



UNIVERSITAS UDAYANA

Volume 2, Nomor 4, Agustus 2024

JNATIA

Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya

Program Studi Informatika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Udayana

Susunan Dewan Redaksi
Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya (JNATIA)
Volume 2, Nomor 4, Agustus 2024

Penanggung Jawab

Prof. Dra. Ni Luh Watiniasih, M.Sc., Ph.D.

Ketua Redaktur

I Gede Surya Rahayuda, M.Kom.

Editor

Drs. I Wayan Santiyasa, M.Si.
Dr. Dra. Luh Gede Astuti, M.Kom.
Ida Bagus Made Mahendra, S.Kom., M.Kom.
I Gede Arta Wibawa, S.T., M.Kom.
I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan, S.Kom., M.Cs.
I Made Widhi Wirawan, S.Si., M.Si., M.Cs.

Desain Grafis

I Gede Yogananda Adi Baskara
I Gusti Agung Ayu Gita Pradnyaswari Mantara

Fotografer

I Kadek Agus Candra Widnyana
I Komang Dwiprayoga

Sekretariat

Ni Ketut Alit Widiastuti, S.Kom.
Anak Agung Raka Darmawan, S.Kom.
I Putu Herryawan, S.Kom.

Reviewer

Dr. Ir. I Ketut Gede Suhartana, S.Kom., M.Kom., IPM., ASEAN.Eng.
I Gede Arta Wibawa, S.T., M.Kom.
I Made Widiartha, S.Si., M.Kom.
Ida Bagus Made Mahendra, S.Kom., M.Kom.
Ida Bagus Gede Dwidasmara, S.Kom., M.Cs.
Gst. Ayu Vida Mastrika Giri, S.Kom., M.Cs.
I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, S.Kom., M.Kom.
Dr. Ngurah Agus Sanjaya ER, S.Kom., M.Kom.
I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan, S.Kom., M.Cs.

Luh Arida Ayu Rahning Putri, S.Kom., M.Cs.
Agus Muliantara, S.Kom., M.Kom.
Dra. Luh Gede Astuti, M.Kom.
Cokorda Rai Adi Pramartha, S.T., M.M., Ph.D.
I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, S.T., M.Cs.
Dr. Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, S.Si., M.Eng.
I Gede Santi Astawa, S.T., M.Cs.
Dr. Made Agung Raharja, S.Si., M.Cs.
I Komang Ari Mogi, S.Kom., M.Kom.
Ida Ayu Gde Suwiprabayanti Putra, S.Kom., M.T.
I Putu Gede Hendra Suputra, S.Kom., M.Kom.
Dr. Drs. I Wayan Santiyasa, M.Si.
I Gede Surya Rahayuda, M.Kom.
I Wayan Supriana, S.Si., M.Cs.

Daftar Isi

Impelementasi Kriptografi RSA dan XOR Cipher Untuk Enkripsi Citra Digital KTP Gede Krisna Surya Artajaya, Agus Muliantara	665-672
Penerapan Teknik Steganografi LSB Pada Format Gambar Modern I Gusti Ngurah Febri Ananda Krisna, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati	673-680
Perancangan UI/UX pada Aplikasi Rental Kendaraan dengan Menggunakan Metode Design Thinking Ni Luh Gede Ananda Puja Cahyani, Cokorda Rai Adi Pramatha	681-688
Perancangan Sistem Steganografi Berbasis Transformasi Wavelet Diskrit Terintegrasi Algoritma Rijndael dan QR-Code I Putu Rizky Pratama Putra, Gst. Ayu Vida Matrika Giri	689-698
Analisis Microinteractions pada Aplikasi Manajemen Keuangan dengan Metode System Usability Scale Ni Wayan Diyarini, I Gede Arta Wibawa	699-708
Analisis Emosi Anjing Melalui Klasifikasi Citra untuk Deteksi Ekspresi Wajah Hewan Peliharaan I Gede Surya Adi Pradana, I Gede Santi Astawa	709-716
Simulasi Smarthome Menggunakan Cisco Packet Tracer Ahmad Royyan Fath, I Gede Surya Rahayuda	717-726
Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Penjaluran Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process Putu Yuki Parmawati, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan	727-736
Rancangan Sistem Cari dan Temu Barang Hilang di Universitas Udayana Berbasis Web Zerina Nur Salsabila, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra	737-746
Implementasi SHA-256 Dalam Program Verifikasi Originalitas Video Sebelum dan Sesudah Proses Kriptografi Daniel Surya Wijaya, I Ketut Gede Suhartana	747-752
Sistem Rekomendasi Produk pada E-commerce Menggunakan Metode User-Based Collaborative Filtering Devon Vivian Gunawan, I Komang Ari Mogi	753-760
Perancangan Ontologi: Pendekatan Representasi Pengetahuan Topeng Bali Ni Nyoman Sukma Prasetyadewi Gita, I Made Widhi Wirawan	761-770
Implementasi Metode Analytical Hierarchy Process dalam Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Baru Submission Ida Bagus Putu Ryan Paramasatya Putra, I Made Widiartha	771-780
Analisis Sentimen Ulasan Aplikasi GoTube Menggunakan Naive Bayes Berbasis Particle Swarm Optimization Maedelien Tiffany Kariesta Simatupang, I Putu Gede Hendra Suputra	781-790

Perancangan User Interface Aplikasi Layanan Kesehatan Mental Melalui Pendekatan Design Thinking Ni Made Viona Rara Santhi, I Wayan Santiyasa	791-800
Case-Based Reasoning Untuk Diagnosis Penyakit Campak Menggunakan Metode Bayesian Model I Wayan Adhi Surya Gemilang, I Wayan Supriana	801-806
Perancangan UI/UX Website Pengenalan Budaya Bali dengan Metode User Centered Design Ida Ayu Made Putri Santiani, I Wayan Supriana	807-814
Evaluasi Pada Aplikasi Belajar Programming Menggunakan System Usability Scale I Komang Bisma Bendesa Jaya, Ida Ayu Gde Suwiprabayanti Putra	815-820
Perancangan Ontologi Untuk Sistem Rekomendasi Tempat Makan di Bali Ni Putu Diva Damayanthi, Ida Ayu Gde Suwiprabayanti Putra	821-828
Rancangan Sistem Monitoring Penyimpanan Beras Menggunakan IoT Berbasis Website Ida Bagus Satrya Masyana Citarsa, Ida Bagus Gede Dwidasmara	829-838
Klasifikasi Kematangan Buah Manggis Dengan Algoritma Support Vector Machine (SVM) I Kadek Angga Kusuma Diatmika, Luh Arida Ayu Rahning Putri	839-846
Klasifikasi Ngengat Dan Kupu-Kupu Menggunakan Metode GLCM dan Support Vector Machine I Dewa Made Mardana, Luh Gede Astuti	847-854
Penentuan Akor Piano Dengan Algoritma Short Time Fourier Transform Theresia Angel Oktarina Pasaribu, Luh Gede Astuti	855-860
Pengelompokan Lagu Populer untuk Musik Gym Menggunakan Metode K-Means Clustering Pande Nyoman Weda Wesnawa, Made Agung Raharja	861-868
Analisis Sentimen dengan Logistic Regression untuk Deteksi Kata pada Livin' by Mandiri Ni Made Gita Satviki Nirmala, Ngurah Agus Sanjaya ER	869-878
Implementasi Algoritma Yolo untuk Deteksi Buah Durian dan Manggis I Putu Aditya Pradana, Ngurah Agus Sanjaya ER	879-886

Impelementasi Kriptografi RSA dan XOR Cipher untuk Enkripsi Citra Digital KTP

Gede Krisna Surya Artajaya^{a1}, Agus Muliantara^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹krisnasurya09@gmail.com
²muliantara@unud.ac.id

Abstract

The advancement of technology has led to innovative solutions in administrative sectors, exemplified by the introduction of "KTP Digital". However, not everyone has adopted "KTP Digital" and is still relying on scanned copies of identity cards that can expose digital image data to security vulnerabilities. This study addresses these vulnerabilities by proposing encryption techniques. Utilizing RSA and XOR Cipher algorithms, this research demonstrates effective encryption and decryption of digital image data. Evaluation metrics, including Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), confirm minimal similarity between plain and cipher images, indicating robust encryption. Specifically, PSNR values for plain vs. cipher images range from 7 to 8 dB, well below 10 dB, indicating a very significant difference. Additionally, high PSNR values between original and decrypted plain images, which is 100 dB, suggest negligible data alteration post decryption confirming that the decryption process successfully restores the image to its original state.

