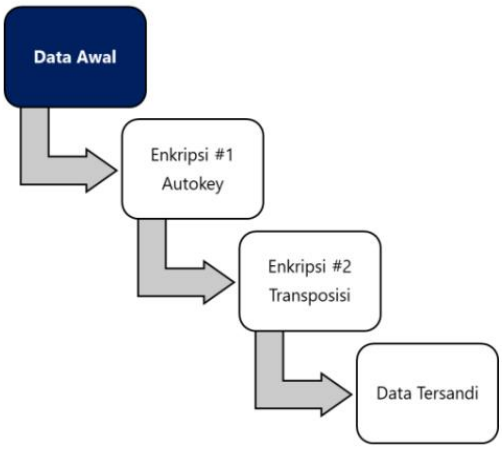
Untuk mengenkripsi teks biasa, pertama-tama kita salin teks biasa tersebut, baris demi baris, ke dalam persegi panjang. Lebar persegi panjang sama dengan panjang kuncinya. Di atas persegi panjang, kami menuliskan kata kunci, dan di atas kata kunci, kami menuliskan kunci numerik yang setara. Perhatikan bahwa baris terakhir persegi panjang tidak lengkap, dan oleh karena itu tiga kolom pertama persegi panjang transposisi, sebelum transposisi, lebih panjang (satu baris) dibandingkan empat kolom lainnya. Kasus ini disebut sebagai persegi panjang transposisi tidak lengkap atau transposisi kolom tidak beraturan (ICT). Kasus dimana semua kolom memiliki panjang yang sama dan semua baris lengkap disebut sebagai transposisi kolom lengkap (CCT).

Skema Penelitian

Dalam metode penelitian, tahap awal dilakukan dengan tahap enkripsi. Tahap enkripsi memadukan *Autokey Cipher*, selanjutnya diikuti oleh tahap Transposisi Kolom, diperoleh hasil enkripsi yang dapat diandalkan untuk mengamankan data. Dengan menerapkan *Autokey Cipher* terlebih dahulu, teks asli diubah secara dinamis menggunakan kunci yang terus berkembang, menambah tingkat keamanan dan kompleksitas enkripsi secara keseluruhan (Soni et al., 2022). Tahap berikutnya, yaitu Transposisi Kolom, memanfaatkan pola tertentu untuk mengacak urutan karakter dalam teks terenkripsi, menciptakan lapisan keamanan tambahan

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

yang sulit dipecahkan tanpa pengetahuan tentang susunan yang benar.

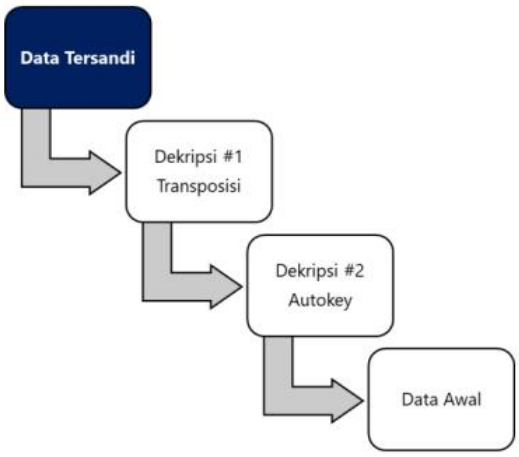


Gambar 1. Tahap enkripsi

Berdasarkan Algoritma Autokey, untuk persamaan dari Algoritma tersebut dapat dilihat pada persamaan dibawah ini:

$$C(i) = (p(i) + k(i)) \bmod m \qquad (1)$$

Tahap kedua dari penelitian ini yaitu dekripsi (kebalikan dari model enkripsi) dimana bertujuan untuk mengembalikan kedalam betuk teks semula. Tahpan ini dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 2. Tahap dekripsi

Langkah pertama melibatkan pengurutan ulang karakter-karakter berdasarkan pola tertentu yang diketahui oleh pihak yang berwenang, memungkinkan rekonstruksi urutan yang tepat dari data yang teracak. Setelah itu, Autokey Cipher digunakan dengan kunci yang sesuai untuk memulihkan teks asli dari hasil transposisi kolom (Budi Handoko, 2022). Dengan pendekatan ini, data dapat dipulihkan ke bentuk semula, memastikan aksesibilitas dan keaslian data yang terlindungi sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tahapan pada Gambar 1. Sebelum melakukan tahap enkripsi, dilakukan inisialisasi teks awal ‘UDINUSSMG’ dengan kunci autokey ‘FIKUNGGUL’, dan kunci transformasi kolom ‘JAYA’. Tahap awal dilakukan metode enkripsi *autokey*, *autokey* adalah sebuah teknik kriptografi di mana setiap karakter dari teks plainteks ditambahkan dengan karakter dari kunci yang bersesuaian (Purba et al., 2019). Proses ini menghasilkan teks sandi yang unik dan lebih sulit diprediksi. Setiap karakter dienkripsi secara berurutan dengan memperhitungkan karakter dari kunci yang terus bergeser sejalan dengan panjang teks asli (Aung & Hla, 2019). Langkah *auto key* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Enkripsi autokey

Plain Text	Key	Chiper Text
U	F	W
D	I	N
I	K	Q
N	U	B
U	N	G
S	G	Y
S	G	Y
M	U	S
G	L	P

Tabel 2. Enkripsi transformasi kolom

J	**A**	**Y**	**A**
3	**1**	**4**	**2**
W	N	Q	B
G	Y	Y	S
P			

Berdasarkan Tabel 1. Tahap berikutnya dari proses enkripsi melibatkan transformasi kolom dari teks sandi yang dihasilkan sebelumnya. Dalam upaya ini, setiap karakter dalam teks sandi "WNQBGYYSP" diatur ulang berdasarkan susunan kolom yang telah ditentukan, menciptakan susunan baru yang sulit dipahami tanpa pengetahuan tentang pola transposisi yang benar.

Dengan menerapkan transformasi kolom menggunakan kunci ‘JAYA’ pada teks sandi ‘WNQBGYYSP’, didapatkan hasil baru dalam bentuk ciphertext ‘**NYBSWGPQY**’.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Melalui langkah transformasi kolom ini, karakter-karakter dalam teks sandi berhasil diatur ulang sesuai dengan pola yang ditetapkan oleh kunci, menciptakan susunan baru yang sulit dipahami tanpa pengetahuan tentang aturan transformasi yang benar. Tahap akhir dilakukan dekrip dari ciphertext 'NYBSWGPQY' menuju ke plain text yaitu 'UDINUSSMG'.

Tabel 3. Dekrip transformasi kolom

J	A	Y	A
3	**1**	**4**	**2**
W	N	Q	B
G	Y	Y	S
P			

Tabel 3 merupakan tahap awal dari dekrip (Transformasi Kolom), langkah dekrip pada algoritma transformasi kolom diambil dari kiri ke kanan dari susunan warna berikut:

Tabel 4. Tranformasi sesuai urutan kolom

W	N	Q	B
G	Y	Y	S
P			

Pengambilan text dekrip berbasis transformasi kolom, diambil dari kuning kiri ke kanan, hijau kiri ke kanan, dan biru seperti pada Tabel 4. Sehingga didapatkan hasil dekrip yang pertama yaitu **'WNQBGYYSP'.** Setelah itu dilakukan dekrip dengan algoritma awal yaitu autokey. Dengan key 'FIKUNGGUL' didapatkan hasil plain text awal yaitu '**UDINUSSMG'.**

Luaran dari penelitian ini yaitu jurnal Sinta 2, pada pembahsan jurnal Sinta 2 mendatang dilakukan evaluasi berbasis *Avalanche Effe*ct (AE) dengan mempertimbangkan input key yang serupa. Avalanche Effect merupakan ukuran yang penting dalam kriptografi yang mengevaluasi sejauh mana perubahan kecil pada input dapat menyebabkan perubahan signifikan pada output enkripsi. Dengan menggunakan key yang serupa dalam evaluasi ini, peneliti dapat mengukur sejauh mana kecilnya perbedaan pada key yang menghasilkan perubahan besar pada teks sandi, menunjukkan tingkat keamanan dan kompleksitas algoritma yang digunakan.
Melalui evaluasi ini, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kekuatan enkripsi yang dicapai oleh kombinasi Autokey Cipher dan Transposisi Kolom, serta memastikan bahwa sistem enkripsi yang dikembangkan dapat memenuhi standar keamanan yang diperlukan dalam melindungi data sensitif dari ancaman peretasan dan akses yang tidak sah.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan langkah-langkah enkripsi dan dekripsi yang telah dilakukan menggunakan metode Autokey Cipher dan Transformasi Kolom, dapat disimpulkan bahwa kedua teknik kriptografi tersebut secara efektif memberikan lapisan keamanan yang tinggi terhadap data sensitif. Melalui proses Autokey Cipher, teks asli berhasil diubah menjadi teks sandi yang kompleks dan sulit diprediksi, sementara proses Transformasi Kolom berhasil mengacak urutan karakter teks sandi, menambahkan tingkat keamanan yang lebih tinggi. Penggunaan kunci yang berbeda, yaitu 'FIKUNGGUL' untuk enkripsi dan 'JAYA' untuk transformasi kolom, telah membuktikan keefektifannya dalam menjaga keamanan data dari akses yang tidak sah.

Dalam rangka meningkatkan keamanan sistem, disarankan untuk memperhatikan faktor keamanan tambahan, seperti rotasi kunci yang lebih kompleks dan penggunaan algoritma enkripsi yang lebih canggih. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan penggunaan metode kriptografi yang diverifikasi dan diuji secara luas oleh komunitas keamanan cyber.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada LPPM Universitas Dian Nuswantoro atas Hibah Penelitian Dasar Perguruan Tinggi (PDPT 2023) bidang kajian kriptografi.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, A., Al-rimy, B. A. S., Alsubaei, F. S., Almazroi, A. A., & Almazroi, A. A. (2023). HealthLock: Blockchain-Based Privacy Preservation Using Homomorphic Encryption in Internet of Things Healthcare Applications. *Sensors*, *23*(15). https://doi.org/10.3390/s23156762

Aung, T. M., & Hla, N. N. (2019). A Complex Polyalphabetic Cipher Technique Myanmar Polyalphabetic Cipher. *2019 International Conference on Computer Communication and Informatics*

(ICCCI), 1–9. https://doi.org/10.1109/ICCCI.2019.8821797

Budi Handoko, L. (2022). *SEKURITI TEKS MENGGUNAKAN VIGENERE CIPHER DAN HILL CIPHER* (Vol. 19, Issue 1).

Elkandoz, M. T., & Alexan, W. (2022). Image encryption based on a combination of multiple chaotic maps. *Multimedia Tools and Applications*, *81*(18), 25497–25518. https://doi.org/10.1007/s11042-022-12595-8

Jan, A., Parah, S. A., Hussan, M., & Malik, B. A. (2022). Double layer security using crypto-stego techniques: a comprehensive review. In *Health and Technology* (Vol. 12, Issue 1, pp. 9–31). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/s12553-021-00602-1

Lone, P. N., Singh, D., Stoffová, V., Mishra, D. C., Mir, U. H., & Kumar, N. (2022). Cryptanalysis and Improved Image Encryption Scheme Using Elliptic Curve and Affine Hill Cipher. *Mathematics*, *10*(20). https://doi.org/10.3390/math10203878

Purba, E. Y., Efendi, S., Sirait, P., & Sihombing, P. (2019). Collaboration of RSA Algorithm Using EM2B Key with Word Auto Key Encryption Cryptography Method in Encryption of SQL Plaintext Database. *Journal of Physics: Conference Series*, *1230*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1230/1/012009

Soni, D., Srivastava, D., Bhatt, A., Aggarwal, A., Kumar, S., & Shah, M. A. (2022). An Empirical Client Cloud Environment to Secure Data Communication with Alert Protocol. *Mathematical Problems in Engineering*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/4696649

Taha, M. S., Mohd Rahim, M. S., Lafta, S. A., Hashim, M. M., & Alzuabidi, H. M. (2019). Combination of Steganography and Cryptography: A short Survey. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *518*(5). https://doi.org/10.1088/1757-899X/518/5/052003

Umam, C., Handoko, L. B., Sari, C. A., Rachmawanto, E. H., & Hakim, L. A. R. (2022). Kombinasi Vigenere dan Autokey Cipher dalam Proses Proteksi SMS Berbasis Android. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, *12*(1), 492. https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7108

Wazid, M., Das, A. K., Chamola, V., & Park, Y. (2022). Uniting cyber security and machine learning: Advantages, challenges and future research. In *ICT Express* (Vol. 8, Issue 3, pp. 313–321). Korean Institute of Communication Sciences. https://doi.org/10.1016/j.icte.2022.04.007

PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI BAHASA ISYARAT UNTUK TUNA RUNGGU MENGGUNAKAN PLATFORM ANDROID

Dewi Driyani[1], Siti Khotijah[2], Juliana[3]

Universitas Indraprasta PGRI
Jl. Raya Tengah Kel.Gedong – Jl. Nangka No. 58C Tanjung Barat
[1]dewi.driyani2@gmail.com, [2]sitik2805@gmail.com, , [3]Julianajuli220220@gmail.com

ABSTRAK

Keterbatasan dalam mendengar yang dimiliki oleh para penyandang disabilitas tuna rungu mengakibatkan kesulitan dalam berkomunikasi sehingga mereka kurang mendapat informasi yang dibutuhkan. Komunikasi yang dipakai saat ini oleh penyandang disabilitas tunarungu adalah menggunakan bahasa isyarat, dimana bahasa isyarat yang digunakan oleh penyandang disabilitas tuna rungu adalah dengan menggunakan bahasa tubuh. Indonesia mengenal 2 bentuk bahasa isyarat untuk tuna rungu yaitu bahasa isyarat Indonesia (Bisindo) dan sistem isyarat bahasa Indonesia(Sibi). Kedua bahasa isyarat tersebut mempunyai perbedaan dimana biasanya bahasa isyarat yang digunakan di area sekolah luar biasa adalah Sibi. Dalam perancangan sistem komunikasi bahasa isyarat untuk tuna rungu menggunakan bahasa isyarat bahasa Indonesia atau sibi yang dalam perancangan nya menggunakan platform android. tujuan dari penelitian ini mengatasi permasalahan dari penyandang tuna rungu dalam hal berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat melalui platform android. Metode yang digunakan dalam pengembangan penelitian ini adalah metode Waterfall dimana dalam metode waterfall ini pengerjaannya dilakukan secara berurutan, sedangkan pengumpulan data menggunakan metode observasi dan studi pustaka. Hasil dari penelitian ini berupa perancangan sistem komunikasi bahasa isyarat yang menggunakan sistem isyarat bahasa Indonesia(Sibi) yang nanti bisa direalisasikan kedalam aplikasi menggunakan *platform* android.
Kata Kunci: perancangan, komunikasi, bahasa isyarat, android.

ABSTRACT

Hearing limitations experienced by deaf people result in difficulties in communicating so that they do not receive the information they need. The communication currently used by deaf people is using sign language, where the sign language used by deaf people is using body language. Indonesia recognizes two forms of sign language for the deaf, namely the Indonesian sign language (Bisindo) and the Indonesian sign system (Sibi). The two sign languages have differences in that usually the sign language used in special school areas is Sibi. In designing a sign language communication system for the deaf using Indonesian sign language or Sibi which in its design uses the Android platform. The aim of this research is to overcome the problems of deaf people in communicating using sign language via Android platform which is commonly used today where the sign language communication system can be accessed using a smartphone or tablet. Tools that help in this research are UML diagrams, namely use case diagrams, activity diagrams, while the application programs used to design this research are Java NeatBeand and XAMPP. The method used in developing this research is the Waterfall method, where in the waterfall method the work is carried out sequentially, while data collection uses observation and literature study methods. The results of this research are the design of a sign language communication system using the Indonesian sign system (Sibi) which can later be realized in an application using the Android platform.
Key Word: *design,communication,signlanguage,android*

PENDAHULUAN

Penyandang disabilitas tuna rungu menggunakan bahasa isyarat dalam berkomunikasi, dimana komunikasi nya menggunakan getsur atau bahasa tubuh. Para penyandang tuna rungu menghadapi tantangan berat dalam berkomunikasi diakibatkan keterbatasan mereka dalam mendengar sehingga mereka kurang berinteraksi dalam memperoleh informasi yang dibutuhkan.

Penelitian yang merancangan sistem komunikasi bahasa isyarat untuk tuna runggu menggunakan platform android adalah salah satu solusi yang efektif menggunakan perkembangan teknologi untuk meningkatkan tingkat komunikasi antar para penyandang disabilitas tuna rungu. Anak tuna rungu adalah anak yang mengalami ketidakmampuan mendengar mulai dari tingkatan ringan sampai berat yang diklasifikasikan kedalam tuli (*deaf*) dan

kurang dengar (*hard of hearing*), hal ini karena mengalami gangguan pada organ pendengarannya (Hernawati, 2007).

Dalam penelitian terdahulu dalam (Saputri, 2017) mengemukakan bahwa anak tunarungu memiliki hambatan dalam komunikasi verbal, baik secara ekspresif (berbicara) maupun reseptif (memahami pembicaraan orang lain) sehingga anak tunarungu lebih memfungsikan dan mengutamakan indera penglihatannya untuk menerima rangsangan dan mengolah rangsangan dari luar dibandingkan indera pendengarnya. Ketunarunguan dibedakan menjadi dua kategori, yaitu tuli (*deaf*) atau kurang dengar (*hard of hearing*)(Cahya, 2013) .