Keywords: Cryptography, Encrypting, Decrypting, RSA, XOR Cipher

1. Pendahuluan

Dewasa ini perkembangan teknologi telah membantu dalam segala aspek kehidupan, termasuk dalam keperluan administratif. Hadirnya KTP digital sebagai inovasi pemerintah dalam upaya mempermudah dan mempercepat proses administrasi sekaligus memberikan keamanan dalam mencegah pemalsuan atau penyalahgunaan data kependudukan. KTP digital adalah kartu tanda penduduk dalam bentuk aplikasi di *smartphone* (ponsel pintar) yang dilengkapi QR Code [1]. Meskipun demikian, penggunaan KTP digital masih belum sepenuhnya umum di masyarakat. Banyak orang masih mengandalkan KTP fisik, yang sering kali memerlukan pemindaian (*scan*) untuk berbagai keperluan, seperti saat melamar pekerjaan. Tentunya cara ini memiliki risiko yang lebih, di mana hasil pemindaian yang berupa citra digital lebih rentan dengan ancaman keamanan seperti pencurian data sensitif dari KTP sehingga diperlukan teknik untuk melindungi data tersebut. Salah satu teknik dalam penanganan ancaman keamanan pada citra digital adalah dengan mengenkripsi data citra sehingga tidak terbaca oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Teknik enkripsi pada gambar merupakan teknik enkripsi yang mengubah informasi atau format pada gambar ke dalam bentuk informasi atau format gambar lain yang sulit dimengerti atau dibaca oleh pihak lain [2]. Pada penelitian ini penulis menggabungkan algoritma RSA dengan algoritma XOR Cipher dalam melakukan enkripsi data pada citra. Algoritma RSA merupakan algoritma kriptografi asimetris, yang artinya kunci untuk mengenkripsi dan mendekripsi file berbeda. Sementara XOR Cipher merupakan algoritma kriptografi simetris, di mana kunci untuk mengenkripsi dan mendekripsi file adalah sama. Penggabungan kedua algoritma ini bertujuan untuk mendapatkan keamanan yang lebih tinggi lagi. Kemudian untuk menguji efektivitas enkripsi dari penggabungan algoritma RS dengan algoritma XOR Cipher digunakan pengujian PSNR, yakni dengan membandingkan citra asli dengan citra terenkripsi. Penelitian terkait enkripsi citra yang pernah dilakukan salah satunya adalah penelitian enkripsi gambar yang menggunakan algoritma RSA yakni Aplikasi Algoritma RSA dalam Enkripsi dan Dekripsi Gambar [2]. Penelitian tersebut dilakukan dengan mengaplikasikan enkripsi RSA pada tiap bit warna dalam bit R, G, B sebuah gambar. Hasil dari penelitian tersebut adalah gambar yang dienkripsi menggunakan RSA

sangat berbeda dengan gambar aslinya. Jurnal selanjutnya adalah Implementasi Algoritma XOR Pada Citra Sebagai Pengamanan Pengajuan Hak Merek [3]. Di mana pada penelitian ini dilakukan enkripsi pada gambar menggunakan algoritma XOR, dengan hasil algoritma XOR dapat digunakan untuk enkripsi dan dekripsi gambar dengan baik.

2. Metode Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan mengembangkan program kriptografi dengan tujuan untuk mengenkripsi data pada citra digital menggunakan algoritma RSA dan XOR Cipher. Alur dalam penelitian ini dimulai dari pengumpulan data terkait penelitian, kemudian melakukan pengembangan aplikasi, di mana setelah aplikasi telah dibuat maka dilakukan pengujian PSNR untuk menguji hasil dari enkripsi dan dekripsi gambar KTP dari aplikasi.

2.1. Kajian Pustaka

a. Kriptografi

Secara etimologi kriptografi berasal dari bahasa Yunani yakni *crypto* yang berarti tersembunyi dan *graphien* yang berarti menulis. Kriptografi merupakan ilmu yang mempelajari metode untuk mengirim pesan secara rahasia atau disamarkan sehingga hanya penerima yang dituju yang dapat menghapus penyamaran dan membaca pesan yang dikirim [4]. Dalam kriptografi pesan (data atau informasi) yang dapat dibaca dan dipahami disebut dengan *plaintext* sedangkan pesan yang telah disandikan sehingga tidak bermakna lagi disebut dengan *ciphertext*. Proses penyandian *plaintext* menjadi *ciphertext* disebut dengan enkripsi sedangkan untuk mengembalikan *ciphertext* menjadi *plaintext* disebut dengan dekripsi [5]. Secara umum kriptografi diklasifikasikan menjadi dua, yaitu kriptografi simetris dan kriptografi asimetris. Kriptografi simetris adalah algoritma kriptografi yang menggunakan satu kunci untuk mengenkripsi dan mendekripsi pesan. Kriptografi asimetris adalah algoritma kriptografi yang menggunakan dua kunci, yakni kunci publik untuk mengenkripsi dan kunci privat untuk mendekripsi pesan.

b. Algoritma RSA

Algoritma RSA (Rivest, Shamir, Adleman) adalah algoritma kriptografi asimetris. Proses enkripsi dan dekripsi dari algoritma RSA ini didasari pada proses matematika khususnya pada konsep bilangan prima dan aritmatika modulo untuk menghasilkan kunci rahasia untuk melakukan proses enkripsi dan dekripsi [6]. Berikut ini merupakan cara kerja dari algoritma RSA:

- a. Pilih dua bilangan prima p dan q
- b. Hitung nilai n , di mana $n = p * q$ (1)
- c. Hitung nilai $\phi(n)$, di mana $\phi(n) = (p - 1) * (q - 1)$ (2)
- d. Pilih sebuah bilangan bulat e sebagai kunci publik dengan syarat e harus relatif prima terhadap $\phi(n)$
- e. Hitung kunci dekripsi d menggunakan persamaan $ed \equiv 1 \pmod{\phi(n)}$ atau $d = e^{-1} \pmod{\phi(n)}$ (3)
- f. Kunci publik dan kunci privat dari perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:
 - Kunci publik adalah pasangan (e, n)
 - Kunci privat adalah pasangan (d, n)
- g. Untuk melakukan enkripsi hitung blok *ciphertext* dengan menggunakan persamaan $c = me \pmod n$, di mana c adalah *ciphertext* dan m adalah *plaintext* (4)
- h. Untuk melakukan dekripsi hitung blok *plaintext* dengan menggunakan persamaan $m = cd \pmod n$ (5)

c. Algoritma XOR Cipher

Algoritma XOR Cipher adalah algoritma kriptografi simetris. Proses dari enkripsi XOR Cipher adalah dengan melakukan operasi XOR *plaintext* dengan kunci sehingga menghasilkan *ciphertext*. Sedangkan proses dari dekripsi XOR Cipher adalah dengan melakukan operasi XOR *ciphertext* dengan kunci sehingga menghasilkan *plaintext* [7]. Operasi dari XOR mengikuti aturan sebagai berikut:

Tabel 1. Aturan Operasi XOR

A	B	A ⊕ B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

d. PSNR

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) merupakan sebuah metode perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut [8]. Nilai pada PSNR dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Dalam PSNR semakin besar nilai yang dihasilkan dari perbandingan PSNR maka semakin mirip dengan citra aslinya. Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai PSNR:

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{MAX_i}{\sqrt{MSE}} \right) \tag{6}$$

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_i^m \sum_j^n |I_{(i,j)} - K_{(i,j)}|^2 \tag{7}$$

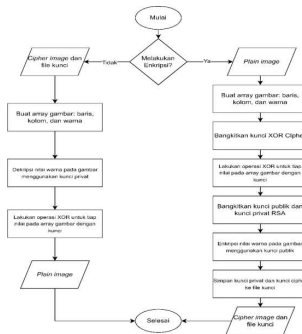
Keterangan:

- MAX_i = Nilai maksimum piksel pada citra
- m = panjang citra (dalam piksel)
- n = panjang citra (dalam piksel)

- ij = koordinat masing-masing piksel
- I = nilai intensitas citra asli
- K = nilai intensitas citra terenkripsi

Dari persamaan di atas, untuk mendapatkan nilai PSNR diperlukan nilai MSE sebagai pembagi nilai maksimum pada citra. Nilai MSE ini merupakan nilai eror kuadrat rata-rata antara citra asli (*plain image*) dengan citra yang terenkripsi (*cipher image*). Nilai MSE ini dapat bernilai nol jika tidak ada error atau perbedaan antara kedua citra tersebut yang mengakibatkan nilai PSNR mencapai tak terhingga, sehingga nilai PSNR dibatasi hanya sampai dengan 100 dB [9].

2.2. Alur Program



Gambar 2. Flowchart Sistem

Pertama, pengguna diminta untuk memilih apakah akan melakukan enkripsi atau dekripsi gambar. Pada proses enkripsi alur proses pengenkripsian gambar adalah sebagai berikut:

- a. Pengguna diminta untuk memasukkan gambar (*plain image*) yang akan dienkripsi.
- b. Program akan membuat array gambar dari *plain image* yang dimasukkan. Array tersebut berisi data baris, kolom, dan warna *plain image*.
- c. Program akan membangkitkan kunci XOR Cipher.
- d. Program melakukan operasi XOR pada setiap nilai dalam array *plain image* dengan kunci XOR Cipher.
- e. Program akan membangkitkan kunci publik dan kunci privat RSA.
- f. Program melakukan proses enkripsi nilai warna menggunakan RSA dengan kunci publik.
- g. Menyimpan *cipher image* dan file kunci untuk keperluan dekripsi.

Sedangkan alur pada proses dekripsi adalah sebagai berikut:

- a. Pengguna diminta untuk memasukkan *cipher image* dan juga file kunci.
- b. Program membuat array gambar dari *cipher image* yang berisi data baris, kolom, dan warna.
- c. Program akan melakukan dekripsi nilai warna menggunakan RSA menggunakan kunci privat dari file kunci.
- d. Program akan melakukan operasi XOR kunci cipher dari file kunci dengan data pada array *cipher image*
- e. Program akan menyimpan gambar (*plain image*) dari hasil dekripsi.

2.3. Pengujian Sistem

Pada penelitian ini, pengujian sistem dilakukan dengan mengenkripsi dan mendekripsi citra digital *dummy* sebagai representasi dari hasil *scan* KTP. Kemudian dilakukan pengujian menggunakan PSNR untuk mendapatkan nilai PSNR dari perbandingan *plain image* dengan *cipher image* dan nilai PSNR dari perbandingan *plain image* dengan *plain image* hasil dekripsi. Dalam pengujian PSNR kualitas nilai PSNR akan dianalisis mengikuti nilai pada tabel berikut:

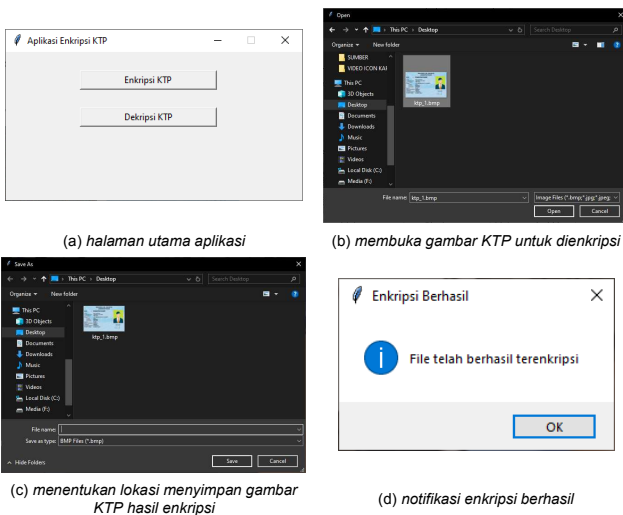
Tabel 2. Tingkat Nilai PSNR

Nilai PSNR (dB)	Kualitas Sinyal
> 30	Sangat baik
25 – 30	Baik
20 – 24	Cukup
11 - 19	Buruk
< 10	Sangat buruk

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Enkripsi Gambar KTP

Berikut merupakan penggunaan aplikasi untuk enkripsi gambar KTP:



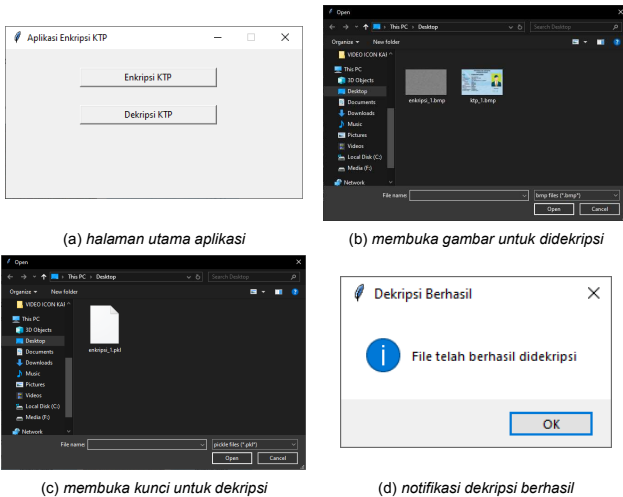
Gambar 3. Penggunaan Aplikasi Untuk Mengenkripsi Gambar KTP

Penggunaan aplikasi untuk mengenkripsi gambar dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut:

- Pengguna menjalankan aplikasi kemudian menekan tombol Enkripsi KTP
- Pengguna diminta untuk memilih gambar KTP yang ingin dienkripsi
- Pengguna diminta untuk menentukan lokasi penyimpanan gambar KTP hasil enkripsi dan kunci untuk keperluan dekripsi
- Setelah proses enkripsi selesai maka akan ada notifikasi bahwa enkripsi telah berhasil

3.2. Dekripsi Gambar KTP

Berikut merupakan penggunaan aplikasi untuk dekripsi gambar KTP:



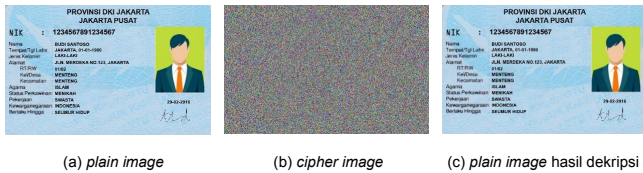
Gambar 4. Penggunaan Aplikasi Untuk Mendekripsi Gambar KTP

Penggunaan aplikasi untuk mengenkripsi gambar dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut:

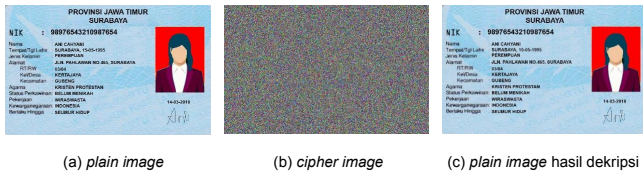
- Pengguna menjalankan aplikasi kemudian menekan tombol Dekripsi KTP
- Pengguna diminta untuk memilih gambar yang ingin dekripsi
- Pengguna diminta untuk memilih kunci untuk keperluan dekripsi
- Setelah proses dekripsi selesai maka akan ada notifikasi bahwa dekripsi telah berhasil

3.3. Hasil Enkripsi, Dekripsi, dan Pengujian PSNR

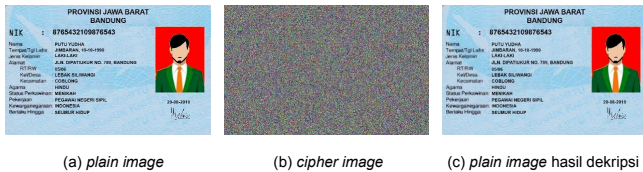
Berikut merupakan hasil dari enkripsi dan dekripsi menggunakan algoritma XOR Chiper dan RSA:



Gambar 5. Hasil Enkripsi dan Dekripsi Eksperimen 1



Gambar 6. Hasil Enkripsi dan Dekripsi Eksperimen 2



Gambar 7. Hasil Enkripsi dan Dekripsi Eksperimen 3

Dari eksperimen yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa secara visual tidak ada perubahan antara *plain image* asli dan *plain image* hasil dekripsi. *Cipher image* yang dihasilkan dari proses enkripsi juga tidak dapat dipahami karena hanya berupa *noise* warna sehingga sangat berbeda dengan gambar aslinya. Kemudian dalam pengujian dengan PSNR didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Tingkat Nilai PSNR *Plain Image* VS *Cipher Image*

Nama Image	Nilai PSNR (dB)
Ktp_dummy_1.bmp	8.499
Ktp_dummy_2.bmp	7.613
Ktp_dummy_3.bmp	7.588

Tabel 4. Tingkat Nilai PSNR *Plain Image* VS *Plain Image* Hasil Dekripsi

Nama Image	Nilai PSNR (dB)
Ktp_dummy_1.bmp	100
Ktp_dummy_2.bmp	100
Ktp_dummy_3.bmp	100

Dari tabel 3 didapat hasil dari tingkat nilai psnr *plain image* vs *cipher image* di mana nilai psnr yang didapat sangat buruk. Dalam hal ini nilai yang sangat buruk berarti hasil enkripsi dari algoritma RSA dan algoritma XOR sangat baik, karena *plain image* dan *cipher image* sangat berbeda. Sedangkan, pada tabel 4 didapat hasil nilai psnr *plain image* vs *plain image* hasil dekripsi yang sangat baik yang menandakan tidak ada perubahan antara *plain image* dengan *plain image* hasil dekripsi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah algoritma RSA dan XOR Cipher sangat baik digunakan dalam enkripsi citra digital ktp di mana dari proses enkripsi *plain image* menjadi *cipher image* menghasilkan citra digital yang sangat berbeda yang tidak dapat dipahami karena hanya berupa *noise* warna. Dan dari proses dekripsi *cipher image* kembali ke *plain image* menghasilkan citra digital yang sama sesuai dengan *plain image* sebelum enkripsi. Kemudian dari hasil pengujian PSNR didapat nilai PSNR *plain image* dan *cipher image* di bawah 10 dB atau sangat buruk yang artinya *plain image* dan *cipher image* sangatlah berbeda. Sedangkan dari hasil pengujian PSNR *plain image* dan *plain image* hasil dekripsi mendapatkan nilai yang sangat baik yang berarti tidak ada perubahan saat mendekripsi citra digital. Implementasi algoritma RSA dan algoritma XOR Cipher perlu dikembangkan lagi agar dapat diintegrasikan ke dalam berbagai *platform* untuk mengenkripsi citra digital ktp sehingga data sensitif dalam citra digital ktp dapat dijaga dari ancaman keamanan.

Daftar Pustaka

- [1] "Cara Memperoleh KTP Digital." Accessed: May 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.kominfo.go.id/content/detail/53836/cara-memperoleh-ktp-digital/0/artikel>
- [2] I. Alfaozi, "Aplikasi Algoritma RSA dalam Enkripsi dan Dekripsi Gambar," 2021.
- [3] M. F. Gunawan, "Implementasi Algoritma XOR Pada Citra Sebagai Pengamanan Pengajuan Hak Merek," 2022.
- [4] Jamaludin *et al.*, "Kriptografi Teknik Keamanan Data".
- [5] S. I. Lestaringati, "Rekayasa Internet."
- [6] J. K. Azhar and S. Yuliany, "Implementasi Algoritma RSA (Rivest, Shamir dan Adleman) untuk Enkripsi dan Dekripsi File .pdf."
- [7] Suhardi, "Aplikasi Kriptografi Data Sederhana Dengan Metode Exclusive-Or (Xor)," 2016.
- [8] E. Yudi Hidayat and K. Hastuti, "Analisis Steganografi Metode Least Significant Bit (Lsb) Dengan Penyisipan Sekuensial Dan Acak Secara Kuantitatif Dan Visual," 2013.
- [9] J. Elektronik and I. Komputer Udayana, "Enkripsi Gambar Berdasarkan Modifikasi Bit Pikel Dengan Menggunakan Perpaduan Logistic Map Dan Henon Map".

Penerapan Teknik Steganografi LSB pada Format Gambar Modern

I Gusti Ngurah Febri Ananda Krisna^{a1}, AAIN Eka Karyawati^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹febrianandak552@gmail.com
²eka.karyawati@unud.ac.id

Abstract

As the digital era advances, protecting sensitive information becomes crucial. One approach used is the steganography technique, which involves hiding secret messages in plain-looking media. In this context, the LSB (Least Significant Bit) steganography technique emerged as a common choice, exploiting changes in the least significant bits of media such as images to hide secret messages. This research aims to analyze and apply LSB steganography techniques in modern image formats such as PNG, WEBP, JPEG, BMP, TIFF, HEIF, GIF, and SVG. Through implementation in the form of a computer program with the python programming language, this research evaluates the performance of the technique and makes it applicable in various real-world scenarios. It is hoped that this research can contribute to the development of more effective information security solutions and become the basis for further research in the field of steganography and information security as a whole. The results obtained from this research are that the encryption process of modern image formats has a success rate of 81.25% with an average successful sample encryption speed of 1.55 seconds. and the modern image format decryption process has a success rate of 81.25% with a text match rate of 69.23%.