Karna kelemahan yang dimiliki oleh penyandang tuna rungu, mereka melakukan komunikasi dengan bahasa isyarat yang memudahkan mereka dalam memperoleh informasi. Komunikasi adalah suatu proses penyampaian informasi dari satu pihak ke pihak lain agar terjadi saling mempengaruhi antar keduanya. Bagi para penyandang tunarungu, komunikasi merupakan hal yang sangat penting (Rofiandaru, 2023) .

Di Indonesia mengenal dua bentuk bahasa isyarat yang digunakan oleh penyandang disabilitas tuna rungu diantaranya bahasa isyarat Indonesia (Bisindo) dan sistem isyarat bahasa Indonesia (Sibi). Dalam penelitian ini bahasa isyarat yang digunakan adalah sistem isyarat bahasa Indonesia (Sibi) yang biasa di gunakan dalam lingkungan sekolah. "Ada dua bahasa isyarat yang digunakan kelompok Tuli di Indonesia, yaitu Sistem Bahasa Isyarat Indonesia (SIBI) dan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO). Meski sama-sama bahasa isyarat, keduanya memiliki perbedaan" (Nurhadi, n.d.).

Dalam penelitian terdahulu dalam Sri Nugraheni dan dkk, 2021 menyatakan Penyandang tunarungu umumnya sama seperti anak-anak biasanya hanya saja mereka memiliki kekurangan pada pendengarannya. Penyandang tunarungu berhak dalam mendapatkan pendidikan, mereka berhak untuk bergaul dan mereka juga berhak untuk bersenang-senang. Dimana penelitian ini berfokus pada bahasa isyarat dalam berkomunikasi teman tunarungu.(Nugraheni et al., 2023)

Tujuan dari penelitian ini mengatasi permasalahan dari penyandang tuna rungu dalam hal berkomunikasi menggunakan bahasa isyarat melalui *platform* android yang sudah tidak asing lagi penggunaan saat ini dimana sistem komunikasi bahasa isyarat bisa diakses menggunakan smartphone atau tablet. Penelitian ini mempunyai manfaat bagi para penyandang disabilitas tuna rungu supaya mereka dapat berinteraksi secara aktif dalam kehidupan sosial sehingga berkomunikasi dengan lebih lancar dan aktif dalam memperoleh informasi dan meningkatkan kualitas hidup mereka.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah diagram Uml diantaranya adalah *use case diagram* dan *activity diagram*. UML digunakan untuk menggambarkan alur dari sebuah sistem dan logika algoritma suatu program yang dapat dengan mudah dimengerti oleh orang-orang yang tidak mengerti pemrograman sistem (Haviluddin, 2011) *Use case* atau diagram *use case* merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behavior*) sistem informasi yang akan dibuat (S. & Shalahuddin, 2015) . Hasil yang didapat dalam penelitian ini berupa perancangan sistem komunikasi bahasa isyarat yang menggunakan sistem isyarat bahasa Indonesia (Sibi) yang nanti bisa direalisasikan kedalam aplikasi menggunakan *platform* android.

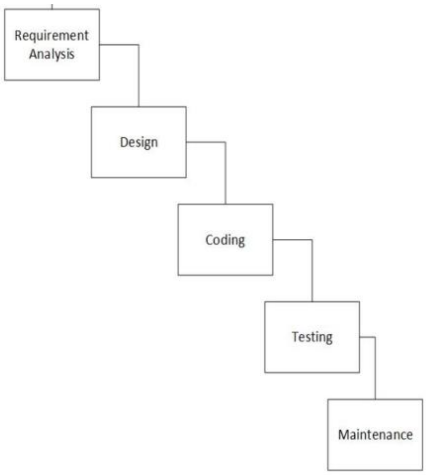
METODE PENELITIAN

Teknik yang digunakan dalam mengumpulkan data dengan cara observasi dan studi pustaka. Observasi sebagai teknik pengumpulan data yang mempunyai cirri spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lain (Sugiyono, 2017). Studi pustaka adalah kegiatan untuk menghimpun informasi yang relevan dengan topic atau masalah yang menjadi objek penelitian atau topik cerita yang diusung ke dalam karya tulis non ilmiah (Azis, Abhdul, 2023). Metode penelitian yang digunakan pada pengembangan perangkat lunak ini menggunakan *waterfall*. Metode *waterfall* merupakan pendekatan SDLC paling awal yang digunakan untuk pengembangan piranti lunak (Rofiandaru, 2023). Metode *waterfall* dilakukan dengan pendekatan yang sistematis, mulai dari tahap kebutuhan sistem lalu menuju ke tahap analisis, desain, *coding*, *testing/verification*, dan *maintenance*. Langkah demi langkah

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

yang dilalui harus diselesaikan satu per satu (tidak dapat meloncat ke tahap berikutnya) dan berjalan secara berurutan, oleh karena itu di sebut *waterfall* (AdminLP2M, 2022).

Tahapan-tahapan penelitian dengan menggunakan metode *waterfall* digambarkan seperti dibawah ini:

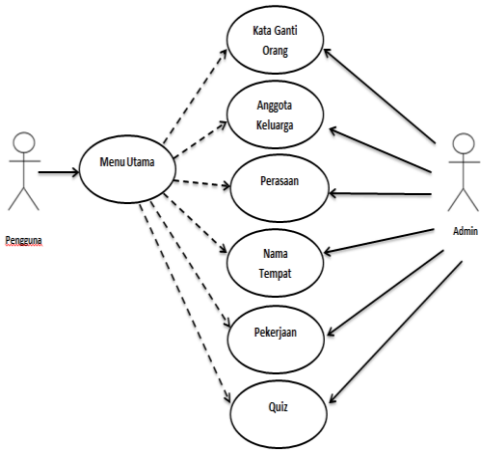


Gambar 1. Metode Waterfall

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode perancangan sistem yang digunakan secara visual untuk perancangan sistem berorientasi objek menggunakan *UML (Unified Modelling Language).* Dengan jenis diagram *UML (Unified Modelling Language)* yang digunakan adalah *Use case Diagram* dan *Activity Diagram* .

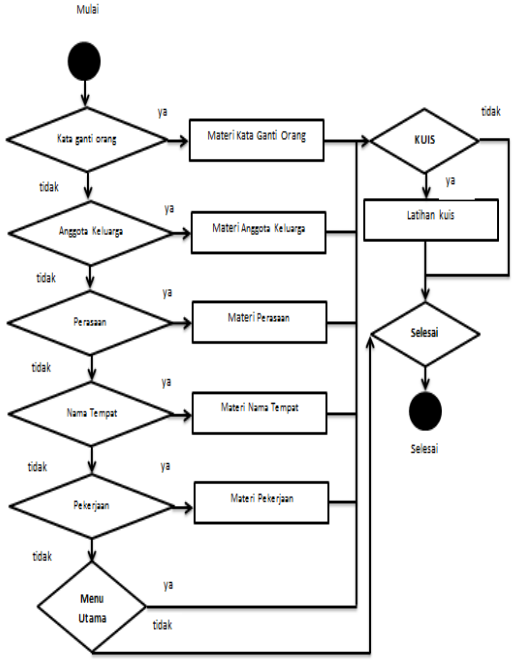
Use Case Diagram Perancangan Sistem Komunikasi Bahasa Isyarat.



Gambar 2. *Use Case* diagram menu

Dalam menu utama perancangan aplikasi terdapat dua aktor yaitu pengguna dan admin, pengguna bisa memilih menu yang di inginkan untuk belajar, menu pilihan tersebut adalah menu kata ganti, anggota keluarga, perasaan, nama tempat, pekerjaan dan kuis. Dan aktor sebagai admin yang mengelola dan mengembangkan aplikasi.

Activity Diagram Perancangan pada Sistem Komunikasi Bahasa Isyarat



Gambar 3 . *Activity Diagram* perancangan

Gambar di atas menunjukan bahwa dalam aplikasi terdapat menu utama dengan lima menu materi pembelajaran yaitu kata ganti, anggota keluarga, perasaan, nama tempat, dan pekerjaan. Setelah siswa mempelajari materi dalam menu pembelajaran, maka siswa akan diberikan pilihan untuk mengerjakan Kuis sebagai latihan dasar komunikasi dengan cara menyenangkan.

Berikut tampilan dari Perancangan Sistem komunikasi Bahasa Isyarat untuk tuna rungu.

Gambar 4. Tempilan halaman pertama perancangan merangkai kata

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Pada gambar 4 menampilkan halaman pertama pada saat aplikasi di buka, terdapat tombol mulai untuk memulai belajar kata.

Gambar 5. Tampilan halaman menu utama

Pada halaman menu utama terdapat beberapa tombol pilihan untuk belajar kata, pilihan menu tersebut adalah anggota keluarga, kata ganti orang, perasaan, nama tempat, pekerjaan, dan Kuis.

Gambar 6. Tampilan pada menu kata ganti orang saya

Pada menu kata ganti orang jika di klik salah satunya akan terlihat kata Saya, dan terdapat gambar sebagai pendukung untuk memberikan informasi.

Gambar 7. Tampilan pada menu kata ganti orang kamu

Pada menu ini terdapat kata kamu sebagai kata ganti orang, dan terdapat gambar yang menunjukan informasi tentang kata kamu.

Gambar 8. Tampilan pada menu kata anggota keluarga

Pada menu ini terdapat kata Anak sebagai penjelasan kata untuk anggota keluarga dan menggunakan gambar untuk menjelaskan bahasa isyaratnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Perancangan Sistem Komunikasi Bahasa Isyarat untuk tuna runggu menggunakan android ini bertujuan memberikan pembelajaran untuk menggenal kata dalam bahasa SIBI. Hasil dari penelitian ini adalah membuat perancangan aplikasi untuk mengenalkan kata yang digunakan dalam kegiatan sehari hari. Dalam perancangan ini penelitian menggunakan berbasis objek untuk mempermudah pembahasan.

Saran yang bisa diberikan penulis adalah mengembangkan aplikasi dengan memperbanyak kata kata yang bisa dipelajari.

DAFTAR PUSTAKA

AdminLP2M. (2022). *Metode Waterfall_Definisi dan Tahap-tahap Pelaksanaanya*. Lp2m.Uma.Ac.Id. https://lp2m.uma.ac.id/2022/06/07/metode-waterfall-definisi-dan-tahap-tahap-pelaksanaannya

Azis, Abhdul, Y. (2023). *Pengertian, Tujuan, Sumber dan Metode*. Deepublishstore.Com. https://deepublishstore.com/blog/studi-pustaka/

Cahya, L. S. (2013). *Buku Anak Untuk ABK*. Familia.

Haviluddin. (2011). Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language). *Memahami Penggunaan UML (Unified*

Modelling Language), *6*(1), 1–15. https://informatikamulawarman.files.wordpress.com/2011/10/01-jurnal-informatika-mulawarman-feb-2011.pdf

Hernawati. (2007). Pengembangan Kemampuan Berbahasa dan Berbicara Anak Tunarungu. *Jurnal Jurusan PLB FIP Universitas Pendidikan Indonesia*, *Vol.7*, 1.

Nugraheni, A. S., Husain, A. P., & Unayah, H. (2023). Optimalisasi Penggunaan Bahasa Isyarat Dengan Sibi Dan Bisindo Pada Mahasiswa Difabel Tunarungu Di Prodi Pgmi Uin Sunan Kalijaga. *Jurnal Holistika*, *5*(1), 28. https://doi.org/10.24853/holistika.5.1.28-33

Nurhadi. (n.d.). *Sama-sama Bahasa Isyarat, Apa Perbedaan SIBI dan BISINDO?* Https://Nasional.Tempo.Co. https://nasional.tempo.co/read/1535664/sama-sama-bahasa-isyarat-apa-perbedaan-sibi-dan-bisindo

Rofiandaru. (2023). *Sistem Pembelajaran Bahasa Isyarat (SIBI) Menggunakan Metode Komunikasi Total Untuk Penyandang Tunurungu Di SLB Semarang*. Terralogiq.Com. https://terralogiq.com/metode-waterfall/

S., R., & Shalahuddin. (2015). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*.

Saputri, A. (2017). Analisis Pola Komunikasi Pada Siswa Tunarungu Di Smalb Dharma Asih Kota Pontianak. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Untan*, *6*(6), 192515.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

ANALISA PERFOMA ALGORTIMA JARINGAN SYARAF TIRUAN DALAM KLASIFIKASI KARAKTER HIRAGANA

Ibnu Utomo Wahyu Mulyono[1], Yupie Kusumawati[2], Ajib Susanto[3]

Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol 207 Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
[1]ibnu.utomo.wm@dsn.dinus.ac.id , [2]yupie@dsn.dinus.ac.id , [3]ajib.susanto@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini memfokuskan pada pengembangan sebuah aplikasi inovatif berbasis jaringan saraf tiruan untuk mendukung pembelajaran karakter Hiragana dalam konteks pembelajaran bahasa Jepang. Kurangnya alat bantu pembelajaran yang efisien dan interaktif dalam memahami karakter Hiragana menjadi kendala utama, dan untuk mengatasi masalah ini, kami mengusulkan sebuah aplikasi yang menggunakan jaringan saraf tiruan. Konsep dasar jaringan saraf tiruan, yang mirip dengan fungsi otak manusia, memungkinkan aplikasi ini untuk mengklasifikasikan karakter Hiragana dengan akurasi tinggi. Pengembangan aplikasi melibatkan langkah-langkah seperti pengumpulan dataset karakter Hiragana yang sudah diberi label, preprocessing data, pemilihan dan konfigurasi arsitektur jaringan saraf tiruan, serta pelatihan dan evaluasi model. Hasil pengujian menggunakan tiga optimizer (Adam, SGDM, dan RMSP) menunjukkan performa yang baik, dengan akurasi di atas 87% dan nilai F1-score mencapai 95% dengan penggunaan optimizer Adam. Disarankan untuk menggunakan optimizer Adam dalam pengembangan model ini. Untuk penelitian mendatang, peningkatan jumlah data pelatihan dan eksplorasi hyperparameter lainnya perlu dipertimbangkan guna meningkatkan performa model secara signifikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi efektif dalam memperkaya pengalaman pembelajaran bahasa Jepang, terutama dalam memahami karakter-karakter Hiragana dengan lebih efisien.
Kata Kunci: Klasifikasi Hiragana, JST, Adam, RMSP, SGDM

ABSTRACT

This research focuses on developing an innovative application based on artificial neural networks to support Hiragana character learning in the context of Japanese language learning. The lack of efficient and interactive learning aids in understanding Hiragana characters is a major obstacle, and to address this issue, we propose an application that uses artificial neural networks. The basic concept of artificial neural networks, which are similar to the functions of the human brain, allows this application to classify Hiragana characters with high accuracy. Application development involves steps such as collection of already labeled Hiragana character datasets, data preprocessing, selection and configuration of artificial neural network architectures, and model training and evaluation. The test results using three optimizers (Adam, SGDM, and RMSP) showed good performance, with accuracy above 87% and F1-score value reaching 95% with the use of Adam optimizer. It is recommended to use the Adam optimizer in the development of this model. For future research, increasing amounts of training data and exploring other hyperparameters will need to be considered in order to significantly improve model performance. The results of this study are expected to provide effective solutions in enriching the Japanese language learning experience, especially in understanding Hiragana characters more efficiently.
Key Word: *Hiragana Classification, JST, Adam, RMSP, SGDM*

PENDAHULUAN

Karakter Hiragana adalah salah satu komponen penting dalam aksara Jepang yang digunakan dalam penulisan dan komunikasi sehari-hari (Harunasari & Halim, 2021). Hiragana terdiri dari karakter-karakter sederhana yang mewakili suku kata dan suara dalam bahasa Jepang (Yuliani et al., n.d.). Pemahaman yang kuat terhadap karakter-karakter Hiragana sangat penting dalam pembelajaran bahasa Jepang, terutama bagi pembelajar baru yang ingin menguasai dasar-dasar bahasa tersebut. Namun, pembelajaran karakter Hiragana seringkali memerlukan waktu yang lama dan tuntutan konsentrasi yang tinggi. Analisis masalah mengungkapkan bahwa kurangnya alat bantu pembelajaran yang efisien dan interaktif dapat menjadi hambatan utama dalam pembelajaran karakter Hiragana. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, kami berusaha untuk mengatasi tantangan ini dengan mengembangkan sebuah aplikasi berbasis jaringan saraf tiruan yang dapat membantu dalam proses klasifikasi

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

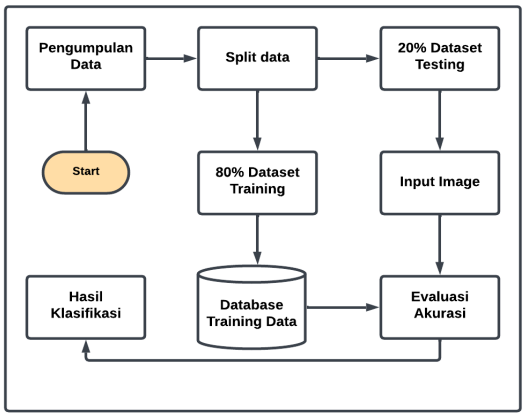
karakter Hiragana sebagai alat bantu pembelajaran bahasa Jepang yang efektif.
Jaringan saraf tiruan *(Neural Networks)* telah menjadi landasan utama dalam berbagai aplikasi pemrosesan gambar dan pengenalan pola (Amalia et al., 2020). Dalam konteks penelitian ini, jaringan saraf tiruan akan berperan kunci dalam mengklasifikasikan karakter Hiragana (Oktavianti et al., n.d.). Konsep dasar jaringan saraf tiruan mirip dengan fungsi otak manusia, di mana neuron buatan yang terhubung akan memproses informasi dalam data gambar karakter Hiragana. Kemampuan jaringan saraf tiruan untuk memahami dan mengenali pola-pola kompleks dalam data membuatnya menjadi alat yang sangat potensial untuk mengatasi masalah klasifikasi karakter Hiragana.