Keywords: *Steganography, LSB, Python, Gambar, Format Gambar Modern*

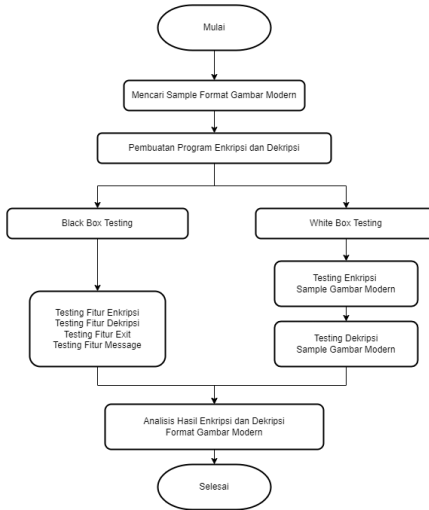
1. Pendahuluan

Di era digital yang semakin canggih, melindungi informasi sensitif menjadi semakin penting. Salah satu pendekatan untuk melindungi data sensitif adalah dengan menggunakan teknik steganografi. Steganografi adalah seni menyembunyikan pesan rahasia di media yang terlihat biasa saja sehingga hanya penerima pesan yang mengetahui keberadaan pesan tersebut [1]. Salah satu teknik steganografi yang paling umum digunakan adalah steganografi *LSB (Least Significant Bit)*, teknik ini melibatkan perubahan bagian bawah judul media (seperti gambar) untuk menyembunyikan pesan rahasia [2]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menerapkan teknik steganografi *LSB (Least Significant Bit)* dalam format gambar modern, seperti Format gambar *JPEG (Joint Photographic Expert Group)*, *PNG (Portable Network Graphics)*, *WebP*, *BMP*, *TIFF*, *HEIF*, *GIF*, dan *SVG* [3], dimana data dari penelitian ini didapat dari laman website <https://file-examples.com/index.php/sample-images-download/>. Selain itu, penelitian ini juga mengimplementasikan teknik tersebut kedalam bentuk program komputer untuk mengevaluasi kinerjanya dan menjadikannya dapat diterapkan pada berbagai skenario dunia nyata. Dengan memahami prinsip dasar teknik steganografi dan karakteristik format gambar modern, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan solusi keamanan informasi yang lebih kuat dan efektif serta hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi penelitian selanjutnya di bidang steganografi dan keamanan informasi secara keseluruhan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *Black box* dan *White Box* testing pada program metode enkripsi steganografi *LSB (Least Significant Bit)* pada format

gambar modern yaitu *JPEG (Joint Photographic Expert Group)*, *PNG (Portable Network Graphics)*, *WebP*, *BMP*, *TIFF*, *HEIF*, *GIF*, dan *SVG*.



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

2.1 Kajian Pustaka

a. Steganografi

Steganografi berasal dari bahasa Yunani *steganos* yang berarti "tersembunyi atau tertutup" dan *graph* berarti "tulisan", dimana Steganografi berarti ilmu yang mempelajari, meneliti, dan mengembangkan teknik untuk menyembunyikan informasi dan dapat digolongkan sebagai bagian dari ilmu komunikasi [5].

b. LSB (Least Significant Bit)

Least Significant Bit adalah bagian dari barisan data biner (basis dua) yang mempunyai nilai paling tidak berarti/paling kecil. Letaknya adalah paling kanan dari barisan bit. Sedangkan most significant bit adalah sebaliknya, yaitu angka yang paling berarti/paling besar dan letaknya di sebelah paling kiri [4].

Contohnya: Terdapat Sebuah bilangan Biner dari angka 255 yaitu 11111111 yang berarti $(1 + 2^7 + 1 + 2^6 + 1 + 2^5 + 1 + 2^4 + 1 + 2^3 + 1 + 2^2 + 1 + 2^1 + 1 + 2^0 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1)$. berdasarkan barisan angka 1 tersebut, dapat dilihat bahwa angka 1 paling kanan bernilai 1 yang mengartikan bahwa angka tersebut merupakan *LSB (Least Significant Bit)* atau bit yang paling tidak berarti. sedangkan angka 1 paling kiri bernilai 128 yang disebut sebagai *Most Significant Bit* atau bit yang paling berarti [2].

2.2 Analisis Kebutuhan

a. Kebutuhan non-Fungsional:

1. Hardware:
 - Intel(R) Core (TM) i5-1035G4
 - RAM 8 GB
 - HDD 500 GB
2. Software:
 - Windows 10
 - Visual Studio Code
 - Python

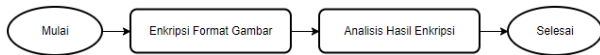
b. Kebutuhan Fungsional:

1. Kemampuan Enkripsi Format Gambar Modern
2. Kemampuan Dekripsi Format Gambar Modern

2.3 Rancangan Program

Program yang akan dibuat pada Penelitian menggunakan Aplikasi Visual Studio Code dengan bahasa pemrograman Python, yang kemudian akan dibagi menjadi 2 Rancangan yaitu enkripsi dan dekripsi:

- a. Enkripsi: pada rancangan enkripsi, pertama akan dilakukan proses enkripsi dari format gambar modern, kemudian dilanjutkan dengan mengecek hasil enkripsi dari format gambar modern.



Gambar 2. Flowchart Enkripsi

- b. Dekripsi: pada rancangan dekripsi, pertama akan dilakukan proses dekripsi dari enkripsi format gambar modern sebelumnya, kemudian dilanjutkan dengan mengecek hasil dekripsi dari format gambar modern.



Gambar 3. Flowchart Dekripsi

3. Hasil dan Diskusi

Program ini dibuat dengan Bahasa pemrograman Python untuk melakukan proses Enkripsi dan dekripsi format gambar modern dengan data sample seperti dibawah

Tabel 1. Tabel Data Sample Gambar

Data Sample	Format	Ukuran
png1	PNG	512 KB
png2	PNG	4,54 MB

Data Sample	Format	Ukuran
png3	PNG	34,2 MB
bmp1	BMP	798 KB
bmp2	BMP	3,12 MB
bmp3	BMP	51,2 MB
jpeg1	JPEG	86,6 KB
jpeg2	JPEG	750 KB
jpeg3	JPEG	5,29 MB
tiff1	TIFF	799 KB
tiff2	TIFF	7,03 MB
tiff3	TIFF	51,2 MB
webp1	WEBP	10,2 KB
gif1	GIF	190 KB
heif1	HEIF	2,38 MB
svg1	SVG	117 KB

Tabel 1. diatas merupakan tabel data sample gambar yang akan digunakan pada program ini, berupa gambar dengan format dan ukuran yang berbeda-beda yaitu, format gambar PNG, BMP, JPEG, TIFF, WEBp, GIF, HEIF, dan SVG.

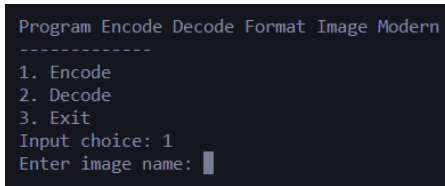
3.1. Penerapan Program

- a. Blackbox Testing
 - Pengujian Program

Tabel 2. Tabel Testing Program

No	Modul	Berhasil	Gagal
1	Fitur Enkripsi	•	
2	Fitur Dekripsi	•	
3	Fitur Exit	•	
4	Error Message	•	
Total		4	0

Pada tabel 2 terlihat beberapa fitur program akan diujikan dengan menggunakan blackbox testing yaitu fitur Enkripsi, Dekripsi, Exit, dan Error Message



Gambar 4. Tampilan Program

Pada Gambar 3 merupakan tampilan yang akan muncul saat program enkripsi dan dekripsi ini dijalankan, dimana terdapat fitur Encode/Enkripsi, Decode/Dekripsi, dan Exit yang digunakan untuk keluar dari program

b. White Box Testing

- Enkripsi

Tabel 3. Tabel Enkripsi Data Sample Gambar

No	Data Sample	Format	Ukuran	Berhasil	Gagal	Waktu Enkripsi	Text Yang Dienkripsi
1	png1	PNG	512 KB	•		0.068 detik	hallo dunia
2	png2	PNG	4,54 MB	•		0.594 detik	hallo bumi
3	png3	PNG	34,2 MB	•		4.510 detik	hallo dunia
4	bmp1	BMP	798 KB	•		0.061 detik	hallo teman
5	bmp2	BMP	3,12 MB	•		0.264 detik	hallo kawan
6	bmp3	BMP	51,2 MB	•		4.319 detik	hallo teman
7	jpeg1	JPEG	86,6 KB	•		0.066 detik	satu
8	jpeg2	JPEG	750 KB	•		0.572 detik	dua
9	jpeg3	JPEG	5,29 MB	•		4.487 detik	tiga
10	tiff1	TIFF	799 KB	•		0.077 detik	angin
11	tiff2	TIFF	7,03 MB	•		0.589 detik	udara
12	tiff3	TIFF	51,2 MB	•		4.521 detik	wind
13	webp1	WEBP	10,2 KB	•		0.018 detik	jakarta
14	gif1	GIF	190 KB		•	-	bandung
15	heif1	HEIF	2,38 MB		•	-	-
16	svg1	SVG	117 KB		•	-	-
Total Percobaan Enkripsi				16			
Total Sample Sukses				13			
Total Sample Gagal				3			
Presentase Sukses				81.25%			
Rata – Rata Kecepatan Enkripsi				1,55 detik			

Pada tabel 3. diatas merupakan tabel hasil enkripsi dari setiap data sample gambar sebelumnya yang berisi sukses dan gagalnya sample dalam melakukan proses enkripsi, kecepatan enkripsi, dan pesan yang dimasukan kedalam sample gambar. Berdasarkan tabel diatas tingkat kesuksesan proses enkripsi pada data sample gambar adalah 81.25% dengan rata-rata tingkat kecepatan enkripsi sample yang berhasil adalah 1,55 detik dengan kecepatan enkripsi paling cepat adalah 0.061 detik

```

Program Encode Decode Format Image Modern
-----
1. Encode
2. Decode
3. Exit
Input choice: 1
Enter image name: png1.png
Enter data to be encoded: hallo dunia
Data inserted to image png1.png successfully. Output file: 10-05-2024-20-45-44.png
Decryption Time: 0.068128 seconds
    
```

Gambar 5. Tampilan Enkripsi

Gambar 4. merupakan salah satu hasil enkripsi yang dilakukan pada sample gambar yaitu png1, dimana pada gambar diatas dapat dilihat pesan yang dimasukan serta kecepatan dalam proses enkripsinya

- Dekripsi

Tabel 4. Tabel Dekripsi Data Sample Gambar

No	Data Sample	Format	Ukuran	Berhasil	Gagal	Waktu Dekripsi	Kesesuaian Text
1	png1	PNG	512 KB	•		0 Detik	•
2	png2	PNG	4,54 MB	•		0 Detik	•
3	png3	PNG	34,2 MB	•		0 Detik	•
4	bmp1	BMP	798 KB	•		0 Detik	•
5	bmp2	BMP	3,12 MB	•		0 Detik	•
6	bmp3	BMP	51,2 MB	•		0 Detik	•
7	jpeg1	JPEG	86,6 KB	•		0 Detik	
8	jpeg2	JPEG	750 KB	•		0 Detik	
9	jpeg3	JPEG	5,29 MB	•		0 Detik	
10	tiff1	TIFF	799 KB	•		0 Detik	•
11	tiff2	TIFF	7,03 MB	•		0 Detik	•
12	tiff3	TIFF	51,2 MB	•		0 Detik	•
13	webp1	WEBP	10,2 KB	•		0 Detik	
14	gif1	GIF	190 KB		•	-	
15	heif1	HEIF	2,38 MB		•	-	
16	svg1	SVG	117 KB		•	-	
Total Percobaan Dekripsi				16			
Total Sample Sukses				13			

No	Data Sample	Format	Ukuran	Berhasil	Gagal	Waktu Dekripsi	Kesesuaian Text
	Total Teks Dekripsi yang Sesuai			9			
	Total Sample Gagal			3			
	Tingkat Kesuksesan			81.25%			
	Tingkat Kecocokan Teks			69.23%			

Tabel 4 diatas merupakan tabel hasil dekripsi dari setiap sample gambar. sama seperti proses enkripsi, tabel dekripsi ini juga memperlihatkan sukses dan gagalnya sample dalam melakukan proses dekripsi, kecepatan dekripsi, dan kesesuaian pesan yang diinput pada proses enkripsi sebelumnya. Berdasarkan tabel diatas tingkat kesuksesan proses dekripsi pada data sample gambar adalah 81.25% dengan rata-rata tingkat kecepatan dekripsi sample yang berhasil adalah 0 detik dengan kecepatan enkripsi paling cepat adalah 0 detik, serta tingkat kecocokan teks yang di enkripsi sebelumnya adalah 69.23%

```
Program Encode Decode Format Image Modern
-----
1. Encode
2. Decode
3. Exit
Input choice: 2
Enter image name: 10-05-2024-20-45-44.png
Decoded Word: hallo dunia
Decryption Time: 0.000000 seconds
```

Gambar 6. Tampilan Dekripsi

Gambar diatas merupakan tampilan dari salah satu proses dekripsi sample gambar yaitu sample gambar png1, dimana dapat dilihat pesan yang terdapat dalam sample gambar serta waktu dekripsinya

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan teknik Steganografi LSB (*Least Significant Bit*) pada format gambar modern yang diterapkan menggunakan program Python dengan proses Enkripsi dan Dekripsi memberikan hasil sebagai berikut

- Format Gambar *PNG, BMP, JPEG, TIFF, dan WEBp* sukses dalam melalui proses Enkripsi teks kedalam gambar menggunakan teknik Steganografi LSB (*Least Significant Bit*), dengan kecepatan enkripsi bervariasi tergantung dengan ukuran File. Sedangkan Format Gambar *GIF, HEIF, dan SVG* tidak sukses dalam melalui proses Enkripsi teks kedalam gambar menggunakan teknik Steganografi LSB (*Least Significant Bit*)
- Format Gambar *PNG, BMP, JPEG, TIFF, dan WEBp* sukses dalam melalui proses dekripsi teks yang ada di dalam gambar menggunakan teknik Steganografi LSB (*Least Significant Bit*) dengan kecepatan yang sama pada ukuran file manapun, dimana Format Gambar *PNG, BMP, dan TIFF* memberikan output text yang sama dengan text yang dimasukkan saat proses enkripsi tadi, sedangkan *JPEG, dan WEBp* tidak memberikan output text yang berbeda dengan text yang dimasukkan saat proses enkripsi tadi. Sedangkan Format Gambar *GIF, HEIF, dan SVG* tidak sukses dalam melalui proses dekripsi menggunakan teknik Steganografi LSB (*Least Significant Bit*)
- Tingkat kesuksesan proses enkripsi pada data sample gambar adalah 81.25% dengan rata-rata tingkat kecepatan enkripsi sample yang berhasil adalah 1,55 detik dengan kecepatan enkripsi paling cepat adalah 0.061 detik

- d. Tingkat kesuksesan proses dekripsi pada data sample gambar adalah 81.25% dengan rata-rata tingkat kecepatan dekripsi sample yang berhasil adalah 0 detik dengan kecepatan enkripsi paling cepat adalah 0 detik, serta tingkat kecocokan teks yang di enkripsi sebelumnya adalah 69.23%

Daftar Pustaka

- [1] Sasmal, Mr Milan, and Mrs Debasmita Mula. "An enhanced method for information hiding using LSB steganography." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1797. No. 1. IOP Publishing, February 2021.
- [2] Hafiz, Aliy. Steganografi Berbasis Citra Digital Untuk Menyembunyikan Data Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB). *Jurnal Cendekia*, 2019, 17.1: 194-198.
- [3] Ratnasari, Anita Putri, and Felix Andika Dwiyanto. "Metode steganografi citra digital." *Sains, Apl. Komputasi dan Teknol. Inf 2.2 (2020)*: 52.
- [4] Basri, Muh; Gushari, Muhammad Fadhilil. "Penerapan Steganografi Gambar Berwarna pada Delapan Image Cover Menggunakan Metode LSB". *Jurnal Sintaks Logika*, 2021, 1.3: 153-158.
- [5] Ramadhani, A. Muh; Hasanuddin, Tasrif. "Modifikasi Least Significant Bits pada Gambar sebagai Data Hiding Steganography". *Indonesian Journal of Data and Science*, 2021, 2.2: 91-102.

Perancangan UI/UX pada Aplikasi Rental Kendaraan dengan Menggunakan Metode *Design Thinking*

Ni Luh Gede Ananda Puja Cahyani^{a1}, Cokorda Pramatha^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹cahyani.2208561125@student.unud.ac.id
²cokorda@unud.ac.id

Abstract

The rapid development of technology has transformed the way humans interact, work, and learn. Technology has become a crucial aspect of various aspects of life, including education, business, and public interaction. In this digital era, the speed and affordability of information have become the key to progress. One example of the use of technology is in the field of transportation, especially vehicle rental. The vehicle rental application is an efficient tool to facilitate users in renting vehicles without having to come directly to the rental place. The addition of the ride feature allows users to conveniently travel by matching routes between users and drivers, thereby optimizing their trips. In this context, the design of the user interface and user experience (UI/UX) of the vehicle rental application is of paramount importance. A well-designed UI/UX will facilitate the rental process and enhance the user experience, making it more enjoyable and efficient. Consequently, technology offers a significant opportunity to enhance efficiency and convenience in various aspects of daily life.

Keywords: *User Interface, User Experience, Vehicle Rental, Design Thinking, User*

1. Pendahuluan

Memasuki era perkembangan teknologi yang sangat pesat ini, masyarakat dituntut untuk mengubah semua aspek kehidupan sehari-hari mereka. Era digital telah membuat banyak hal menjadi lebih mudah, karena semua yang kita inginkan ada di internet[1]. Dalam beberapa tahun terakhir, aplikasi layanan pemesanan secara *on-demand* seperti *Go-Jek*, *Grab*, dan *Uber* telah menjadi sangat populer. Namun, rental kendaraan masih diminati karena memberikan beberapa kemudahan seperti kebebasan, praktis, dan hemat. Dengan demikian, perusahaan rental mobil harus terus meningkatkan kualitas pelayanan dan mengembangkan strategi bisnis yang lebih efektif untuk tetap bersaing dalam industri ini. Namun, permasalahan yang terkait dengan rental kendaraan masih menjadi tantangan yang harus dihadapi. Beberapa permasalahan umum diantaranya adalah keterbatasan aksesibilitas informasi rental kendaraan, melakukan penyewaan secara manual, mengharuskan penyewa untuk datang ke tempat rental kendaraan untuk menyewa kendaraan yang dapat memperlambat proses pemesanan dan mempengaruhi kualitas pelayanan. Oleh karena itu, industri rental kendaraan harus mengembangkan sistem informasi yang efektif untuk meningkatkan kepuasan pengguna dan meningkatkan keputusan mereka dalam menggunakan jasa rental mobil. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan aplikasi rental kendaraan yang dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan kepada pengguna dalam mencari, memesan, dan menggunakan kendaraan yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Dengan menggunakan aplikasi rental kendaraan, para penyewa dapat memilih kendaraan yang sesuai dengan kebutuhan mereka tanpa harus mengunjungi tempat rental untuk melakukan penyewaan atau peminjaman kendaraan. Sehingga, dengan adanya aplikasi rental kendaraan ini, para penyewa dapat dengan mudah melakukan penyewaan kendaraan dengan hanya mengakses informasi kendaraan pada aplikasi seperti jenis kendaraan, harga, dan lokasi, serta memesan dan menggunakan kendaraan secara online.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode Design Thinking

Design Thinking merupakan metode pendekatan berlandaskan solusi kreatif yang menggunakan sepuluh skala yang memberikan pandangan pengguna secara global dari sisi kebergunaannya. Tujuan pengujian *usability* dengan pendekatan SUS yaitu untuk melakukan penilaian dengan mudah dan cepat serta dapat diandalkan [4]. Dalam pendekatan *System Usability Scale* (SUS), pengujian *usability* berfokus pada perspektif pengguna akhir, sehingga hasil evaluasi dapat lebih sesuai dengan pengalaman nyata pengguna. Salah satu keunggulan metode ini adalah kemampuan responden untuk dengan mudah memahami, dan dari pengujian ini dapat ditentukan apakah aplikasi memiliki nilai kegunaan atau tidak. *System Usability Scale* (SUS) berupa kuesioner yang terdiri dari 10 soal yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.