Metode yang kami usulkan dalam penelitian ini adalah mengembangkan sebuah aplikasi berbasis jaringan saraf tiruan yang mampu mengklasifikasikan karakter Hiragana dengan akurasi tinggi. Proses pengembangan aplikasi akan mencakup langkah-langkah kunci seperti pengumpulan dataset karakter Hiragana yang sudah diberi label, *preprocessing* data untuk mempersiapkan data yang sesuai untuk pelatihan model, pemilihan dan konfigurasi arsitektur jaringan saraf tiruan yang optimal, serta pelatihan dan evaluasi model menggunakan metrik-metrik yang relevan. Aplikasi ini tidak hanya akan berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran karakter Hiragana, tetapi juga akan mencakup fitur-fitur tambahan seperti pelatihan pengucapan dan latihan-latihan interaktif untuk memperkaya pengalaman pembelajaran bahasa Jepang.

METODE PENELITIAN

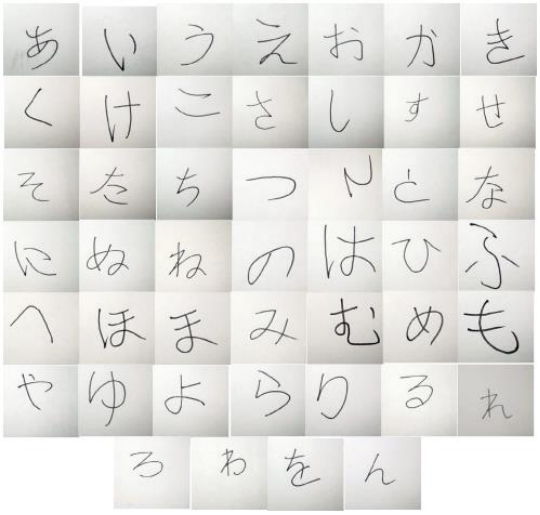
Metodologi penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data dari berbagai sumber yang relevan dengan tujuan penelitian. Setelah data terkumpul, data tersebut dibagi menjadi dua bagian, yaitu 80% data untuk tahap pelatihan (training) dan 20% data untuk tahap pengujian (testing) guna menguji kinerja model yang telah dikembangkan. Pada tahap pelatihan, digunakan pendekatan berbasis Jaringan Saraf Tiruan (JST) untuk mengelola dan memproses data.

Model JST diatur dan disesuaikan agar dapat memahami pola-pola kompleks dalam data pelatihan. Selama proses pelatihan, model akan terus diperbarui dan disesuaikan dengan data latih untuk meningkatkan akurasi dan ketepatan prediksi (Amalia et al., 2020; Tsanya et al., 2022). Setelah model JST telah melalui tahap pelatihan, dilakukan evaluasi hasil menggunakan metode klasifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil evaluasi tersebut mencakup analisis performa model terhadap data uji, termasuk tingkat akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai efektivitas model yang dikembangkan dalam mengklasifikasikan data uji (Kim & Cho, 2022).



Gambar 1. Alur metodologi penelitian

Datasets dan Pre-Processing

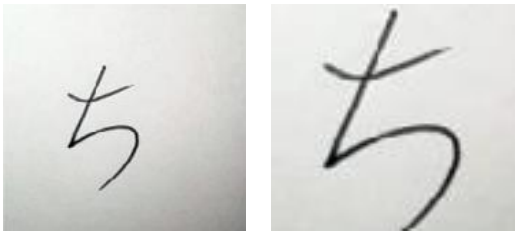


Gambar 2. *Sample image* (hiragana)

Data yang digunakan dalam penelitian ini telah melalui tahap-tahap *preprocessing* yang meliputi *cropping*, *resizing*, dan normalisasi. Proses *cropping* dilakukan untuk memotong bagian-bagian yang tidak relevan dari gambar, sedangkan *resizing* dilakukan untuk mengubah ukuran gambar agar sesuai dengan

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

kebutuhan model. Selain itu, normalisasi digunakan untuk mengubah nilai-nilai piksel dalam gambar sehingga memiliki skala yang seragam dan memudahkan proses pelatihan. Dengan melakukan tahap-tahap preprocessing tersebut, datasets yang digunakan telah disiapkan dengan teliti dan cermat. Data yang telah melalui proses cropping, resizing, dan normalisasi ini merupakan data yang ideal untuk digunakan dalam tahap pelatihan model.



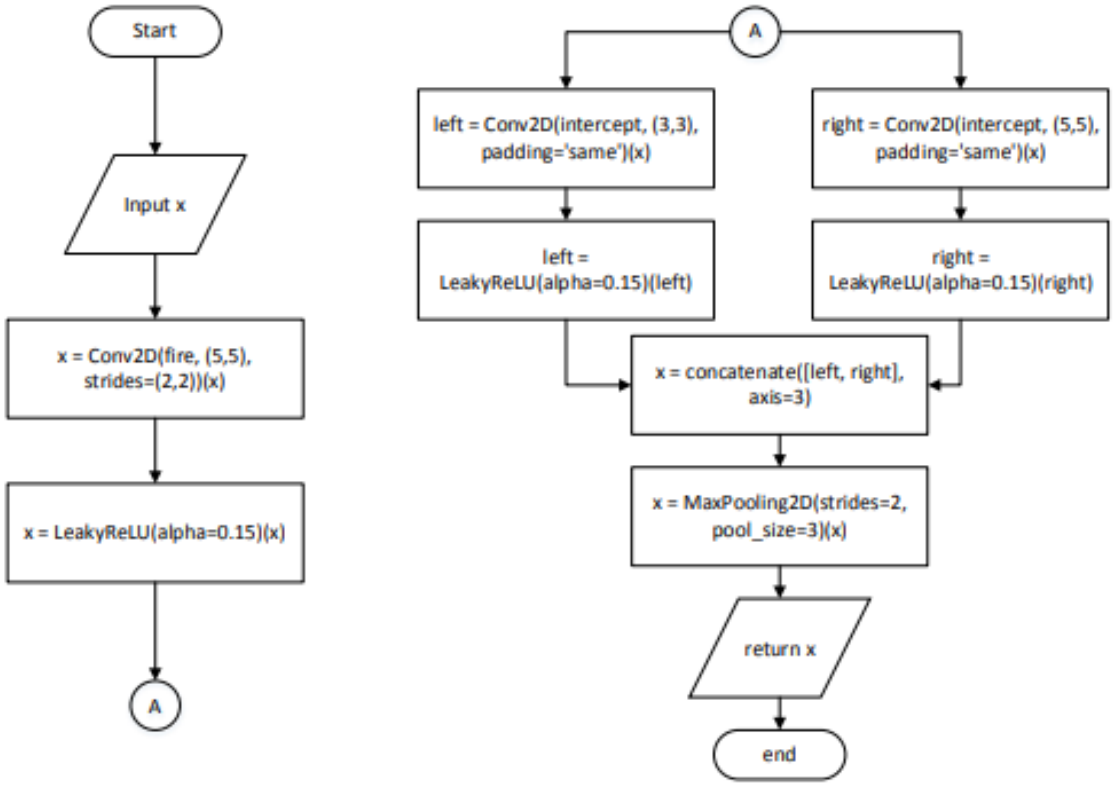
(a) Original Sample *(b) Pre-Processed*

Gambar 3. Pre-Processing (*Resizing* dan *Cropping*)

Jaringan Saraf Tiruan (JST)

JST adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang sangat efektif dalam tugas-tugas pengenalan citra, termasuk klasifikasi citra hiragana. Dalam konteks klasifikasi citra hiragana, JST digunakan untuk mengenali pola-pola visual yang khas pada karakter hiragana (Nugroho & Harjoko, 2021; Sumber et al., n.d.; Umam et al., 2021; Willyanto et al., 2021).

JST bekerja dengan menggunakan lapisan konvolusi yang dapat mengidentifikasi fitur-fitur lokal pada citra, seperti tepi, sudut, atau tekstur. Kemudian, hasil konvolusi tersebut diumpankan melalui lapisan-lapisan neural network yang lebih dalam untuk memahami relasi kompleks antara fitur-fitur tersebut. JST dilatih menggunakan dataset citra hiragana, di mana ia belajar mengenali pola-pola visual pada karakter-karakter hiragana (Ziaee & Çano, 2022).

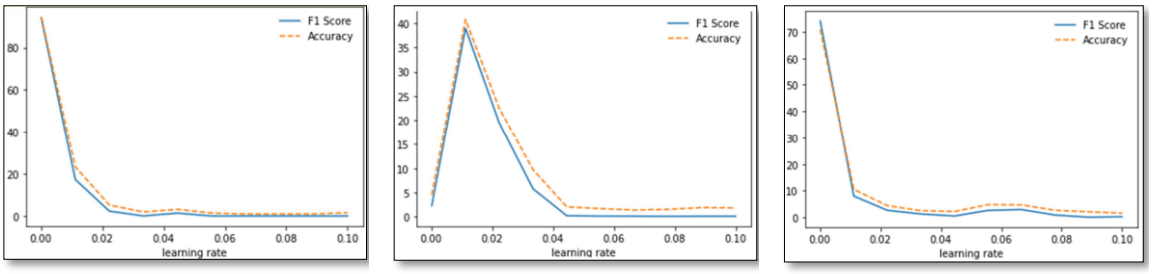


Gambar 4. Layer JST berdasarkan metode yang diusulkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penggunaan Layer JST berdasarkan Gambar 4, digunakan tiga parameter optimalisasi yaitu Adam, SGDM, dan RMSP. Dimana dari hasil penggunaan ketiga parameter tersebut didapatkan hasil graf yang berbeda. Graf tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941



(a) Adam Optimizer (b) SGDM Optimizer (c) RMSP Optimizer

Gambar 5. Layer JST berdasarkan metode yang diusulkan

Tabel 1. Hasil Evaluasi

Optimizer	Acc	Precision	Recall	F1-Svore
Adam	88%	90%	100%	95%
SGDM	87%	90%	100%	95%
RMSP	87%	89%	100%	94%

Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode pelatihan berbasis Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Proses pelatihan dilakukan dengan parameter-parameter sebagai berikut: jumlah epoch sebanyak 16 kali, ukuran minibatch sebesar 32 data, tingkat pembelajaran (learning rate) sebesar 0,0001, dan nilai toleransi error validasi *(validation error)* sebesar 30. Hasil pelatihan ini direpresentasikan dalam Gambar 5 dan ditampilkan dalam Tabel 1.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian dengan tiga optimizer yang berbeda (Adam, SGDM, dan RMSP), dapat disimpulkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam mengenali dan mengklasifikasikan data dengan tingkat akurasi di atas 87%. Selain itu, model juga memiliki tingkat presisi, recall, dan F1-score yang tinggi, mencapai 90% atau lebih dalam penggunaan ketiga optimizer. Namun, meskipun ketiganya memberikan hasil yang hampir serupa, optimizer Adam menunjukkan sedikit keunggulan dengan tingkat akurasi 88% dan nilai F1-score 95%.
Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan optimizer Adam dalam pengembangan model ini untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam klasifikasi data. Selain itu, penelitian mendatang dapat mempertimbangkan peningkatan jumlah data pelatihan dan eksplorasi pengaturan hyperparameter lainnya untuk meningkatkan performa model secara signifikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis ucapakan kepada Universitas Dian Nuswantoro yang telah memberikan pendanaan pada publikasi artikel ini dalam skema penelitian internal LPPM tahun anggaran 2023-2024.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, N., Wahyu Hidayat, E., Putra Aldya, A., & Siliwangi Jl Siliwangi No, U. (2020). *Pengenalan Aksara Sunda Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Dan Deteksi Tepi Canny* (Vol. 5, Issue 1).

Harunasari, S. Y., & Halim, N. (2021). Gegar Bahasa pada Program Pertukaran Mahasiswa Indonesia di Jepang: Sebuah Studi Kasus. *Diglosia: Jurnal Kajian Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, *4*(4), 401–412. https://doi.org/10.30872/diglosia.v4i4.212

Kim, S. C., & Cho, Y. S. (2022). Predictive System Implementation to Improve the Accuracy of Urine Self-Diagnosis with Smartphones: Application of a Confusion Matrix-Based Learning Model through RGB Semiquantitative Analysis. *Sensors*, *22*(14). https://doi.org/10.3390/s22145445

Nugroho, N. E. W., & Harjoko, A. (2021). Transliteration of Hiragana and Katakana Handwritten Characters Using CNN-SVM. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, *15*(3), 221. https://doi.org/10.22146/ijccs.66062

Oktavianti, A. C., Setiawan, A. B., & Shofia, N. (n.d.). *Pengenalan Pola Karakter*

Aksara Jawa Menggunakan Metode Perceptron Aplikasi Carakan.

Sumber, P., Menuju, D., Madani, M., Lokal, B., Umam, C., Lekso,), & Handoko, B. (n.d.). *Convolutional Neural Network (Cnn) Untuk Identifkasi Karakter Hiragana Convolutional Neural Network (Cnn) For Hiragana Character Identification 1)*.

Tsanya, N. T., Wardana, A. N., & Effendy, N. (2022). *Deteksi Osilasi Kontrol pada Proses Industri dengan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan-Review* (Vol. 16, Issue 3). https://jurnaleeccis.ub.ac.id/

Umam, C., Andi Krismawan, D., & Raad Ali, R. (2021). CNN for Image Identification of Hiragana Based on Pattern Recognition. In *Journal of Applied Intelligent System* (Vol. 6, Issue 2).

Willyanto, A., Alamsyah, D., & Irsyad, H. (2021). Identifikasi Tulisan Tangan Aksara Jepang Hiragana Menggunakan Metode CNN Arsitektur VGG-16. *Jurnal Algoritme*, *2*(1), 1–11.

Yuliani, P., Elizabeth, R., Hesti, I., Nindia, A., Program, R., Bahasa, S., & Jepang, K. (2021). *Pengenalan Platform Minato Sebagai Media Pembelajaran Huruf Dan Kosakata Bahasa Jepang*.

Ziaee, A., & Çano, E. (2022). Batch Layer Normalization A new normalization layer for CNNs and RNNs. *ACM International Conference Proceeding Series*, 40–49. https://doi.org/10.1145/3571560.3571566

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI WEB BERBASIS IoT DENGAN MODUL NODEMCU ESP8266 PADA MACHINE ECO TECH WASTE PLASTIC

Muhammad Rizal Akmal[1], Muhammad Syaoqibihillah[2], Mutiara Oktavia Cahyania[3], Arie Surachman[4]

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI
Jalan Raya Tengah No 80, Kelurahan Gedong, Pasar Rebo, Jakarta Timur
[1]rizalakmal976@gmail.com, [2]syaoqibihillah@gmail.com, [3]mutiaraoktavia15@gmail.com
[4]ariesurachmanmkom@gmail.com

ABSTRAK

Dalam konteks penelitian "Machine Eco Tech Waste Plastic berbasis IoT," pengelolaan limbah plastik menjadi isu mendesak di era modern karena dampak negatifnya pada lingkungan dan kesehatan manusia. Penelitian ini menyoroti tantangan pengelolaan limbah plastik yang efisien dan berkelanjutan. Proyek ini fokus pada solusi inovatif dengan teknologi *Internet of Things* (IoT), seperti Modul NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik, sensor Infrared (IR), sarvo motor, dan layar LCD 16x2. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi dan mengelola limbah botol plastik secara efektif, dengan data sensor yang diintegrasikan ke dalam *website* untuk pemantauan *online*. Tujuannya adalah meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah plastik dan mengurangi dampak negatifnya pada lingkungan. Proyek juga mencoba mendorong partisipasi aktif masyarakat dengan mengusulkan sistem penukaran limbah botol plastik dengan uang koin, yang dapat mendukung pertumbuhan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) dalam sektor daur ulang plastik. Dalam konteks teknologi IoT, proyek ini menciptakan lingkungan cerdas dan efisien untuk mengelola limbah botol plastik dengan menggunakan perangkat yang telah disebutkan. Keseluruhannya, "*Machine Eco Tech Waste Plastic* berbasis IoT" adalah langkah inovatif menuju pengelolaan limbah plastik yang lebih efektif, partisipatif, dan berkelanjutan sambil memanfaatkan teknologi cerdas untuk melindungi lingkungan.
Kata Kunci : *IoT (Internet of Things)*, sensor *ultrasonik*, sensor *IR*, UMKM, pengolahan limbah botol plastik

ABSTRACT

In the context of the research project "Machine Eco Tech Waste Plastic based on IoT," plastic waste management has become an urgent issue due to its adverse effects on the environment and human health. This study addresses the challenges of efficient and sustainable plastic waste management, focusing on an innovative solution using IoT technology, including the NodeMCU ESP8266 module, ultrasonic sensor, Infrared (IR) sensor, servo motor, and LCD 16x2 display. The system effectively identifies and manages plastic bottle waste, with sensor data integrated into a website for real-time monitoring. The primary goal is to raise public awareness about plastic waste management and reduce its environmental impact. Additionally, the project aims to engage the community by proposing a system for exchanging plastic bottle waste for coins, potentially supporting Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in the plastic recycling sector. Overall, "Machine Eco Tech Waste Plastic based on IoT" represents an innovative step toward more effective and sustainable plastic waste management, using smart technology to protect the environment.
Keywords : *IoT (Internet of Things), ultrasonic sensors, IR sensors, MSMEs, plastic bottle waste processing.*

PENDAHULUAN

Menurut definisi dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sampah dapat dijelaskan sebagai sesuatu yang tidak memiliki kegunaan, tidak digunakan, tidak diinginkan, atau barang yang dibuang yang berasal dari aktivitas manusia dan bukan terjadi secara alami (Hidayanti, N. F., & Ariani, Z., 2022). Semakin hari sampah plastik mengalami kenaikan seiring dengan tingginya konsumsi masyarakat terhadap penggunaan plastik, seperti meningkatnya produk plastik sekali pakai tetapi tidak diimbangi dengan penanganan limbah plastik. Selain memiliki segudang manfaat plastik merupakan salah satu penyebab pencemaran lingkungan) (Dalilah, E. A., 2021).

Botol plastik yaitu suatu jenis sampah yang cukup sulit untuk diurai dan menghadirkan banyak masalah lingkungan, termasuk masalah kebersihan dan Kesehatan (Rahman, I., et al., 2021). Secara umum, masyarakat masih belum memiliki kemampuan yang

memadai dalam mengelola sampah botol plastik, sehingga terjadi akumulasi sampah yang berlebihan. Selain itu, sampah botol plastik ini belum dimanfaatkan secara optimal untuk memberikan manfaat yang berguna bagi masyarakat sekitar (Susanto, A., et al. (2020). *Machine Eco Tech Waste Plastic* adalah solusi saling menguntungkan bagi pelaku UMKM, konsumen, dan pengrajin daur ulang limbah plastik. Dengan mesin ini, konsumen dapat menukarkan limbah plastik dengan uang koin. Limbah plastik yang dikumpulkan kemudian diolah menjadi produk berbasis teknologi ramah lingkungan. UMKM berperan sebagai penghubung antara masyarakat dan pembeli produk daur ulang limbah plastik (Putri, N., 2022).

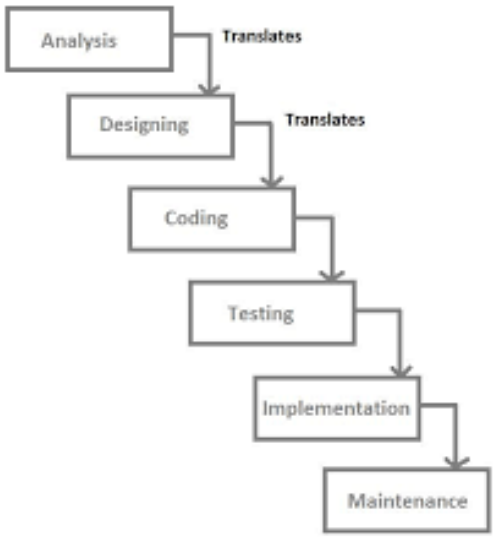
Pada penelitian ini sistem informasi berbasis *web* yang akan dirancang agar pengguna dapat memonitoring dan mengendalikan mesin *Eco Tech Waste Plastic* melalui internet. Data yang dihasilkan oleh mesin, seperti jumlah botol plastik yang diolah, efisiensi proses, dan kondisi mesin, akan ditampilkan secara real-time melalui antarmuka *website* tersebut. Selain itu, sistem ini juga akan dilengkapi dengan fitur-fitur cerdas, seperti peringatan ketika mesin memerlukan perawatan atau pembersihan. Pada Fase final ini diharapkan dapat tercipta suatu perangkat yang mengaplikasikan tiga elemen teknologi secara simultan. Pertama, menggunakan algoritma kecerdasan buatan yang spesifik. Kedua, mengimplementasi dan mengintegrasikan dalam sistem benam. Dan ketiga, dapat dilakukan penghubungan dengan jaringan internet untuk memantau dan memberikan informasi respons adaptif serta memberikan efektifitas dan efesiensi terhadap kondisi lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini yaitu meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pengolahan limbah botol plastik, meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dalam mengurangi dampak negatif limbah botol plastik dalam kehidupan sehari-hari, *machine eco tech waste plastic* berbasis *IoT* dirancang menggunakan *Arduino Uno* dan modul ESP8266 dengan pendekatan Metode *SDLC* dalam pembuatan *website* guna monitoring dan mengelola limbah botol plastik dengan solusi inovatif, dilakukan pengujian pada servo motor untuk memberikan insentif berupa uang koin kepada individu yang menyerahkan sampah botol plastik, *website local host* diuji untuk mengendalikan operasional dan tampilan LCD pada *Machine Eco Tech Waste Plastic* dengan menggunakan sensor *IR*, sensor logam, dan sensor *ultrasonik*.

Manfaat dari penelitian ini dalam perancangan sistem yaitu mengurangi pencemaran dan penumpukan limbah botol plastik, serta meningkatkan kebersihan dan kesehatan lingkungan, mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan limbah botol plastic, mendorong pertumbuhan UMKM dan menciptakan peluang ekonomi di sektor daur ulang limbah botol plastik, memanfaatkan teknologi *IoT*, kecerdasan buatan, dan koneksi internet untuk pemantauan dan respons yang efektif terhadap kondisi lingkungan, preservasi ke aneka ragaman hayati baik dari segi ekosistem maupun spesies dilingkungan sekitar.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan kualitatif dengan menerapkan tehnik pengumpulan datanya melalui observasi, studi literatur, studi pustaka dan pendekatan metode SDLC tipe waterfal.

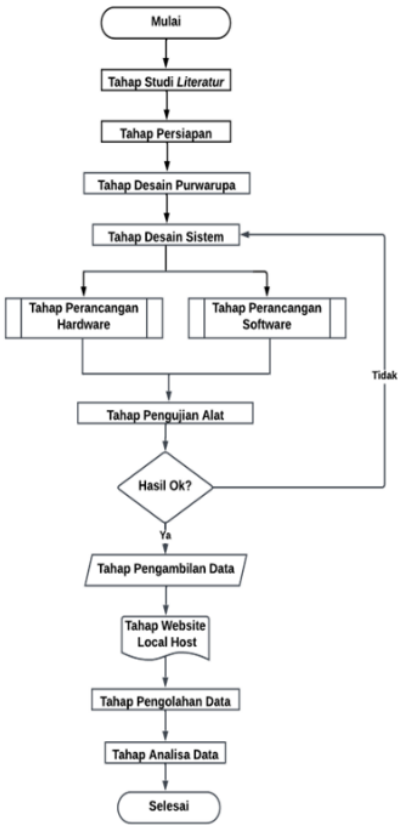


Gambar 1. Metode *SDLC waterfall*

Software Developent Life Cycle yaitu proses yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji software yang berkualitas tinggi. (Ridwan, M., et al. (2021) Yang di dalamnya terdiri atas siklus Analisa, desain implementasi, testing, dan pemeliharaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Sistem Usulan



Gambar 2. Flowchart analisa sistem usulan

Tahap Studi *Literature*
Pada tahap studi *literature*, langkah penting yaitu mengidentifikasi dan mengumpulkan literatur yang memiliki relevansi dengan topik penelitian yang sedang diinvestigasi dan dikaji.

Tahap Persiapan
Dalam tahap persiapan pada *Machine ECO Tech Waste Plastic*, kegiatan ini yang dilakukan adalah mempersiapkan perangkat *Hardware* dan perangkat *Software* yang diperlukan untuk mendukung pengembangan teknologi pengolahan botol limbah plastik yang ramah lingkungan.

Tahap Desain Purwarupa
Pada tahapan Desain Purwarupa *Machine ECO Tech Waste Plastic*, dilakukan proses perancangan dan pengembangan prototipe mesin pengolahan limbah plastik yang mengintegrasikan prinsip-prinsip ekologidan teknologi yang ramah lingkungan.

Tahap Desain Sistem
Tahap desain system ini melibatkan proses perencanaan dan pengorganisasian yang komprehensif dalam merancang struktur keseluruhan sistem pengolahan limbah plastik yang ramah lingkungan.

Tahap Perancangan Hardware
Pada tahap perancangan *hardware* pada *Machine ECO Tech Waste Plastic* dilakukan dengan cermat dan sistematis untuk merancang komponen fisik, struktur, dan perangkat keras yang diperlukan dalam pengembangan mesin pengolahan limbah plastik yang ramah lingkungan.

Tahap Perancangan Software
Tahap Perancangan *software* pada *Machine ECO Tech Waste Plastic* melibatkan proses merencanakan dan merancang komponen perangkat lunak yang diperlukan untuk mengoperasikan dan mengontrol mesin pengolahan limbah plastik. Pada tahap ini, dilakukan pemilihan bahasa pemrograman, perancangan arsitektur perangkat lunak, pengembangan algoritma, dan pengujian kehandalan.

Tahap Pengujian Alat
Tahap Pengujian Alat ini pada *Machine ECO Tech Waste Plastic* melibatkan verifikasi dan uji kinerja fitur-fitur khusus, termasuk pembukaan tutup secara otomatis, pembacaan sensor *IR*, tampilan data di *LCD*, pengiriman data ke *website*, dan penggerakan servo untuk menerima koin.

Tahap Pengambilan Data
Tahap Pengambilan Data pada *Machine ECO Tech Waste Plastic* melibatkan proses pengumpulan informasi dan pengukuran yang diperlukan untuk mengevaluasi kinerja mesin pengolahan limbah plastik.

Tahap Pengolahan Data
Pada tahap Pengolahan Data pada *Machine ECO Tech Waste Plastic*, data yang didapat berasal dari suatu alat yang telah dibuat. dan juga data dari alat ukur konvensional yang diolah secara bersamaan. Informasi yang telah diolah digunakan sebagai acuan untuk menganalisis keakuratan alat yang dibuat, dengan tujuan untuk memastikan bahwa alat tersebut memberikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan dalam pengolahan limbah plastik.

Tahap Analisa Data
Tahap Analisa Data pada *Machine ECO Tech Waste Plastic* melibatkan proses evaluasi dan interpretasi data yang telah dikumpulkan dan

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

diolah. Pada tahap ini, data-data yang terkumpul dari pengambilan dan pengolahan data dianalisis secara mendalam untuk mengidentifikasi pola, tren, dan informasi penting lainnya.

a. Alat dan Bahan

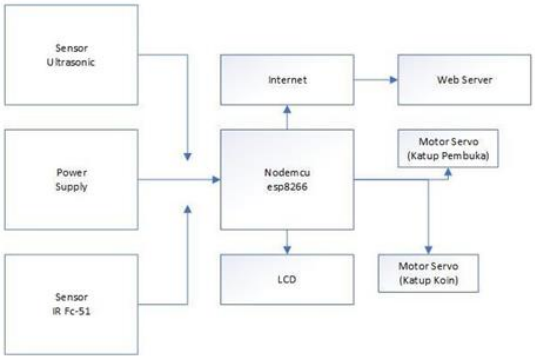
Pada pembuatan "*Machine ECO Tech Waste Plastic* Revolusi Daur Ulang untuk Masa Depan yang Lebih Hijau" adalah :

Tabel 1. Alat dan bahan komponen

No	Nama Alat dan Bahan Komponen
1.	NodeMcu esp8266
2.	LCD (Liquid Cristal Display) 16 x 2 i2c
3.	Sensor IR Fc-51
4.	Power supply
5.	Motor Servo
6.	Sensor Ultrasonic
7.	Solder
8.	Timah
9.	Kabel
10.	Bor Listrik
11.	Kayu

b. Perancangan *Hardware*

Rancangan perangkat keras (*hardware*) akan diilustrasikan melalui diagram blok sebagai berikut.



Gambar 3. Diagram blok perancangan *hardware*

Gambar Diagram diatas menampilkan tiga komponen utama yang harus dirancang, yaitu komponen input, komponen proses, dan komponen output. Diagram ini memberikan gambaran visual mengenai bagaimana ketiga komponen tersebut saling berinteraksi dalam sistem.

Perancangan Input

Komponen input terdiri dari dua elemen, yaitu sensor *ultrasonik* dan sensor *IR Fc-51*. Fungsinya adalah untuk mendeteksi dan mengukur nilai-nilai tertentu yang kemudian dikirim ke komponen proses untuk diolah dan dianalisis.

a. Sensor *Ultrasonic*

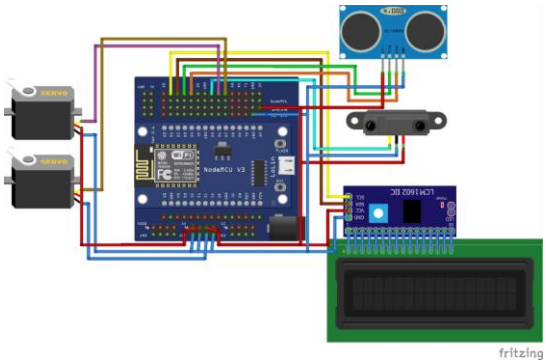
Sensor *ultrasonic* yaitu sensor jarak yang menghasilkan sinyal digital setelah mengkonversi data dan melakukan perhitungan pada echo dan triger (Mardhalena, M. M., & Nathasia, N. D., 2022).

b. Sensor *IR Fc-51*

Sensor *IR Fc-51* adalah sensor untuk mendeteksi keberadaan Botol pada Katup pembuka (Rosiana, E., & Perdana, R., 2022).

Perancangan Proses

Tahap proses dalam pembuatan alat melibatkan pengolahan data hasil pembacaan dari input sebelum dikirimkan ke output. Dalam proses ini, komponen Modul *Nodemcu* Esp8266 berperan sebagai *mikrokontroler* yang bertugas mengolah data dan mengirimkannya ke Internet untuk pemantauan secara *real-time* (Lesmana, M. A., 2022).



Gambar 4. Rencana rangkaian komponen

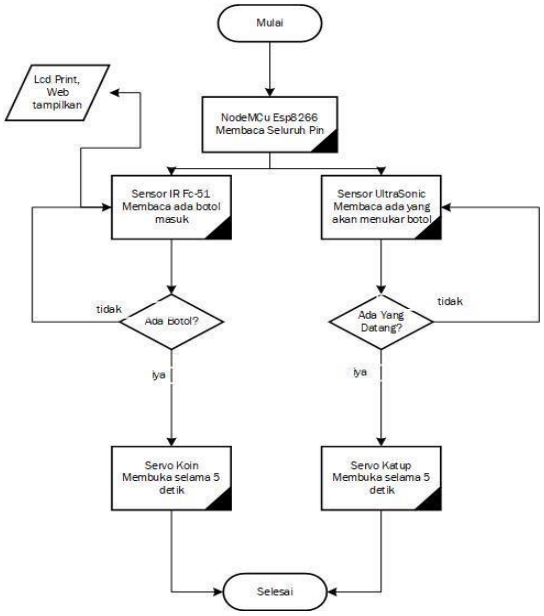
Perancangan Output

Terdapat 2 bagian dalam monitor yaitu *LCD* dan *web Server*. *LCD* akan menampilkan data yang di kirim oleh sensor *Ir Fc-51* yang telah di proses terlebih dahulu pada modul *Nodemcu* esp8266 kemudian data tersebut juga di kirimkan ke *internet* sehingga dapat di tampilkan di laman *website* untuk memantau kondisi wadah secara *real-time* (Hasanah, F., et al., 2021).

Perancangan *Software*

Perancangan *software* adalah tahapan pembuatan program untuk setiap komponen yang akan berjalan pada rangkaian yang ada di dalam *Machine ECO Tech Waste Plastic* ini dengan menggunakan aplikasi *Arduino IDE*.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941



Gambar 5. Flowchart program *software*

Berdasarkan gambar di atas ini, dapat dijelaskan bahwa sistem yang telah dirancang memiliki alur kerja sebagai berikut :

a. Pada saat awal diaktifkan, Modul Nodemcu Esp8266 melakukan pembacaan pada setiap port mikrokontroler yang ada.
b. Kemudian sensor Ultrasonic melakukan deteksi atau pembacaan gerak yang akan ditampilkan oleh LCD.
c. Motor Servo katup akan bergerak menjadi 90^o dengan delay 5 detik.
d. Kemudian sensor *IR fc-51* melakukan deteksi kebaradaan botol.
e. Jika sensor *IR fc-51* tidak mendeteksi adanya botol maka servo akan tetap berada diposisi 0^o
f. Selanjutnya Modul Nodemcu Esp8266 yang terhubung ke jaringan internet mengirimkan Data ke web server.
g. Apabila pembacaan sensor *IR fc-51* sama dengan 1 maka servo koin akan bergerak ke posisi 90^o dengan *delay* 5 detik.
h. Apabila pembacaan sensor *IR fc-51* sama dengan 0 maka servo koin akan tetap berada diposisi 0^o

Untuk pembuatan *Website* penulis menggunakan bahasa pemograman PHP.

Pengujian Alat

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi kinerja untuk komponen yang telah berhasil diimplementasika, baik dari segi software maupun hardware. Pengujian melibatkan observasi data yang ditampilkan pada *LCD* dan *web server*. Jika data yang dihasilkan oleh alat ditampilkan dengan benar, maka dapat dipastikan bahwa alat berjalan dengan baik dan sesuai dengan sistem yang diinginkan.

Pengambilan Data

Setelah menyelesaikan tahap pengujian alat, langkah berikutnya adalah melanjutkan dengan evaluasi hasil pengujian dan menganalisis data yang diperoleh. Pengambilan data dilakukan dengan mengumpulkan informasi yang terbaca pada *LCD* dan web server. Selanjutnya adalah mengambil nilai pengukuran pada tampilan *LCD* dan *web server* dilakukan pengambilan nilai sensor jarak menggunakan sensor *ultrasonic* dan Manual sebanyak 5 kali untuk bahan sampling pada saat proses pengolahan data, semakin banyak *sampling* yang diambil maka data yang diolah semakin baik.