Gambar 1. Metode Design Thinking

2.2. System Usability Scale (SUS)

System Usability Scale (SUS) adalah metode dalam pengujian *usability* suatu aplikasi menggunakan sepuluh skala yang memberikan pandangan pengguna secara global dari sisi kebergunaannya. Tujuan pengujian *usability* dengan pendekatan SUS yaitu untuk melakukan penilaian dengan mudah dan cepat serta dapat diandalkan [4]. Dalam pendekatan *System Usability Scale* (SUS), pengujian *usability* berfokus pada perspektif pengguna akhir, sehingga hasil evaluasi dapat lebih sesuai dengan pengalaman nyata pengguna. Salah satu keunggulan metode ini adalah kemampuan responden untuk dengan mudah memahami, dan dari pengujian ini dapat ditentukan apakah aplikasi memiliki nilai kegunaan atau tidak. *System Usability Scale* (SUS) berupa kuesioner yang terdiri dari 10 soal yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kuesioner System Usability Scale (SUS)

No	Pernyataan
1	Saya berpikir akan menggunakan sistem ini lagi.
2	Saya merasa sistem ini rumit untuk digunakan.
3	Saya merasa sistem ini mudah digunakan.
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan sistem ini.
5	Saya merasa fitur-fitur sistem ini berjalan dengan semestinya.
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi pada sistem ini).
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan sistem ini dengan cepat.
8	Saya merasa sistem ini membingungkan.
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan sistem ini.
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini.

Kuesioner SUS menggunakan skala Likert lima poin. Responden diminta memberikan penilaian mereka dari "Sangat tidak setuju" hingga "Sangat setuju" terhadap 10 pernyataan SUS sesuai dengan penilaian subjektif mereka. Jika responden tidak menemukan skala respon yang sesuai, mereka diminta mengisi titik tengah skala. Setiap pernyataan memiliki skor kontribusi yang

berkisar antara 0 hingga 4. Untuk pernyataan 1, 3, 5, 7, dan 9, skor kontribusinya adalah posisi skala dikurangi 1. Sedangkan untuk pernyataan 2, 4, 6, 8, dan 10, skor kontribusinya adalah 5 dikurangi posisi skala. Nilai keseluruhan system usability dihitung dengan mengalikan jumlah skor kontribusi dengan 2.5. Skor SUS bervariasi dari 0 hingga 100, dengan rumus perhitungan yang telah ditetapkan[5].

$$\begin{aligned} \text{Skor SUS} = & ((R1 - 1) + (5 - R2) + (R3 - 1) + \\ & (5 - R4) + (R5 - 1) + (5 - R6) + \\ & (R7 - 1) + (5 - R8) + (R9 - 1) + \\ & (5 - R10)) * 2.5 \end{aligned} \tag{1}$$

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Implementasi Design Thinking

a. *Emphatize*

Emphatize, merupakan tahap memahami secara mendalam pengguna atau pemirsa dengan mengamati, berinteraksi, dan berempati dengan pengalaman mereka[6]. Hal ini mencakup melakukan riset pengguna, wawancara, dan observasi untuk mendapatkan wawasan tentang kebutuhan, motivasi, dan masalah yang dihadapi pengguna. Dalam hal ini, penulis menggunakan metode wawancara yang melibatkan interaksi langsung dengan pengguna melalui wawancara mendalam. Selama wawancara, penulis mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang ditujukan untuk menggali lebih dalam pengalaman, kebutuhan, dan aspirasi pengguna.

Kriteria narasumber meliputi:

- Usia: Narasumber berusia antara 17-50 tahun. Kriteria ini membantu memahami preferensi dan kebutuhan pengguna berdasarkan rentang usia mereka.
- Jenis Kelamin: Narasumber dibagi berdasarkan jenis kelamin, yaitu pria dan wanita. Ini bertujuan untuk mengetahui preferensi dan kebutuhan pengguna berdasarkan jenis kelamin.
- Pekerjaan: Narasumber dikategorikan berdasarkan pekerjaan mereka, seperti pelajar atau mahasiswa.

Daftar pertanyaan yang diajukan kepada narasumber dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Daftar Pertanyaan

No	Pertanyaan
1	Jika Anda ingin menyewa motor, media apa yang Anda pilih? Apakah datang langsung ke rental atau melalui online?
2	Kapan Anda menggunakan layanan transaksi atau penyewaan motor online?
3	Platform apa yang Anda ketahui atau gunakan untuk penyewaan motor online?
4	Seberapa bermanfaat menurut Anda platform penyewaan motor online?
5	Apa yang Anda sukai dan tidak sukai dari platform tersebut?

b. *Define*

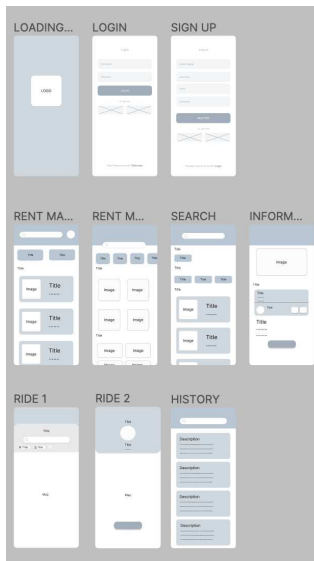
Selama tahap *Define*, kita mengumpulkan informasi yang telah kita buat dan kumpulkan selama tahap *Empathize*. Pada tahap ini, kita akan menganalisis pengamatan dan mensintesisnya untuk mengidentifikasi masalah utama dan menetapkan tujuan desain yang jelas. Setelah melakukan wawancara, penulis memperoleh beberapa data yang mencakup total keinginan responden, yang dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Pendefinisian Tujuan

No	Tujuan
1	Menyediakan opsi kendaraan yang lebih mudah diakses dan dipesan dan juga menambahkan fitur <i>ride</i> .
2	Membuat pengalaman pemesanan yang lebih fleksibel dan adaptif untuk menyesuaikan pesanan sesuai dengan perubahan kebutuhan mereka.
3	Mengembangkan sistem rekomendasi cerdas untuk membantu pengguna memilih kendaraan yang sesuai dengan kebutuhan acara mereka.
4	Meningkatkan transparansi ketersediaan kendaraan secara real-time dan menyediakan informasi yang akurat kepada pengguna.

c. *Ideate*

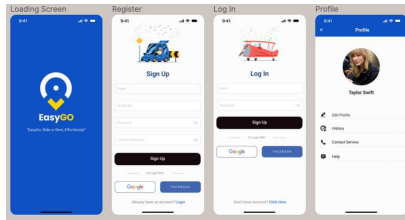
Pada tahap ini dilakukan proses *Brainstorming* untuk menghasilkan ide-ide yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan batasan yang sudah ditetapkan pada tahap *Define*. Biasanya, *Brainstorming* dilakukan bersama pemilik produk dan tim teknis. Pada tahap ini, penulis membuat *wireframe* dengan gambar untuk mengatur *layout* desain UI/UX.



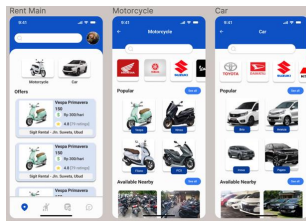
Gambar 2. Wireframe

d. *Prototype*

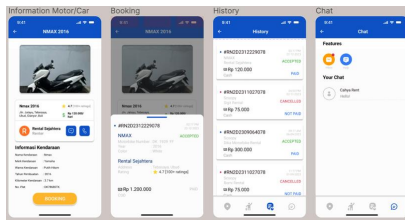
Prototype adalah tahap pembuatan simulasi aplikasi yang telah direncanakan pada tahap *ideate*. Berbeda dengan *wireframe* sebelumnya, pada tahap ini, desain sudah lengkap dengan warna, *typography*, gambar, *icon*, *button*, dan elemen lainnya. Selain itu, *prototype* juga sudah bisa merespons interaksi seperti aplikasi sebenarnya sehingga pengguna dapat mencoba dan merasakan pengalaman menggunakan aplikasi secara langsung.



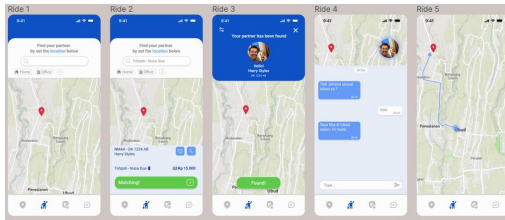
Gambar 3. Rancangan Halaman Sign In, Log In, dan Profile



Gambar 4. Rancangan Halaman Beranda, Kategori Mobil/Motor dan Brands



Gambar 5. Rancangan Informasi Kendaraan, Booking, History, dan Chat



Gambar 6. Rancangan Halaman Ride

e. Test

Tahap ini merupakan puncak dari proses *Design Thinking*, namun dalam siklus berulang, hasil yang didapat selama pengujian akan memperjelas kembali satu atau lebih masalah dan meningkatkan pemahaman tentang pengguna, situasi penggunaan, pola pikir, perilaku, dan perasaan mereka. Tahap ini merupakan titik di mana perubahan dan peningkatan dilakukan untuk mengatasi masalah serta memperdalam pemahaman tentang produk dan penggunaannya. Pada perancangan aplikasi ini, tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi pengalaman pengguna dengan menggunakan System Usability Scale (SUS). Data untuk evaluasi ini diperoleh melalui kuesioner yang diisi oleh 10 responden dengan latar belakang dan pengalaman yang beragam.