Desain Purwarupa

Gambar 6. machine eco tech waste plastic

Sumber Daya / *Power Source*

Gambar 7. Power Source

Modul Sensor *Infrared FC-51*

Gambar 8. Sensor *Infrared FC-51*

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Modul Sensor *Ultrasonic Hc-sr04*

Gambar 9. Sensor *ultrasonic Hc-scr04*

Servo Motor

Gambar 10. Servo motor

LCD 16x2 i2c

Gambar 11. *LCD*

Modul *Nodemcu* Esp 8266

Gambar 12. *Modul nodemcu Esp 8266*

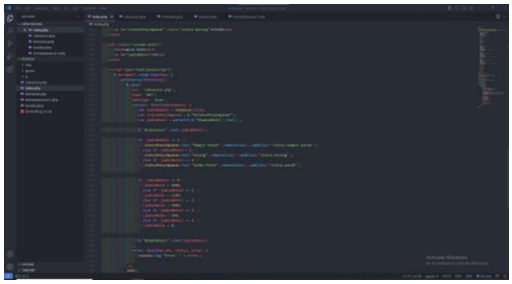
Tampilan *Machine ECO Tech Waste Plastic*

Gambar 13. Tampilan *machine eco tech waste plastic*

Tampilan *Website*

Gambar 14. Tampilan *website*

Tampilan *Coding Website*



Gambar 15. Tampilan *coding website*

Tampilan *Coding Arduino IDE*

Gambar 16. Tampilan *coding arduino IDE*

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menciptakan solusi pintar untuk mengelola limbah botol plastik menggunakan *Internet of Things* (IoT). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah plastik dan juga memberikan insentif berupa uang koin bagi mereka yang berpartisipasi. Proyek ini juga membantu pertumbuhan bisnis kecil di sektor daur ulang plastik dan memanfaatkan teknologi IoT dengan baik untuk memantau lingkungan.

Saran dari penelitian ini yaitu Pertimbangkan untuk memperluas cakupan proyek agar dapat mencakup lebih banyak area dan data. Fokus pada pengembangan metode insentif yang lebih menarik untuk mendorong partisipasi masyarakat. Lakukan studi lebih lanjut untuk mengukur dampak ekonomi dan sosial dari

proyek ini. Jalin kemitraan dengan lembaga atau organisasi terkait untuk mendukung ekspansi proyek. Pastikan ada dukungan finansial yang cukup untuk menjalankan proyek ini secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

"Terima kasih banyak kepada semua dosen di Universitas Indraprasta PGRI! Khususnya kepada Bapak Arie Surachman, M.Kom. Kami sangat bersyukur atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama studi di sini. Terima kasih juga kepada Universitas Indraprasta PGRI atas peluang ini. Kami bangga menjadi bagian dari universitas ini. Sukses dan Maju Selalu Penuh Berkah Unindra"

DAFTAR PUSTAKA

Lesmana, M. A. (2022). Monitoring charging–discharging baterai li-ion cd 18650 3, 7v menggunakan nodemcu berbasis *internet of things* (IOT) (Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi).

Hasanah, F., et al. (2021). Perancangan dan Realisasi Prototipe Sistem Parkir menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler dengan Layanan Reservasi via Website. Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika, 18(2), 64-70.

Mardhalena, M. M., & Nathasia, N. D. (2022). Parking sensor system untuk mendeteksi jarak aman kendaraan menggunakan sensor ultrasonic berbasis arduino uno atmega328. JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika), 7(4), 1391-1400.

Putri, N. (2022). Pengembangan modul pembuatan ecobrick sampah plastik sebagai sarana pengembangan diri berbasis Ecopreneurship di sma kelas X (doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).

Rahman, I., et al. (2021). Pengelolaan Sampah Plastik Menjadi Ekobrik Untuk Menekan Laju Pencemaran Sampah Mikroplastik Yang Mengancam Kelangsungan Hidup Biota Perairan Teluk Bumbang, Kabupaten Lombok Tengah. Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment, 1(1), 62-68.

Ridwan, M., et al. (2021). Rancang Bangun *Marketplace* Berbasis *Website* menggunakan Metodologi *Systems Development Life Cycle* (SDLC) dengan Model Waterfall. Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi), 5, 2.

Rosiana, E., & Perdana, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Robot Pemilah Sampah Anorganik dengan *Inductive Proximity* dan LDR Sebagai *Sensor*. *Building of Informatics, Technology and Science* (BITS), 4(2), 1001-1009.

Susanto, A., et al. (2020). Pemberdayaan masyarakat melalui pengelolaan sampah dalam mengurangi sampah botol plastik kampung nelayan Kelurahan Tanjung Ketapang. Abdi: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat, 2(2), 94-102.)

Hidayanti, N. F., & Ariani, Z. (2022). Edukasi pengelolaan sampah berbasis atm sampah bagi petugas kebersihan universitas muhammadiyah mataram dalam mendukung program sedekah sampah ummat. J-ABDI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 2(1), 3749-3756.

Dalilah, E. A. (2021). Dampak Sampah Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan.

TINJAUAN HUMAN COMPUTER INTERACTION TERHADAP WEBSITE PIJAR SEKOLAH MENGGUNAKAN METODE HEURISTIC EVALUATION

Ahmad Sakhowi Amin[1], Rizki Rizkyatul Basir[2], Yunita Endra Megiati[3]

Universitas Indraprasta PGRI
Jalan Nangka Raya, C Jl. TB Simatupang No.58, Tj. Bar., Kec. Jagakarsa, DKI Jakarta 12530
[1]ahmadsa18@gmail.com, [2] rizkyatulbasir@gmail.com, [3]yunitaendra@gmail.com

ABSTRAK

Analisis sistem informasi menjadi prioritas utama untuk menghasilkan sistem yang efektif, efisien dan *user friendly*. Masalah umum dalam *Human Computer Interaction* (HCI) diantaranya pengguna sering mengalami kendala menggunakan perangkat lunak karena kurang familiar sehingga sulit dipelajari. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat lunak tidak sesuai kebutuhan pengguna sehingga dapat memperlambat pekerjaan dan membutuhkan biaya yang banyak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi desain antarmuka *Website* Pijar Sekolah. *Website* berbasis *e-learning* yang diharapkan memperhatikan desain antarmuka agar sistem yang dibangun mendapatkan rasa nyaman dan mudah dalam menggunakannya. Terciptanya *user interface* yang baik akan mendorong semangat belajar bagi pengguna *Website* berbasis *e-learning* sehingga menciptakan kenyamanan dan kemudahan yang diharapkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Heuristic Evaluation*, yang terdiri dari 10 prinsip dalam mengevaluasi desain *interface*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan desain *user interface Website* sudah cukup baik, namun ada beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki dan ditingkatkan.
Kata Kunci: *Human Computer Interaction, Heuristic Evaluation*, Pijar Sekolah

ABSTRACT

Information system analysis is a top priority to produce an effective, efficient and user friendly. Common problems in Human Computer Interaction (HCI) include users often having problems using the software because they are not familiar so they are difficult to learn. This shows that the software is not as needed so that it can slow down work and cost a lot of money. Therefore, this study aims to evaluate the interface design of the Pijar Sekolah Website. An e-learning-based Website that is expected to pay attention to interface design so that the system built feels comfortable and easy to use. The creation of a good user interface will encourage learning enthusiasm for e-learning-based Website users so as to create the expected comfort and convenience. The method used in this research is Heuristic Evaluation, which consists of 10 principles in evaluating interface design. The results showed that the overall user interface design of the Website was quite good, but there were some shortcomings that needed to be improved and improved.
Key Word: *Human Computer Interaction, Heuristic Evaluation, Pijar Sekolah*

PENDAHULUAN

Analisis sistem informasi menjadi prioritas utama untuk menghasilkan sistem yang efektif, efisien dan *user friendly*. Hal ini memudahkan manusia dalam menjalankan fungsi komputer dan mendapatkan berbagai manfaat apabila bekerja pada sistem komputer (Rahayu et al., 2022). Interaksi Manusia Komputer (IMK) atau *Human Computer Interaction (HCI)* merupakan sebuah disiplin ilmu yang mendalami perancangan, implementasi dan evaluasi dari berbagai aspek yang berkaitan, sehingga memudahkan manusia dalam penggunaanya (Nazar et al., 2021). Masalah umum dalam *Human Computer Interaction* diantaranya pengguna sering mengalami kendala menggunakan perangkat lunak karena kurang familiar sehingga sulit dipelajari (Kusuma et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa perangkat lunak tidak sesuai kebutuhan yang memperlambat pekerjaan dan membutuhkan biaya yang banyak.

Pijar Sekolah merupakan salah satu *platform* pendidikan yang dimiliki oleh PT. Telkom Indonesia Tbk. Keberadaan sistem informasi ini guna mendukung pihak sekolah yaitu kegiatan pembelajaran digital terpadu yang dapat menciptakan pembelajaran yang menyenangkan (Hadijaya, 2021). Sebuah *Website* berbasis *e-learning* diharapkan memperhatikan desain antarmuka agar sistem yang dibangun mendapatkan rasa nyaman dan mudah dalam menggunakannya. Pengguna

dapat mempertimbangkan sebuah sistem yang sesuai dan memberikan rasa nyaman dalam menggunakan sistem (Nur Rahmanto et al., 2023). Dengan adanya *user interface* yang baik dapat mendorong semangat belajar bagi pengguna *Website* berbasis *e-learning* sehingga menciptakan kenyamanan dan kemudahan yang diharapkan (Triyono et al., 2023). Adapun analisis terhadap desain antarmuka menggunakan metode *Heuristic Evaluation*.

Berdasarkan hal tersebut yang telah diuraikan diatas, maka peneliti mencoba lebih fokus dalam pembahasan ini akan dikupas khusus pada analisis terhadap *user interface* dari *Website* Pijar Sekolah dengan menggunakan *Heuristic Evaluation*.

METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian dirincikan sebagai berikut:

Subjek Penelitian

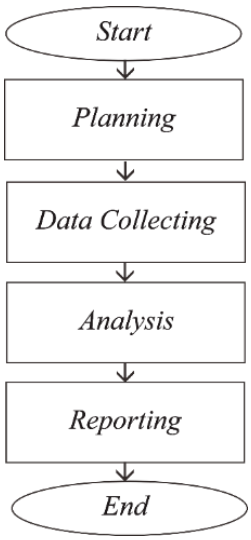
Subjek penelitian merupakan sumber data utama sebagai informan untuk menemukan fenomena-fenomena objektif pengguna *Website* Pijar Sekolah di SD Muhammadiyah 1 Jakarta yang terletak di terletak di Jalan Garuda No.33, RT.009/RW.004, Kelurahan Gunung Sahari Selatan, Kecamatan Kemayoran, Kota Jakarta Pusat, Provinsi DKI Jakarta.

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode *Heuristic Evaluation*, yang merupakan salah satu metode yang tepat untuk mengevaluasi desain antarmuka pengguna *(interface design)* (Lazuardina & Suyatno, 2023). Kelebihan metode ini adalah proses evaluasinya dapat dilakukan dengan cepat dan mudah (Ramadhani et al., 2022). Penggunaan metode evaluasi heuristik lebih kepada keterkaitan adanya umpan balik dari pengguna kepada pengembang perangkat lunak. Sehingga demikian dapat mengetahui apakah sistem tersebut sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Pada tahap tertentu sebelum pengujian pengguna langsung akan mengurangi jumlah dan tingkat keparahan temuan atau kesalahan desain.

Tahapan Penelitian

Ada beberapa tahap penelitian untuk memberikan gambaran keseluruhan penelitian dari awal hingga akhir penelitian ini. Tahapan penelitian terdap *Website* Pijar Sekolah Menggunakan Metode *Heuristic Evaluation* dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1. Tahapan penelitian

Berdasarkan gambar 1 di atas, penelitian diawali dengan *Planning* atau perencanaan melalui studi literatur, subjek penelitian dan menentukan metode yang akan digunakan sesuai fenomena yang terjadi di lapangan. *Data Collecting* atau pengambilan tampilan *User* Interface *Website* lalu menganalisis tampilan *Website* Pijar Sekolah tersebut. Analisis tampilan *Website* menggunakan metode *Heuristic Evaluation*.

Metode *Heuristic Evaluation* metode yang didasarkan pada 10 prinsip kegunaan untuk menemukan masalah kegunaan dalam desain antarmuka. Adapun prinsip-prinsip mencakup *Visibility of system status* (visibilitas status sistem), *Match between system and the real world* (pencocokan sistem dengan dunia nyata), *User control and freedom* (kontrol dan kebebasan pengguna), *Consistency and standard* (konsistensi dan standar*), Error prevention* (pencegahan kesalahan), *Recognition rather than recall* (identifikasi alih-alih mengingat), *Flexibility and efficiency of use* (fleksibilitas dan efisiensi penggunaan), *Aesthetic and minimalist design* (estetika dan desain minimalis), *Help users recognise* (membantu pengguna mengidentifikasi), *diagnose and recover from error* (mendiagnosis dan pulih dari kesalahan) dan *Help and documentation* (bantuan, dan dokumentasi) (Grafenstein et al., 2022). Metode *Heuristic Evaluation* memiliki tujuan yang sangat efektif karena menghasilkan

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

keluaran berupa daftar permasalahan kegunaan yang ditemukan (Bouwman & Islam, 2020). *Evaluator* mengevaluasi kinerja serangkaian tugas yang dirancang dan memeriksa penerapannya sesuai dengan standar setiap level. Jika ada kesalahan yang terdeteksi, desain dapat ditinjau sebelum diimplementasikan ke pengguna. Setelah analisis terhadap *Website* Pijar Sekolah sesuai dengan prinsip metode yang digunakan selesai dilakukan, maka tahap berikutnya disusun laporan mengenai pembahasan atas hasil analisis yang telah didapat serta kesimpulan dan saran dari analisis tersebut.

Terdapat sepuluh prinsip metode *Heuristic Evaluation* beserta keterangannya seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut (Utami & Intiha, 2022):

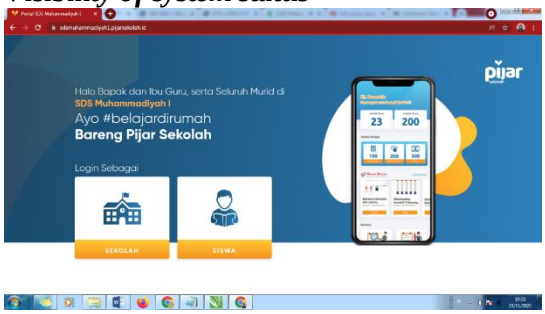
Tabel 1. Prinsip-prinsip dari *heuristic evaluation*

No	Prinsip	Keterangan
1.	*Visibility of system status*	Berisi informasi kepada pengguna tentang sistem yang sedang dijalankan secara padat dan jelas
2.	*Match between system and the real world*	Penggunaan bahasa yang meliputi kata, frase dan konsep yang mudah dipahami dan dibaca oleh pengguna.
3.	*User control and freedom*	Pengguna dapat dengan leluasa dalam menggunakan aplikasi seperti tidak adanya proses yang dipaksakan kepada pengguna serta dapat melakukan *undo* dan *redo*.
4.	*Consistency and standard*	Tampilan/desain fitur yang mudah dipahami oleh pengguna
5.	*Error prevention*	Adanya sistem yang dapat melakukan pencegahan sebab terjadinya kesalahan
6.	*Recognition rather than recall*	Berisikan tanda pengingat kepada pengguna dimana pengguna melakukan perintah yang sama sebelumnya.
7.	*Flexibility and efficiency of use*	Bentuk fitur yang mudah dipahami oleh pengguna dalam pengoperasiannya.
8.	*Aesthetic and minimalist design*	Memiliki bagian/ menu/ informasi yang baik dengan kebutuhan pengguna
9.	*Help users recognise, diagnose, and recover from error*	Memberikan dan menampilkan pesan pada saat aplikasi tidak dapat diakses, baik berupa *login* atau salah dalam pengoperasiannya.
10.	*Help and documentation*	Sistem yang dibuat dapat dijalankan tanpa membaca dokumentasi atau help dan mudah dalam mencari informasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis yang dilaksanakan oleh para peneliti mengenai penilaian terhadap masing-masing tampilan desain *user interface* pada *Website* Pijar Sekolah mengacu pada prinsip-prinsip metode *Heuristic Evaluation* sebagai berikut:

Visibility of system status



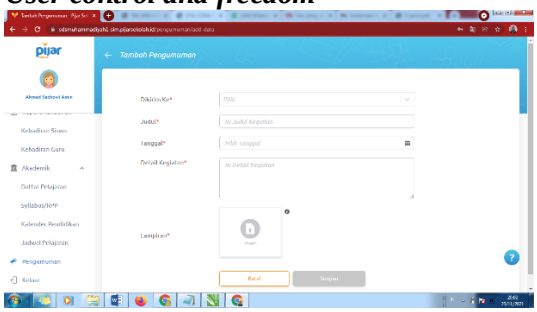
Gambar 2. Pemberitahuan login

Gambar 2 di atas memperlihatkan adanya pemberitahuan atas kondisi dari sistem yang disampaikan oleh *Website* Pijar Sekolah terhadap pengguna. Berdasarkan dari gambar 2 dapat diambil kesimpulan bahwa *Website* tersebut telah memenuhi prinsip *Heuristic Evaluation*, meskipun masih membutuhkan beberapa peningkatan dan perbaikannya.

Match between system and the real world

Bahasa yang digunakan dalam antar muka di sistem tersebut mudah dipahami oleh pengguna dalam mengakses *Website* Pijar Sekolah. Dengan demikian, *Website* ini dinilai telah memenuhi prinsip ketiga dari *Heuristic Evaluation*.

User control and freedom



Gambar 3. *User control and freedom*

Pada Gambar 3 di atas, tidak ada tanda *redo, undo, delete*, serta tanda lainnya yang berada

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

pada form pengumuman. Hal ini tentu pengguna tidak dapat menghapus, mengulang, dan sebagainya. Dengan demikian, *Website* ini dinilai belum memenuhi prinsip ke-3 dari *Heuristic Evaluation*.

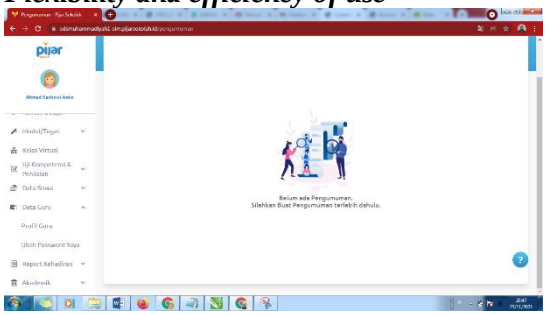
Consistency and standard

Pada *Website* Pijar Sekolah tampilan menggunakan bahasa yang konsisten yaitu bahasa Indonesia, pengunaan style font yang sama dan tidak berbeda-beda meskipun terdapat perbedaan *font color*. Namun *Website* ini dinilai sudah cukup memenuhi prinsip ke-4 dari *Heuristic Evaluation*.

Error prevention

Pada *Website* Pijar Sekolah, tidak terdapat keterangan untuk menghindari terjadinya error. Sehingga masih diperlukan peningkatan dan tambahan lain seperti menu *About* Pijar Sekolah untuk menghindari pengguna mengalami error.

Flexibility and efficiency of use



Gambar 4. *Flexibility and efficiency of use*

Pada Gambar 4 terdapat fitur untuk memilih menu dengan telah memberikan akomodasi dan penyediaan layanan yang berbeda-beda tergantung kebutuhan pengguna. Sehingga fitur tersebut pada *Website* Pijar Sekolah mudah dipahami oleh pengguna dalam menggunakannya. Dengan demikian *Website* ini telah memenuhi prinsip dari *Heuristic Evaluation*.

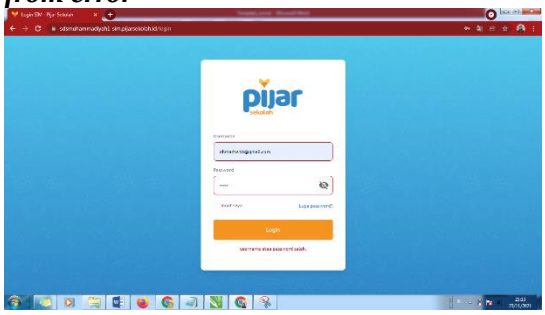
Recognition rather than recall

Sebagai pengingat pada saat *Website* Pijar Sekolah digunakan kembali tanpa harus mengisi atau memulai dari awal proses. Dengan demikian, *Website* ini dinilai telah memenuhi prinsip dari *Heuristic Evaluation*.

Aesthetic and minimalist design

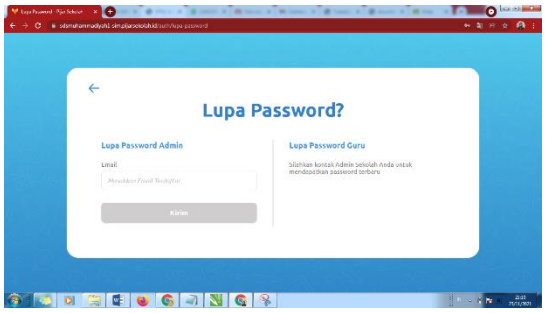
Pijar Sekolah sudah cukup relavan dengan tujuan pembangunan *Website*. Desain *user interface* yang dimiliki terlihat cukup baik dan mudah dalam menggunakannya. Meskipun demikian, akan jauh lebih baik jika *Website* ini menyediakan pilihan warna bagi pengguna. Harapannya pengguna jauh lebih nyaman lagi pada saat menggunakan *Website* tersebut.

Help users recognise, diagnose, and recover from error



Gambar 5. *Alert warning* saat *login* (1)

Pada gambar 5 di atas, dapat dilihat bahwa *Website* Pijar Sekolah tersebut telah memberikan peringatan jika terjadi kesalahan dalam proses validasi login, akan tetapi peringatan tersebut belum memberikan penjelasan yang cukup jelas terhadap sesuatu hal yang salah.

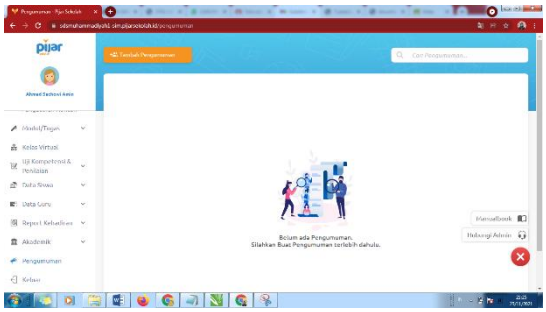


Gambar 6. *Alert warning* saat *login* (2)

Pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa terdapat bantuan yang disediakan oleh *Website* Pijar Sekolah untuk pengguna ketika lupa *password*. Pengguna diminta untuk verifikasi kembali melalui email yang sudah terdaftar. Setelah mengisi dengan benar maka pengguna akan dapat melakukan pergantian password lewat link yang dikirimkan *Website* ke email pengguna.

Help and documentation

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941



Gambar 7. *Help and documentation*

Pada gambar 7 *Help and Documentation*, dapat dilihat beberapa bantuan yang telah disediakan oleh *Website* Pijar Sekolah pada saat ini dan yang telah didokumentasikan pula. Simbol tanda tanya (?) yang telah disediakan ini sudah lengkap dan baik. Dengan demikian *Website* ini telah memenuhi prinsip dari *Heuristic Evaluation*.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian yang telah diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa : penelitian ini dilakukan dengan cara meninjau serta evaluasi *User Interface* dan *User Experience* (UI/UX) yang menggunakan metode *Heuristic Evaluation* untuk mengevaluasi UI/UX dari Website Pijar Sekolah; Desain *user* interface *Website* Pijar Sekolah sudah cukup baik. Hal ini dikarenakan *Website* tersebut hampir memenuhi dari 10 prinsip *Heuristic Evaluation*, memiliki tampilan yang menarik serta menyediakan berbagai fasilitas dan layanan untuk memudahkan pengguna dalam menjalankan *Website*; Website Pijar Sekolah masih ditemukan beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki dan ditingkatkan, seperti menambah jenis bahasa yang bisa digunakan pengguna, dan memberikan penjelasan lebih lanjut atas kesalahan yang dilakukan pengguna saat mencoba *login* untuk melakukan verifikasi *email* pengguna.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Indraprasta (UNINDRA) yang telah memfasilitasi peneliti dalam melakukan penelitian ini, tidak lupa penulis juga menyampaikan ucapan terimakasih kepada tim jurnal yang sudah bersedia memuat tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bouwman, H., & Islam, A. K. M. N. (2020). *Evaluating Web and Mobile User Interfaces With Semiotics : An Empirical Study*. *IEEE Access*, *8*.

Grafenstein, M. Von, Jakobi, T., & Stevens, G. (2022). *Effective data protection by design through interdisciplinary research methods : The example. Computer Law & Security Review: The International Journal of Technology Law and Practice*, *46*, 105722.

Hadijaya, Y. (2021). Implementasi Manajemen Humas dalam Peningkatan Mutu Layanan Berbasis Digital di SMP Islam Terpadu Al-Hijrah Deli Serdang Masyarakat global perilaku dan interaksi bergerak dari local , nasional dan global . dengan globalisasi , khususnya dalam komunikasi e. *Jurnal Lensa Mutiara Komunikasi*, *5*(1), 83–98.

Kusuma, W. A., Gifary, M. A., Prasetya, R. W., & Syahbana, A. F. A. (2020). Emotion Card Dalam User Persona Untuk Meningkatkan Persepsi Pengguna Dalam Penggalian Kebutuhan Perangkat Lunak. *INSERT : Information System and Emerging Technology Journal*, *1*(1), 41.

Lazuardina, D., & Suyatno, D. F. (2023). Pengukuran User Interface (UI) dan User Experience (UX) pada Mobile Apps ‘ Shopee ’ Menggunakan Metode Heuristic Evaluation. *JEISBI: (Journal of Emerging Information Systems and Business Intelligence)*, *04*(03), 95–106.

Nazar, M., Alam, M. M., Yafi, E., & Su’Ud, M. M. (2021). *A Systematic Review of Human-Computer Interaction and Explainable Artificial Intelligence in Healthcare with Artificial Intelligence Techniques*. *IEEE Access*, *9*, 153316–153348.

Nur Rahmanto, A., Kusumaning Putri, I., & Millania, M. (2023). Penerapan Design Thinking Dengan *Usability Testing* Menggunakan *System Usability Scale* Pada Antarmuka Aplikasi ‘Curhat.’ *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, *4*(1), 15–24.

Rahayu, P., Tambunan, V. Y., Agutina, M., Anastasya, W., Japin, D., & Melinda, D. (2022). Penerapan Sistem Erp *(Enterprise Resource Planning) Warehouse Management*) Dalam Meningkatkan Kinerja Perusahaan.

Jurnal Ekonomi Dan Bisnis, *10*(2), 241–245.

Ramadhani, M., Susanto, A. A., Mustofa, F., & Tauda, V. S. (2022). *Design and User Experience Evaluation of Bersii Android-based Mobile Application User Interface*. *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi (Journal of Computer Science and Information Technology)*, *14*(2), 41–49.

Triyono, Santosa, B., & Sayuti, M. (2023). Implementasi Media Belajar *E-Learning* Moodle Dalam Konteks Aktivitas Belajar. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, *5*, 5820–5830.

Utami, T., & Intiha, E. (2022). Evaluasi User Interface Aplikasi Kitabisa Menggunakan Metode *Heuristic Evaluation*. *Jurnal Komputasi*, *10*(2), 55–65.

APLIKASI GAME EDUKASI TEBAK GAMBAR KEBERAGAMAN BUDAYA MENGGUNAKAN METODE LCG BERBASIS ANDROID

Erlina Apriliani[1], Rudi Hermawan[2], Siti Ayu Kumala[3]

Universitas Indraprasta PGRI
Jalan Raya Tengah No.80, Kelurahan Gedong, Pasar Rebo, Jakarta Timur
[1]erlinaapriliani21@gmail.com, [2]wowor99@gmail.com, [3]sitikumala7891@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan aplikasi game edukasi "Tebak Gambar Keberagaman Budaya" adalah solusi inovatif untuk memperkenalkan dan meningkatkan pemahaman tentang beragam budaya di Indonesia. Dalam aplikasi ini, metode *Linear Congruential Generator* (LCG) digunakan untuk mengatur urutan pertanyaan dan konten gambar budaya yang ditampilkan kepada pemain. Tujuan dari aplikasi ini adalah memberikan pengalaman bermain yang menyenangkan serta memberikan wawasan mendalam tentang keragaman budaya di Indonesia. Metode LCG digunakan untuk mengacak urutan pertanyaan, memastikan bahwa pemain akan menghadapi variasi gambar budaya setiap kali mereka memulai permainan baru. Dalam keseluruhan, perancangan aplikasi game edukasi ''Tebak Gambar Keberagaman Budaya'' dengan metode LCG berbasis Android adalah langkah yang cerdas dalam memanfaatkan teknologi untuk tujuan pendidikan. Aplikasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman dan apresiasi terhadap beragam budaya di seluruh dunia, sambil juga memberikan pengalaman bermain yang menyenangkan.
Kata Kunci: Android, *Game edukasi*, *Linear Congruential Generator* (LCG)

ABSTRACT

The educational game application "Guess the Cultural Diversity Pictures" is an innovative solution to introduce and enhance the understanding of the diverse cultures in Indonesia. In this application, the Linear Congruential Generator (LCG) method is used to arrange the sequence of questions and display cultural image content to the players. The purpose of this application is to provide an enjoyable gaming experience while offering profound insights into the cultural diversity in Indonesia. The LCG method is employed to randomize the sequence of questions, ensuring that players encounter variations in cultural images each time they start a new game. Overall, the design of the educational game application "Guess the Cultural Diversity Pictures" using the LCG method on the Android platform represents a smart step in leveraging technology for educational purposes. This application is expected to contribute to enhancing the understanding and appreciation of diverse cultures in Indonesia, all while providing an enjoyable gaming experience.
Key Word: *Android, Game Education, Linear Congruential Generator (LCG)*

PENDAHULUAN

Dalam era digital saat ini, aplikasi *game* edukasi telah menjadi salah satu metode yang efektif dalam memfasilitasi pembelajaran yang interaktif dan menarik bagi pengguna, terutama anak-anak dan remaja. *Game* Edukasi adalah *game* digital yang dirancang untuk pengayaan pendidikan (mendukung Pengajaran dan pembelajaran), menggunakan teknologi multimedia interaktif dan mempunyai kesempatan yang baik dengan berbasis *game* (Widiastuti, 2012). Game juga sangat disarankan untuk media penyampaian informasi karena memiliki fitur yang lebih menarik dan interaktif (Tresnawati & Maulana, 2017).

Penggunaan teknologi dalam pembelajaran memungkinkan para pengembang aplikasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik sambil menjaga daya tarik visual dan interaktifitas. Aplikasi merupakan perangkat lunak (*software application)* adalah suatu subkelas perangkat lunak komputer yang memanfaatkan kemampuan komputer langsung untuk parental control melakukan suatu tugas yang diinginkan pengguna (Hermawan, 2019). Dalam konteks Indonesia, keberagaman budaya merupakan salah satu kekayaan yang perlu dipertahankan dan dipromosikan kepada generasi muda. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi *game* edukasi yang dapat memperkenalkan keberagaman budaya Indonesia kepada anak-anak menjadi sebuah kebutuhan. Salah satu cara untuk meningkatkan daya tarik dan keunikan aplikasi *game* edukasi adalah dengan memadukan unsur permainan dengan unsur pendidikan. Dalam konteks ini, *game*

tebak gambar menjadi pilihan yang populer karena mendorong pemikiran kreatif dan pemecahan masalah sambil memberikan informasi yang berharga kepada pengguna. Permainan tebak gambar merupakan cara atau gaya dalam proses pembelajaran anak usia dini yang lebih sesuai untuk meningkatkan minat belajar anak sehingga proses pembelajaran terasa lebih menyenangkan (Rahayu, 2019).

Pengembangan aplikasi *game* edukasi berbasis Android memiliki beberapa keuntungan, di antaranya adalah penetrasi pasar yang luas karena popularitas perangkat Android, fleksibilitas dalam pengembangan aplikasi, dan kemampuan untuk menyediakan pengalaman interaktif yang kaya melalui layar sentuh dan fitur-fitur perangkat Android. Pemanfaatan sistem operasi android dalam smartphone sudah mencakup segala bidang, mulai dari bidang sosial, ekonomi, bahkan sampai bidang pendidikan. Dalam bidang pendidikan penggunaan *system* operasi android ini sangat massif, pengajar memanfaatkanya untuk mengembangkan pembelajaran berbasis android (Kumala & Widiyatun, 2022).

Aplikasi *game* edukasi "Tebak Gambar Keberagaman Budaya Indonesia" dirancang dengan metode LCG yang digunakan untuk menghasilkan variasi gambar-gambar yang mewakili keberagaman budaya Indonesia. Setiap kali permainan dimulai, LCG akan menghasilkan rangkaian bilangan acak yang digunakan untuk memilih gambar yang akan ditampilkan kepada pengguna. Hal ini memberikan pengalaman bermain yang berbeda setiap kali, menjaga ketertarikan pengguna terhadap permainan. *Linear Congruential Generator* adalah metode yang membangkitkan bilangan acak dengan distribusi uniform(Jeffry & Petrus, 2014).

Dengan adanya aplikasi *game* edukasi tebak gambar keberagaman budaya ini, diharapkan pengguna dapat meningkatkan pengetahuan mereka tentang budaya-budaya di Indonesia sambil tetap terlibat dalam pengalaman permainan yang menarik dan interaktif. Selain itu, aplikasi ini juga dapat menjadi sarana untuk mempromosikan dan melestarikan budaya Indonesia di kalangan generasi muda, sehingga dapat terus dihargai dan dijaga keberadaannya.