Tabel 4. Hasil Kuesioner SUS

Skor Hasil Hitung										Jumlah Nilai	
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		(Jumlah x 2.5)
4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	36	90
4	4	4	4	3	4	4	4	3	1	35	88
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
4	3	3	4	4	3	3	3	3	1	31	78
4	3	3	3	3	3	4	4	4	0	31	78
4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	36	90
4	4	4	1	4	4	4	4	4	0	33	83
3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	37	93
4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	37	93
4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	37	93
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)										88	

Berdasarkan hasil pengujian SUS dengan menyebarkan kuesioner kepada 10 responden pengguna sistem, didapatkan skor rata-rata yaitu 88. Berdasarkan skala SUS, skor 88 termasuk dalam kategori "sangat baik" atau "excellent". Skor ini menunjukkan bahwa pengalaman pengguna terhadap sistem sangat positif dan sistem tersebut dianggap sangat dapat digunakan oleh para responden.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari perancangan aplikasi rental kendaraan dengan metode Design Thinking menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam menghasilkan solusi yang user-centric dan responsif terhadap kebutuhan pengguna. Proses iteratif yang melibatkan empati, ideasi, dan prototipe memungkinkan pengembangan fitur-fitur yang relevan dan intuitif bagi pengguna. Hasil pengujian menggunakan System Usability Scale (SUS) mengonfirmasi keberhasilan desain ini, dengan skor rata-rata 88 yang termasuk dalam kategori "sangat baik". Skor ini mengindikasikan bahwa pengguna merasa puas dengan pengalaman menggunakan aplikasi, menegaskan bahwa sistem ini mudah digunakan dan memenuhi harapan mereka. Dalam penelitian selanjutnya diharapkan dapat berfokus pada perluasan fitur aplikasi berdasarkan umpan balik pengguna yang lebih mendalam, serta pengujian pada sampel pengguna yang lebih besar untuk memastikan generalisasi temuan. Selain itu, evaluasi terhadap aspek-aspek lain seperti performa teknis dan keamanan aplikasi juga penting untuk memastikan keseluruhan kualitas dan keandalan sistem.

Daftar Pustaka

- [1] G. N. D. W. Putra, C. Pramarta, and I. G. S. Rahayuda, "Aplikasi Manajemen Karyawan Berbasis Mobile Untuk Pengelolaan Tenaga Kerja Yang Efisien Di Cv Tridatu Solution," 2023.
- [2] G. Dwi, P. Haryanto, and A. Voutama, "Perancangan Uii/Ux Sistem Informasi Penyewaan Mobil Berbasis Mobile Dengan Metode Design Thinking."
- [3] A. Maniek Wijayanto *et al.*, "Penerapan Metode Design Thinking Dalam Rancang Aplikasi Penanganan Laporan Pencurian Barang Berharga Di Polsek Sukmajaya."
- [4] I. Santoso and S. Abdillah Karim, "Rancang Bangun Knowledge Management System Politeknik Statistika STIS," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 4, no. 2, pp. 112–119, May 2019, doi: 10.30591/jpit. v4i2.1133.
- [5] K. T. Nugroho, B. Julianto, and D. F. Nur MS, "Usability Testing pada Sistem Informasi Manajemen AKN Pacitan Menggunakan Metode System Usability Scale," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 11, no. 1, p. 74, Apr. 2022, doi: 10.23887/janapati. v11i1.43209.
- [6] R. Antika, R. Chrystin, L. Nainggolan, and R. A. Priambodo, "3 RD MDP Student Conference (MSC) 2024 Penerapan Metode Design Thinking Pada Perancangan UI/UX Pada Aplikasi Penyewaan Motor Untuk Pariwisata".

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong

Perancangan Sistem Steganografi Berbasis Transformasi Wavelet Diskrit Terintegrasi Algoritma Rijndael dan QR-Code

I Putu Rizky Pratama Putra^{a1}, Gst. Ayu Vida Mastrika Giri^{a2},

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹puturizky098@email.com

²vida@unud.ac.id

Abstract

The advancement of technology has been the primary driving force behind the transformative shifts across various domains of human life, spanning from the era of industrial revolution to the present digital age. Within the digital epoch, the pivotal role of information and communication technology in shaping the global societal framework is unequivocal. Nonetheless, the rapid progression of technology introduces novel challenges such as safeguarding personal data integrity and combating unauthorized access to individual information. Addressing these challenges entails the adoption of sophisticated techniques, including compression methodologies like Discrete Wavelet Transform (DWT), renowned for its efficacy in multimedia data compression with high rates. Furthermore, cryptographic algorithms such as Rijndael offer viable solutions to enhance data security through a series of encryption operations, encompassing substitution, permutation, and iterative rounds applied to each block. The amalgamation of DWT and Rijndael culminates in data representation via QR codes. Additionally, this research encompasses the development of a user interface design to facilitate the seamless implementation and utilization of the system, ultimately aiming to fortify data security effectively.

Keywords: Discrete Wavelet Transform, multimedia data, Rijndael algorithm, QR-code, user interface

1. Pendahuluan

Teknologi telah menjadi pendorong utama perubahan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari era revolusi industri hingga era digital. Di era digital ini, teknologi informasi dan komunikasi memainkan peran kunci dalam membentuk struktur masyarakat global[1]. Namun, seiring dengan kemajuan yang pesat, teknologi juga membawa tantangan baru, seperti kasus pencurian data pribadi atau akses ilegal terhadap informasi seseorang. Dalam konteks di mana pesan sensitif perlu dikomunikasikan melalui saluran yang mungkin rentan terhadap pemantauan atau penyadapan, distribusi dokumen rahasia, atau akses terhadap data sensitif di jaringan, konten digital dapat mengalami perubahan atau pembajakan secara ilegal. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan penerapan teknik khusus, salah satunya adalah steganografi. Steganografi merupakan metode untuk menyisipkan pesan ke dalam media data multimedia dengan tujuan mengelabui pihak yang ingin mencuri data atau pesan. Salah satu metode yang sering dibahas dalam penelitian adalah metode LSB (Least Significant Bit), yang menyisipkan pesan ke dalam piksel-piksel dengan hasil uji coba menunjukkan efektivitasnya dalam penyisipan pesan atau data dan menjaga hasilnya menyerupai bentuk aslinya. Kelebihan metode ini adalah proses penyisipan dan ekstraksi yang cepat, serta citra sebelum dan sesudah penyisipan pesan memiliki resolusi yang sama, dan ukuran citra asli dan citra berisi pesan sama. Namun, metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yang signifikan, seperti tingkat ketahanan pesan terhadap perubahan kontras citra yang buruk, rentan terhadap pemrosesan gambar seperti pemotongan dan kompresi, serta kapasitas pesan yang terbatas [2]. Dikarenakan pengamanan data atau pesan tidak hanya berfokus pada pengelabuan pesan saja, tetapi juga pada keamanan pesan

tersebut dari serangan, solusi yang dapat digunakan adalah metode Discrete Wavelet Transform (DWT). Metode ini memiliki keunggulan dalam mengamankan pesan atau file yang disembunyikan dengan memiliki nilai PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) yang tinggi, sehingga citra hasil steganografi dapat menyerupai citra aslinya. Selain itu, metode ini juga memiliki keamanan yang baik dan cocok untuk menyisipkan pesan dengan kapasitas besar. Dengan menggabungkan steganografi dengan kriptografi, dan menggunakan QR-code sebagai media penyimpanan hasil dari kombinasi tersebut, diharapkan dapat meningkatkan performa keamanan. Kriptografi digunakan untuk mengenkripsi pesan sehingga hanya penerima yang sah yang dapat membacanya. Penggunaan QR-code juga dapat meningkatkan keamanan karena memiliki tingkat keamanan yang cukup tinggi [2]. Salah satu algoritma kriptografi yang umum digunakan adalah Algoritma Rijndael, yang menggunakan teknik substitusi dan permutasi dalam beberapa putaran. Dengan demikian, perancangan teknologi ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih terkait dengan metode yang telah digunakan sebelumnya serta dapat diimplementasikan di masa yang akan datang untuk menjaga kerahasiaan pesan dan data yang bersifat pribadi dengan lebih efektif [3].

2. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merujuk pada pendekatan atau teknik yang digunakan untuk mengumpulkan informasi atau data dalam sebuah penelitian atau studi. Dalam penelitian ini, metode yang diterapkan adalah pengumpulan data secara kualitatif melalui studi literatur. Pengumpulan data dilakukan dengan mencari sumber-sumber dari berbagai referensi, seperti buku, jurnal, dan riset yang relevan. Bahan pustaka yang diperoleh dari berbagai sumber tersebut kemudian dianalisis secara kritis dan mendalam guna mendukung proposisi dan gagasan yang diusulkan.

2.2. Metode Discrete Wavelet Transform (DWT)

Discrete Wavelet Transform (DWT) adalah metode kompresi gambar yang memiliki tingkat kompresi tinggi. DWT membagi sinyal menjadi bagian frekuensi tinggi dan rendah, di mana bagian frekuensi tinggi berisi informasi tentang komponen yang mencolok, sementara bagian frekuensi rendah berisi informasi lebih halus. Dalam proses kompresi, DWT membagi gambar menjadi sub-image yang lebih kecil, dengan sub-image frekuensi tinggi mengandung informasi yang mencolok, dan sub-image frekuensi rendah mengandung informasi halus. DWT juga digunakan dalam audio dan video steganografi untuk menyisipkan data ke dalam koefisien *wavelet* [4].