Pada pelaksanaan penelitian ini penulis perlu mempelajari penelitian-penelitian sebelum nya sebagai referensi penulis. Berikut referensi yang digunakan : Penelitian oleh Adi Jaya Kurniawan dan Catur Hermawan yang berjudul "Rancang Bangun Aplikasi Game Edukasi Pengenalan Budaya Indonesia Berbasis Android" (Kurniawan & Hermawan, 2019). Aplikasi pengenalan budaya ini telah membantu anak dalam memberikan pembelajaran, memperkenalkan dan menambah pengetahuan tentang ragam budaya Indonesia mulai dari rumah adat, pakaian adat, tarian daerah, alat musik daerah, dan senjata daerah. Melalui aplikasi ini minat anak dalam mempelajari sejarah dari keragaman budaya Indonesia bertambah dan bermanfaat untuk pelestarian budaya. Penelitian selanjutnya oleh Diana Nawang Safitri , Iskandar Fitri dan Rini Nuraini berjudul "Implementasi Metode Linear Congruential Generator Pada *Game Puzzle* Kesenian Tari" (Safitri, 2021). Dari perancangan game yang sudah dibangun, dapat diperoleh kesimpulan bahwa Metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dinilai cocok diterapkan pada *game puzzle* karena metode tersebut berfungsi untuk mengacak potongan gambar puzzle pada awal permainan meskipun terdapat beberapa kali pengulangan karena itu merupakan sifat dari metode LCG. Serta Game puzzle ini mampu membantu pengguna dalam menambah informasi dan wawasan mengenai tarian di Pulau Jawa. Penelitian terakhir yaitu oleh Karli Ramadhan, Lastri Widya Astuti dan Dwi Asa Verano yang berjudul " *Game* Edukasi Tebak Gambar Bendera Negara Menggunakan Metode *Linear Congruential Generator* (LCG) Berbasis Android(Ramadhan et al., 2015) . Hasil dari penelitian ini yaitu bahwa Perancangan *game* ini dapat dilakukan menggunakan Eclipse dibantu dengan plugin ADT dan Android SDK *Tools*. Fitur yang dimiliki oleh *game* ini adalah pengaturan dan penggunaan *image* sebagai soal acak bendera dari negara. Serta Penerapan pengacakan gambar bendera menggunakan metode LCG (*Linear Congruential Generator*) dan akan terjadi perulangan bilangan secara periodik.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian Yang Digunakan

Metode penelitian kualitatif digunakan, yang mencakup pengumpulan informasi dalam

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

bentuknya yang paling alami dalam latar yang ditentukan dengan tujuan berteori tentang fenomena yang muncul (Setiawan, 2018).

Tempat Penelitian

Tempat penelitian untuk judul "Perancangan Aplikasi *Game* Edukasi Tebak Gambar Keberagaman Budaya Menggunakan Metode *Linear Congruential Generator* (LCG) Berbasis Android" yaitu:

a) Pengumpulan data gambar keberagaman budaya dilakukan di berbagai daerah di Indonesia yang memiliki keberagaman budaya, Seperti di Jawa Tengah, Jawa Barat, Aceh atau daerah-daerah lainnya
b) Dataset gambar keberagaman budaya yang dibutuhkan untuk penelitian ini diunduh dari situs website yang ada unsur keberagaman budaya seperti kumpulan gambar pakaian adat, rumah adat, tarian daerah dan alat musik trandisional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Algoritma

Algoritma *Linear Congruential Generator* (LCG) yang digunakan dalam penelitian ini bekerja dengan cara mengacak urutan pertanyaan dalam permainan, sehingga pertanyaan yang ditampilkan kepada pemain bervariasi setiap kali permainan dimulai. Berikut adalah rumusnya :

$$Xn= ((a*x)+c) \% m \quad (1)$$

Dimana :
Zn+1= bilangan acak ke-I dari deretnya
Zn = bilangan acak sebelumnya
a = factor pengali
c = increment
m = modulus

Untuk penerapan algoritma LCG, penulis akan memberikan contoh kasus bagaimana membangkitkan bilangan acak sebanyak 9 kali. Penulis akan menggunakan nilai *seed* (a) 6, *multiplier* (pengali) 1, *increment* (c) 5, dan *modulus* (m) 9.

Penyelesaian :

X0 = 6
X1 = (1.6+5) mod 10 = 2
X2 = (1.2+5) mod 10 = 7
X3 = (1.7+5) mod 10 = 3
X4 = (1.3+5) mod 10 = 8
X5 = (1.8+5) mod 10 = 4
X6 = (1.4+5) mod 10 = 0
X7 = (1.0+5) mod 10 = 5
X8 = (2.5+7) mod 10 = 1

Dari perhitungan diatas, hasil yang diperoleh adalah 9, 7, 5, 3, 1, 8, 6, 4, 2. Perhitungan ini berhasil dalam pengacakan sehingga bilangan tidak berulang. Karena nilai modulus adalah 9, maka angka acak yang dihasilkan akan selalu dalam rentang 0 hingga 8.

Selanjutnya adalah proses implementasi ke platform Android Studio. Metode *Linear Congruential Generator* (LCG) adalah algoritma sederhana untuk menghasilkan deret angka acak berdasarkan nilai awal *(seed*) tertentu. Dalam metode LCG, ada empat parameter yang digunakan untuk menghasilkan angka acak *pseudo-random*. Keempat parameter tersebut adalah:

```
// Parameter-parameter LCG
private var lcgSeed: Long = 0 // Nilai benih (seed) untuk generator
private val lcgMultiplier: Long = 1664525
private val lcgIncrement: Long = 1013904223
private val lcgModulus: Long = 2_147_483_647
```

Gambar 1. Parameter metode *linear congruential generator*

Selanjutnya terdapat fungsi *generate Random Number* , fungsi ini mengimplementasikan LCG untuk menghasilkan angka acak. Metode LCG digunakan untuk mengacak urutan pertanyaan dalam daftar pertanyaan sebelum tampilannya diberikan kepada pengguna. Fungsi ini menghitung nilai benih baru berdasarkan benih sebelumnya menggunakan rumus LCG. Berikut adalah potongan kodenya:

```
private fun generateRandomNumber(): Long {
    lcgSeed = (lcgMultiplier * lcgSeed + lcgIncrement) % lcgModulus
    return lcgSeed
}
```

Gambar 2. Implementasi rumus LCG

Selanjutnya dengan mengimplementasikan fungsi *shuffleQuestions* untuk mengacak daftar pertanyaan menggunakan LCG, daftar pertanyaan akan diacak setiap kali permainan dimulai atau ketika pengguna menyelesaikan semua pertanyaan. Hal ini akan menciptakan urutan pertanyaan yang acak setiap kali permainan dimainkan ulang. Berikut adalah potongan kodenya :

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

```
private fun shuffleQuestions() {
    for (i in mQuestionsList.size - 1 downTo 1) {
        val randomIndex = (generateRandomNumber() % (i + 1)).toInt()
        val temp = mQuestionsList[i]
        mQuestionsList[i] = mQuestionsList[randomIndex]
        mQuestionsList[randomIndex] = temp
    }
}
```

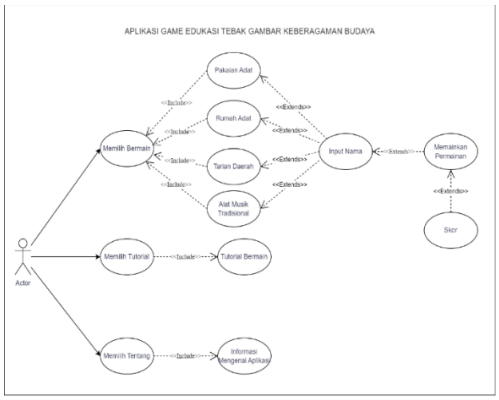
Gambar 3. Implementasi fungsi pengacakan pertanyaan

Pembahasan algoritma tersebut memberikan gambaran tentang bagaimana *game* edukasi tebak gambar keberagaman budaya menggunakan metode LCG. Algoritma ini menawarkan permainan yang menyenangkan dan edukatif, serta memberikan variasi dalam setiap sesi permainan, sehingga memberikan pengalaman bermain yang menarik bagi pemain.

Pemodelan Perangkat Lunak

Use Case Diagram

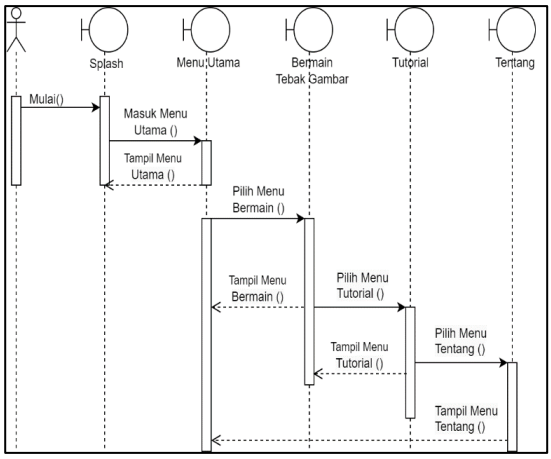
Use case diagram menjelaskan interaksi antara aktor dan *use case* dalam sistem. Aktor mewakili pengguna atau subsistem lain yang berinteraksi dengan sistem. *Use case* menggambarkan fungsionalitas sistem. *Use case diagram* yang disarankan untuk sistem ini hanya memiliki satu aktor, yaitu pengguna.



Gambar 4. *Use Case* diagram

Sequence Diagram

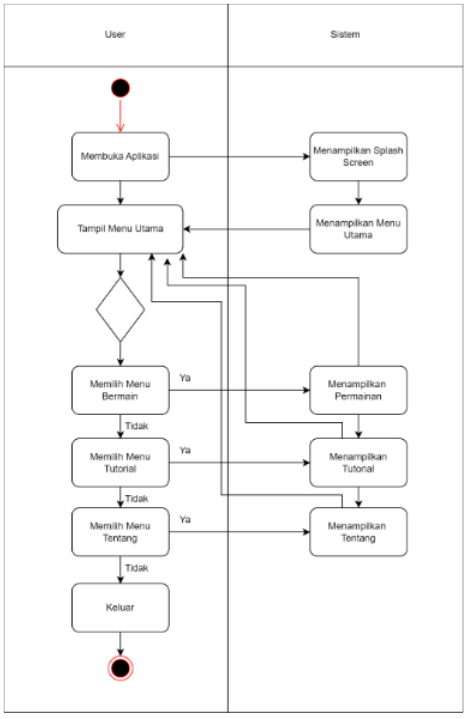
Sequence Diagram adalah jenis diagram yang digunakan dalam rekayasa perangkat lunak dan analisis sistem untuk menggambarkan interaksi antara objek-objek dalam suatu skenario tertentu. Diagram ini mengilustrasikan bagaimana objek-objek berkomunikasi satu sama lain dan berinteraksi dalam suatu urutan langkah atau skenario tertentu.



Gambar 5. *Squence* diagram

Activity Diagram

Activity Diagram akan menampilkan dengan detail dan jelas bagaimana aliran data terjadi. Aktivitas yang dilakukan pengguna ketika memilih menu bermain. Sistem dimulai dari pengguna membuka aplikasi kemudian sistem menampilkan menu utama setelah itu pengguna memilih menu bermain, apabila pengguna memilih menu bermain maka sistem akan menampilkan permainan. Jika tidak, maka akan kembali ke menu utama.



Gambar 6. *Use case* diagram

Tampilan Layar

Tampilan *Splash screen*

Berikut merupakan halaman *Splash Screen*, yang akan menampilkan logo aplikasi sebagai tampilan awal ketika aplikasi mulai berjalan.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Gambar 7. Tampilan *splash screen*

Tampilan Halaman Utama

Pada halaman utama terdapat 3 *menu* pilihan yaitu, bermain, tutorial dan tentang. *Menu* bermain akan menampilkan halaman permainan, *menu* tutorial menampilkan langkah-langkah cara bermain game tebak gambar keberagaman budaya, sedangkan *menu* tentang akan menampilkan informasi mengenai aplikasi.

Gambar 8. Tampilan halaman utama

Tampilan Kategori

Pada halaman kategori terdapat 3 menu pilihan kategori yaitu Pakaian, Rumah Adat, Tarian Daerah, dan Alat Musik Tradisional.

Gambar 9. Tampilan kategori

Tampilan *Title Name*

Pada halaman ini pengguna dapat mengisi nama sebelum memulai permainan dan nama tersebut akan muncul pada halaman skor saat sudah menyelesaikan permainan.

Gambar 10. Tampilan *title name*

Tampilan Permainan Pakaian Adat

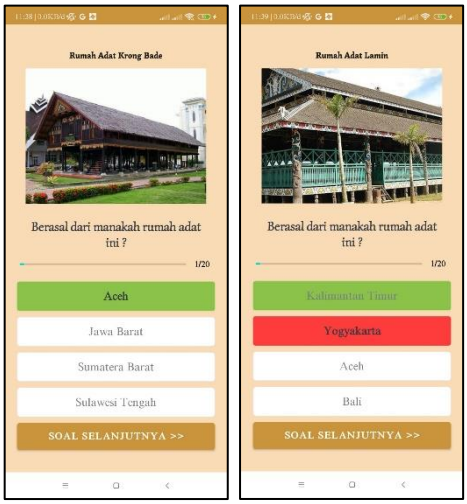
Berikut merupakan halaman tampilan permainan jika pengguna memilih kategori menu Pakaian Adat.

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

Gambar 11. Tampilan permainan pakaian adat

Tampilan Jawaban Benar dan Salah

Halaman ini merupakan tampilan saat pengguna menjawab pertanyaan dengan benar, lalu pada kolom jawaban akan berubah menjadi warna hijau. Namun jika salah, maka pada kolom jawaban akan berubah menjadi warna merah beserta jawaban benar yang berwarna hijau.



Gambar 12. Tampilan jawaban benar dan salah

Tampilan Skor

Halaman Skor merupakan halaman yang akan menampilkan nilai skor yang didapat oleh pengguna saat sudah menyelesaikan permainan.

Gambar 13. Tampilan skor

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang didapat pada perancangan aplikasi *game* edukasi tebak gambar keberagaman budaya menggunakan metode *Linear Congruential Generator* (LCG) Berbasis Android dapat disimpulkan bahwa : (1) Aplikasi ini dapat menjadi media pembelajaran alternatif untuk memperkenalkan keberagaman budaya di Indonesia untuk para pengguna. (2) Penerapan pengacakan gambar keberagaman budaya menggunakan metode LCG (*Linear Congruential Generator*) dan akan terjadi perulangan bilangan secara periodik. (3) Dengan antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami, *game* edukasi tebak gambar keberagaman budaya dapat dijadikan salah satu saran untuk memberikan semangat dalam mengenal bermacam budaya di Indonesia. (4) untuk membuat sebuah *game* yang baik diperlukan kemampuan berimajinasi dan kreatifitas yang baik, sedikit banyaknya pembuat *game* harus memahami logika pemrograman.

Bedasarkan penelitian yang sudah dilakukan, saran yang dapat penulis berikan sebagai upaya perbaikan dan perkembangan pada penelitian selanjutnya adalah dengan mengganti metode pembangkitan bilangan acak yang lebih canggih, memperluas *database* gambar budaya Indonesia, dan melakukan pembaruan konten berkala, *game*

edukasi tebak gambar keberagaman budaya Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan kesadaran, apresiasi, dan pemahaman tentang keberagaman budaya Indonesia bagi pemain. Penggunaan metode yang lebih mutakhir akan meningkatkan tantangan dalam permainan, sementara perluasan konten budaya akan memberikan pengalaman yang lebih mendalam. Dengan menerapkan saran-saran tersebut, *game* edukasi ini dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan kesadaran, apresiasi,dan pemahaman tentang keragaman budaya Indonesia bagi pemain.

DAFTAR PUSTAKA

Hermawan, R. (2019). Penerapan Aplikasi *Parental Control Screen Time* dalam Penggunaan Smartphone bagi Anak-anak. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, *4*(1).

Jeffry, J., & Petrus, J. (2014). Rancang Bangun Aplikasi Game Edukasi Puzzle Pengenalan Tokoh Sejarah Berbasis Android Dengan Metode Linear Congruential Generator (LCG).

Kumala, S. A., & Widiyatun, F. (2022). Efektifitas penggunaan media pembelajaran berbasis android sififi pada materi besaran dan satuan. *Jurnal Inovasi Penelitian*, *2*(8), 2755–2762.

Kurniawan, A. J., & Hermawan, C. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Game Edukasi Pengenalan Budaya Indonesia Berbasis Android. *Jurnal Penelitian Dosen FIKOM (UNDA)*, *10*(2).

Rahayu, E. (2019). Pengaruh Permainan Tebak Gambar Terhadap Kedisiplinan Anak Usia 5-6 Tahun di TK IT Al-Fajar Desa Kuta Galuh Kecamatan Lawe Bulan Aceh Tenggara Tahun Ajaran 2018/2019. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.

Ramadhan, K., Astuti, L. W., & Verano, D. A. (2015). Game edukasi tebak gambar bendera negara menggunakan metode Linear Congruential Generator (LCG) berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, *6*(2).

Safitri, D. N. (2021). Implementasi Metode Linear Congruential Generator pada Game Puzzle Kesenian Tari. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, *8*(1), 129–140.

Setiawan, A. A. dan J. (2018). *Metodologi Penelitian Kualitatif*.

Tresnawati, D., & Maulana, I. (2017). Perancangan Dan Pembuatan Game Edukasi Pencegahan Nyamuk Demam Berdarah Berbasis Android. *Jurnal Algoritma*, *14*(2), 358–367.

Widiastuti, N. I. (2012). Membangun Game Edukasi Sejarah Walisongo. *Komputa: Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, *1*(2).

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

PREDIKSI EMAIL PHISING MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR MACHINE

Chaerul Umam[1], L. Budi Handoko[2]

Universitas Dian Nuswantoro
Jl. Imam Bonjol No 207, Pendrikan Kidul, 50131, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia
[1]chaerul@dsn.dinus.ac.id, [2]handoko@dsn.dinus.ac.id

ABSTRAK

Email phising merupakan salah satu bentuk kejahatan di internet yang dapat merugikan banyak orang. Ketika seseorang sudah terkena phising maka data data orang tersebut dapat hilang dan digunakan oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Pada penelitian ini, akan melakukan proses klasiifkasi *email phising* dengan menggunakan bantuan *machine learning* yaitu algoritma SVM. Dataset yang digunakan pada penelitian ini yaiitu merupakan dataset yang berisi body email yang terdiri dari total 18650 data yang terdiri dari 11322 data safe email dan 7328 data *phising* email. Dari data tersebut, akan dibagi menjadi 70% data pelatihan dan 30% data pengujian. Setelah dilakukan proses pengujian pada penelitian ini, algoritma SVM yang digunakan mendapatkan akurasi pengujian sebesar 84.56%
Kata Kunci: *Email Phising, Machine Learning,* SVM, TF-IDF

ABSTRACT

Email phishing is a form of crime on the internet that can harm many people. When someone has been exposed to phishing, the person's data can be lost and used by irresponsible people. In this research, the process of classifying phishing emails will be carried out using the help of machine learning, namely the SVM algorithm. The dataset used in this research is a dataset containing body emails consisting of a total of 18650 data consisting of 11322 safe email data and 7328 phishing email data. From this data, it will be divided into 70% training data and 30% testing data. After the testing process in this study, the SVM algorithm used obtained a testing accuracy of 84.56%.
Key Word: *Phising Email, Machine Learning, SVM, TF-IDF*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat. Tentunya hal ini menguntungkan kita karena berkat teknologi dapat mempermudah aktivitas kita. Bidang telekomunikasi juga berkembang pesat dengan berkembangnya teknologi internet, membantu masyarakat untuk berkomunikasi dimana saja dan kapan saja. Namun dampak *negative* yang ditimbulkan oleh kemajuan teknologi adalah meningkatnya penipuan yang dilakukan melalui internet. Salah satu kemungkinan penipuan adalah *phishing*. *Phishing* adalah cara yang mengeksploitasi pengguna Internet untuk mendapatkan informasi penting dan sensitif dari pengguna tersebut (Salloum et all, 2022). Oleh karena itu, ketika data diperoleh, data tersebut dapat menjadi ancaman dari pelakukepada pihak yang dirugikan agar pihak yang dirugikan dapat membayar uang tebusan agar data tersebut tidak diungkapkan. Data tahun 2020 menunjukkan bahwa 75% bisnis dan organisasi mengalami serangan phishing dan 96% serangan phishing terjadi melalui email (Alhogail et.all, 2021). Oleh karena itu, penting untuk dapat melakukan proses pengklasifikasian email yang diterima agar kami dapat memastikan bahwa email tersebut bukanlah email phishing yang dapat menimbulkan kerugian bagi pihak-pihak yang terlibat.

Machine learning merupakan salah satu bagian dari teknologi kecerdasan buatan (AI), dimana komputer dapat melakukan proses pembelajaran secara mandiri tanpa harus diprogram terlebih dahulu (Bi et.al, 2019) untuk dapat melakukan proses pembelajaran secara pertunjukan. Dalam proses pembelajaran data, pembelajaran mesin dibagi menjadi 3 metode, yaitu pembelajaran yang diawasi atau pembelajaran dari data yang ditargetkan, pembelajaran tanpa pengawasan atau model yang dibangun yang dapat belajar dari data dan menentukan Identifikasi tujuan atau hasil yang terkandung dalam data.berdasarkan kesamaan antara data, data lain dan juga model pembelajaran penguatan atau tindakan untuk melakukan sesuatu dan menerima imbalan berupa

p-ISSN:2527-5321
e-ISSN:2527-5941

imbalan atau hukuman berupa umpan balik terhadap angka kinerja pembelajaran model tersebut (Sah et. al, 2020). *Support vector machine* merupakan algoritma pembelajaran mesin pencari hyperplane, dimana *hyperplane* digunakan untuk membagi kelas data dan merupakan *hyperplane* yang paling optimal serta mempunyai amplitudo tertinggi di setiap kelasnya (Boateng et. al, 2020), sehingga hyperplane tersebut dekat dengan sampel data kedua kelas. Oleh karena itu, SVM merupakan metode yang memberikan kinerja klasifikasi data yang baik dibandingkan dengan algoritma klasifikasi lainnya (Muthukrishnan et. al, 2020).

Vectorizer TF-IDF adalah metode yang digunakan untuk melakukan konversi teks ke vektor (Kumar et. al, 2020). Selama proses ini, Term Frekuensi Invers Dokumen Frekuensi atau TF-IDF juga digunakan untuk menghitung pentingnya kata-kata yang muncul dalam dokumen menggunakan metode statistik (Akuma et. al, 2020). Melalui ini, data yang diperoleh dapat digunakan untuk pelatihan dan pengujian model. Matriks konfusi adalah matriks yang dapat digunakan untuk menghitung kinerja suatu model (Krstinić et. al, 2020) menggunakan presisi, akurasi, recall serta poin f1. Dengan nilai-nilai tersebut maka dapat dilakukan perhitungan kinerja dan dapat diketahui kualitas model yang dibangun yang dapat melakukan proses klasifikasi.

Tujuan dilakukannya proses penelitian ini yaitu agar dapat membangun model yang dapat membantu melakukan proses klasifikasi email phising sehingga orang tidak terkena phising melalui email. Sedangkan tujuan melakukan proses klasifikasi dengan menggunakan algoritma SVM yaitu karena algoritma ini merupakan algoritma yang baik untuk melakukan proses klasifikasi data.

Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh M.O.Khairandish a, M. Sharma b, V. Jain c, J.M. Chatterjee d dan N.Z. Jhanjhi e, membahas tentang klasifikasi dan deteksi tumor otak menggunakan kombinasi metode CNN dan SVM. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model yang mampu melakukan proses klasifikasi tumor otak ganas dan jinak berdasarkan citra MRI otak dengan ekstraksi ciri menggunakan CNN dan proses klasifikasi berbantuan SVM. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pengujian penelitian ini mempunyai akurasi sebesar 98,4959%. Dalam penelitian yang dilakukan oleh R.Vijayarajeswari, P.Parthasarathy, S.Vivekanandan dan A.Alavudeen Basha membahas tentang membangun model menggunakan kombinasi SVM dan Hough Transform untuk melakukan proses klasifikasi jenis kanker payudara. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kanker payudara secara otomatis berdasarkan gambar mamografi. Hasil yang diperoleh setelah selesai mencapai akurasi pengujian sebesar 94%.

METODE PENELITIAN

Dataset yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu merupakan dataset email phising yang didapatkan dari website kaggle.com dengan judul Phising Email Detection. Dengan total data yang digunakan yaitu sebanyak 18650 data email phising yang terdiri dari 11322 data safe email dan 7328 data phising email. Untuk visualisasi dataset diberikan pada Gambar 1.

	Email Text	Email Type
0	re : 6 . 1100 , disc : uniformitarianism , re ...	Safe Email
1	the other side of * galicismos * * galicismo *...	Safe Email
2	re : equistar deal tickets are you still avail...	Safe Email
3	\nHello I am your hot lil horny toy.\n I am...	Phishing Email
4	software at incredibly low prices (86 % lower...	Phishing Email

Gambar 1. Dataset penelitian

Dari total 18650 data citra tersebut, akan dibagi menjadi 70% data pelatihan dan 30% data pengujian. Yang dimana data pelatihan digunakan agar model dapat berlatih mengenali pola dari data. Sedangkan, data pengujian berguna untuk melakukan proses evaluasi performa model dalam melakukan proses klasifikasi.

Support Vector Machine merupakan algoritma yang akan mencari *hyperplane* dimana *hyperplane* tersebut merupakan hyperplane yang paling optimal dan memiliki amplitudo tertinggi di setiap kelasnya (Boateng et. al, 2020) untuk membagi data ke dalam kelas-kelas yang ada. Untuk rumus SVM diberikan pada poin 1, 2 dan 3.

$$\omega * x + b \quad (1)$$

Dimana:
ω = nilai vector bobot (untuk menentukan orientasi arah dari hyperplane)
x = nilai fitur yang digunakan dalam bentuk vector
b = nilai bias (nilai ruang jarak hyperplane menuju titik asal (0,0) pada lingkup ruang fitur)

$$Margin = \frac{2}{||\omega||} \quad (2)$$

Dimana ||ω|| = nilai Panjang dari vector bobot pada SVM

$$Maksimal \ \frac{2}{||\omega||} \ dengan \ batas \ z_i(\omega * x_i + b) \geq 1 \ untuk \ data \ pelatihan \ (x_i, z_i) \quad (3)$$

Dimana dengan memaksimalkan margin dengan Batasan setidaknya jarak 1 dari hyperplane dengan nilai z_i merupakan nilai target pada data yang diberikan dan x_i merupakan nilai fitur dari data. Vectorizer TF-IDF (*Term Frekuensi-Inverse Document* Frekuensi) adalah metode yang digunakan untuk melakukan proses konversi teks ke format vektor dan juga digunakan untuk melakukan proses penghitungan kemunculan kata-kata penting dalam dokumen dengan menggunakan metode statistik. Rumus TF-IDF diberikan pada poin 6. Pada proses ini kita akan mencari nilai TF yang digunakan untuk mengukur frekuensi kemunculan katadalam dokumen. Rumus TF diberikan pada poin 5. Kemudian, nilai IDF digunakan untuk menentukan kepentingan kata secara keseluruhan dalam keseluruhan isi dokumen. Rumus IDF diberikan pada poin 4

$$TF(kata, dokumen) = \frac{jumlah \ muncul \ kata \ dalam \ dokumen}{total \ kata \ dalam \ dokumen} \quad (4)$$

$$IDF(kata, korpus) = \log\left(\frac{total \ dokumen \ dalam \ korpus}{jumlah \ dokumen \ yang \ mengandung \ kata + 1}\right) + 1 \quad (5)$$

$$TFIDF(kata, dokumen, korpus) = TF(kata, dokumen) * IDF(kata, korpus) \quad (6)$$

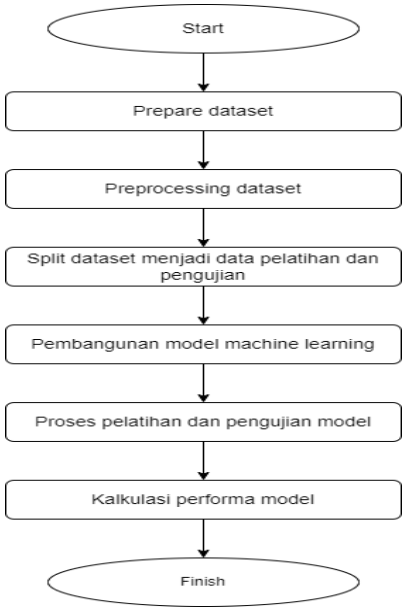
Confusion matrix adalah matriks yang dapat digunakan untuk menghitung performa suatu model menggunakan nilai presisi, akurasi, recall, serta nilai f1-score. Dengan demikian kita dapat mengetahui kualitas model yang dibangun untuk dapat melakukan proses klasifikasi. Pada poin 7 disajikan rumus perhitungan keakuratan prediksi model. Poin 8 menunjukkan rumus yang menentukan performa model dalam membuat prediksi akurat untuk setiap data atau kelas yang ada. Sedangkan poin 9 menyajikan rumus untuk mencari nilai keselarasan atau keseimbangan antara nilai presisi dan nilai recall yang diperoleh sebelumnya.

$$Presisi = \frac{Pos \ benar}{Pos \ benar + Pos \ salah} \quad (7)$$

$$Recall = \frac{Pos \ benar}{Pos \ benar + Neg \ salah} \quad (8)$$

$$F1 - Score = 2 * \frac{Presisi * Recall}{Presisi + Recall} \quad (9)$$

Pada penelitian ini, akan menggunakan IDE Jupyter Notebook dan Bahasa pemrograman python untuk melakukan proses klasifikasi *email phising*. Untuk alur proses klasifikasi diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan penelitian

Gambar 2 menunjukkan urutan penelitian yang akan dilakukan. Pertama-tama, dalam penelitian ini, data akan dibaca. Kemudian setelah data dibaca maka dilakukan preprocessing data yaitu proses

menghilangkan stopword dan proses mengubah data teks menjadi vektor. Setelah data diolah terlebih dahulu, makadata tersebut dibagi menjadi 70% data untuk pelatihan dan 30% data untuk pengujian. Anda kemudian dapat membuat model SVM. Setelah data dan model penggunaan telah disiapkan, pelatihan dan pengujian model dapat dilakukan dan akurasi serta kinerja model saat melakukan proses klasifikasi dapat dihitung menggunakan matriks konfusi setelah pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, proses pengujian akan menggunakan IDE Jupyter notebook dan Bahasa pemrograman python untuk dapat melakukan proses klasifikasi terumbu karang. Setelah data citra terumbu karang disiapkan dan di proses, maka selanjutnya akan melakukan proses pelatihan model.

Setelah model dilakukan proses pelatihan untuk dapat mengenali pola dari data, maka model tersebut dilakukan proses pengujian dengan menggunakan data pengujian agar dapat diketahui performa model yang dibangun. Untuk hasil pengujian untuk proses klasifikasi email phising pada penelitian ini mendapatkan akurasi sebesar 97% dan dengan nilai nilai perform jika dihitung dengan confusion matrix yang sudah didapatkan diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai confusion matrix

Keterangan	Nilai
Akurasi	97%
Presisi	97%
Recall	94%
F1-Score	95%

Tabel 1 menunjukkan hasil klasifikasi dengan menggunakan algoritma SVM. Dapat terlihat dari tabel 1 bahwa model yang dibangun memiliki nilai keakuratan prediksi yang sangat baik yaitu sebesar 97%, nilai ketepatan prediksi pada semua kelas yang sangat baik juga yaitu sebesar 94% dan nilai harmonic yang baik antara presisi dan recall yaitu sebesar 95%. Dari nilai nilai tersebut, maka dapat dilihat bahwa model yang dibangun dapat melakukan proses klasifikasi dengan baik dan dapat menghasilkan keakuratan prediksi sehingga dapat dengan baik membantu dalam melakukan proses klasifikasi *email phising.*

SIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan proses pelatihan dan pengujian dengan menggunakan algoritma SVM untuk melakukan proses klasifikasi email phising maka dapat disimpulkan bahwa metode SVM dapat dengan baik melakukan proses klasifikasi data terutama email phising sehingga dapat membantu Masyarakat untuk dapat tidak tertipu karena phising lagi.

Pada penelitian selanjutnya, diharapkan untuk dapat melakukan proses klasifikasi dengan model lainnya seperti naïve bayes classifier, random forest, KNN, decision tree, dan lainnya sehingga dapat dilakukan proses perbandingan metode mana yang terbaik untuk melakukan proses klasifikasi email phising.

DAFTAR PUSTAKA

Salloum, S., Gaber, T., Vadera, S., & Shaalan, K. (2022). *A Systematic Literature Review on Phishing Email Detection Using Natural Language Processing Techniques*. In IEEE Access (Vol. 10, pp. 65703–65727). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3183083

Alhogail, A., & Alsabih, A. (2021). *Applying machine learning and natural language processing to detect phishing email*. *Computers and Security*, 110. https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102414

Bi, Q., Goodman, K. E., Kaminsky, J., & Lessler, J. (2019). *What is machine learning? A primer for the epidemiologist*. *American Journal of Epidemiology*, 188(12), 2222–2239. https://doi.org/10.1093/aje/kwz189

Sah, S. (2020). *Machine Learning: A Review of Learning Types*. https://doi.org/10.20944/preprints202007.0230.v1

Boateng, E. Y., Otoo, J., & Abaye, D. A. (2020). *Basic Tenets of Classification Algorithms K-Nearest-Neighbor, Support Vector Machine, Random Forest and Neural Network: A Review*. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 08(04), 341–357. https://doi.org/10.4236/jdaip.2020.84020

Muthukrishnan, S., Krishnaswamy, H., Thanikodi, S., Sundaresan, D., & Venkatraman, V. (2020). *Support vector machine for modelling and simulation of heat exchangers*. Thermal Science, 24(1PartB), 499–503. https://doi.org/10.2298/TSCI190419398M

V. Kumar and B. Subba, "*A TfidfVectorizer and SVM based sentiment analysis framework for text data corpus," 2020 National Conference on Communications (NCC),* Kharagpur, India, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/NCC48643.2020.9056085.

Akuma, S., Lubem, T., & Adom, I. T. (2022). *Comparing Bag of Words and TF-IDF with different models for hate speech detection from live tweets*. International Journal of Information Technology (Singapore), 14(7), 3629–3635. https://doi.org/10.1007/s41870-022-01096-4

Krstinić, D., Braović, M., Šerić, L., & Božić-Štulić, D. (2020). *Multi-label Classifier Performance Evaluation with Confusion Matrix*. 01–14. https://doi.org/10.5121/csit.2020.100801

Khairandish, M. O., Sharma, M., Jain, V., Chatterjee, J. M., & Jhanjhi, N. Z. (2022). *A Hybrid CNN-SVM Threshold Segmentation Approach for Tumor Detection and Classification of MRI Brain Images*. IRBM, 43(4), 290–299. https://doi.org/10.1016/j.irbm.2021.06.003

Styawati, S., & Mustofa, K. (2019). *A Support Vector Machine-Firefly Algorithm for Movie Opinion Data Classification*. IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems), 13(3), 219. https://doi.org/10.22146/ijccs.41302

Vijayarajeswari, R., Parthasarathy, P., Vivekanandan, S., & Basha, A. A. (2019*). Classification of mammogram for early detection of breast cancer using SVM classifier and Hough transform. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 146, 800–805. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.05.083

Ma, T. M., Yamamori, K., & Thida, A. (2020). *A Comparative Approach to Naïve Bayes Classifier and Support Vector Machine for Email Spam Classification*. 2020 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2020, 324–326. https://doi.org/10.1109/GCCE50665.2020.9291921