Gambar 1. Perbedaan bentuk *wavelet* (a) dan *wave* (gelombang) (b)

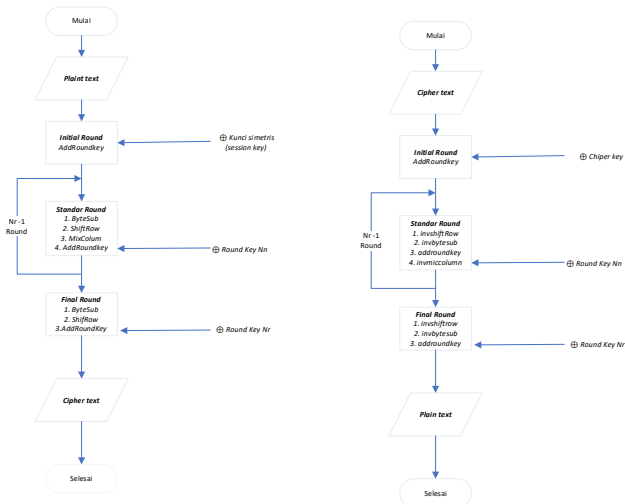
Persamaan umum untuk Transformasi Gelombang Diskrit (DWT) dapat ditemukan dalam formulasi berikut:

$$DWT \{f(t)\} = W_0(j_0, k) + W_0(j, k) \quad (1)$$

Di mana $f(t)$ merupakan fungsi sinyal, j dan k merupakan indeks yang mengontrol skala dan posisi, dan W_0 merupakan koefisien transformasi gelombang untuk level atau resolusi tertentu [2]. Dalam implementasi DWT, sinyal digital dibagi menjadi frekuensi tinggi dan rendah menggunakan highpass filter dan lowpass filter. Dekomposisi DWT level 1 membagi frame menjadi empat frekuensi: Low-low frequency (LL), low-high frequency (LH), high-low frequency (HL), dan high-high frequency (HH). Dalam analisis sinyal DWT, penggunaan filter highpass dan lowpass menghasilkan koefisien detail dan koefisien aproksimasi [5].

2.3. Algoritma Kriptografi Rijndael

Rijndael, sebuah algoritma kriptografi kunci simetris dalam kategori block cipher, dikembangkan oleh Vincent Rijmen dan John Daemen sebagai respons terhadap kompetisi algoritma pengganti DES yang diadakan oleh National Institute of Technology (NIST)[6]. Rijndael terpilih sebagai pemenang kompetisi tersebut, dan kemudian dikenal sebagai Advanced Encryption Standard (AES). Algoritma ini menerapkan operasi substitusi, permutasi, dan serangkaian putaran pada setiap blok yang akan dienkripsi, dengan menggunakan kunci yang berbeda pada setiap putaran, yang disebut sebagai round key. Rijndael mendukung panjang kunci dan ukuran blok dari 128-bit hingga 256-bit dengan kelipatan 32-bit. Sebagai block cipher, Rijndael dapat dioperasikan dalam berbagai mode operasi, termasuk ECB, CBC, dan CFB. Rijndael beroperasi pada orientasi byte, di mana setiap elemen array state diisi dengan 8-bit teks dalam notasi HEX. Ukuran blok dan panjang kunci yang digunakan mempengaruhi jumlah putaran yang terjadi pada proses enkripsi dan dekripsi. Algoritma ini memiliki tiga parameter utama: Plaintext, Ciphertext, dan Key, yang masing-masing berukuran 16 byte[7].



Gambar 1. Enkripsi dan Dekripsi Algoritma Rijndael

Cara kerja enkripsi:

- a. Key Expansion: Ekspansi kunci dilakukan sesuai dengan panjang kunci dan ukuran blok yang digunakan, menghasilkan Roundkey.
- b. Addroundkey: Melakukan XOR antara state awal (plaintext) dengan kunci utama pada tahap awal, dan dengan hasil ekspansi kunci pada putaran berikutnya.
- c. Putaran (Nr) sebanyak Nr-1: Setiap putaran terdiri dari beberapa tahapan:

- Sub Bytes: Melakukan substitusi menggunakan tabel S-box.
- ShiftRows: Menggeser baris array state sesuai aturan tertentu.
- MixColumns: Mengacak data dalam kolom array state menggunakan operasi matriks.
- Addround key: Melakukan XOR antara array state sebelumnya dengan round key.

d. Putaran Akhir (Final round): Terdiri dari tahapan SubBytes, ShiftRows, dan AddRoundKey.

Cara kerja dekripsi:

- a. Key Expansion: Dilakukan ekspansi kunci untuk dekripsi.
- b. AddRoundKey: Proses XOR antara state awal (ciphertext) dengan kunci terakhir hasil ekspansi.
- c. Putaran (Nr) sebanyak Nr-1: Setiap putaran terdiri dari beberapa tahapan, seperti InvShiftRow, InvByteSub, AddRoundKey, dan InvMixColumn.
- d. Putaran Akhir (Final round): Terdiri dari tahapan InvShiftRow, InvSubByte, dan AddRoundKey.

2.4. QR-Code

Kode QR adalah kode batang dua dimensi yang mampu mengkodekan berbagai jenis data, seperti biner, numerik, dan alfanumerik, dalam bentuk citra digital. Penggunaan kode QR sebagai media penyimpanan data semakin meningkat seiring dengan popularitas perangkat mobile yang dilengkapi kamera dan koneksi internet. Untuk mengakses informasi dalam kode QR, pengguna perlu memindai kode tersebut menggunakan pemindai tertentu, seperti kamera pada smartphone. Proses pemindaian kode QR dapat dilakukan dengan cepat karena struktur kode QR memiliki elemen yang memberikan referensi pada kamera terkait orientasi objek, sehingga informasi dapat diterjemahkan oleh kamera meskipun sudut pembacaan objek dua dimensi kurang optimal [3].

2.5. Analisis dan Perencanaan Sistem

Permasalahan yang terkait dengan aplikasi steganografi untuk penyisipan pesan adalah integrasi pesan ke dalam data multimedia. Penyisipan pesan dilakukan dengan menyimpannya ke dalam kolom yang telah ditentukan. Dalam pengumpulan data, pendekatan studi pustaka digunakan, di mana informasi diperoleh dari sumber-sumber seperti buku teks, jurnal ilmiah, dan sumber informasi di internet yang relevan dengan perancangan steganografi tersebut. Pada tahap ini, sistem akan dikembangkan menggunakan diagram alir atau flowchart untuk merancang arsitektur keseluruhan. Selain itu, perancangan antarmuka pengguna akan dibuat untuk memastikan interaksi yang intuitif dan efektif bagi pengguna.

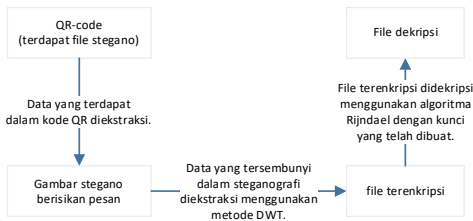
3. Hasil dan Diskusi

3.1. Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan. Tahap pertama melibatkan penyisipan pesan ke dalam data multimedia menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dengan algoritma *Rijndael*. Setelah itu, pesan dienkripsi dengan algoritma *Rijndael* sebelum disisipkan ke dalam data multimedia menggunakan metode DWT. Hasil dari proses penyisipan tersebut kemudian diubah menjadi *QR-code*. Untuk mengembalikan pesan, hasil akhir dalam bentuk *QR-code* dapat didekripsi dengan menggunakan dekoder yang sesuai. Diagram blok sistem secara umum dari arsitektur sistem pada proses penyisipan pesan dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



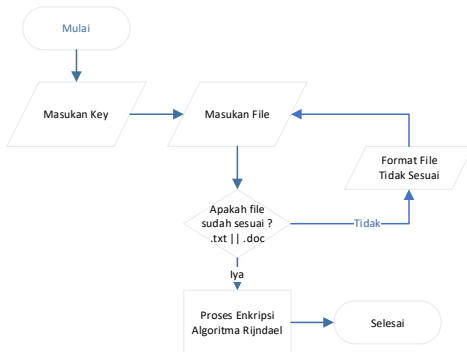
Gambar 1. Enkripsi Penyisipan Pesan



Gambar 2. Deskripsi penyisipan pesan

a. Diagram alir untuk proses enkripsi pesan.

Dalam sistem enkripsi yang menggunakan algoritma *Rijndael*, pengguna akan memasukkan pesan dalam bentuk berkas .txt atau .doc ke dalam sistem. Sistem akan memulai proses enkripsi pada pesan tersebut sesuai dengan algoritma *Rijndael*, dengan menggunakan kunci untuk melaksanakan proses enkripsi. Informasi lebih lanjut mengenai implementasi ini dapat dijelaskan secara rinci dalam Gambar 3.



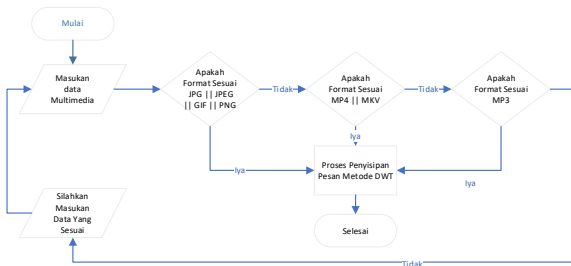
Gambar 3. Diagram alir proses enkripsi pesan

Penjelasan diagram alir proses enkripsi pesan:

- Inisiasi Program dan Permintaan Masukan File: Program dimulai dengan menyajikan pesan kepada pengguna untuk memasukkan file yang akan dienkripsi. Format file yang diterima dapat berupa file atau .text.
- Pengguna Memasukkan Kunci (Key): Pengguna diminta untuk memasukkan kunci (key) yang akan digunakan dalam proses enkripsi. Kunci ini harus disimpan secara rahasia dan memiliki tingkat kekuatan yang memadai untuk meningkatkan keamanan proses enkripsi.
- Kesesuaian File: Program menampilkan pesan konfirmasi kepada pengguna, meminta pengguna untuk memastikan apakah file yang akan dienkripsi sudah sesuai.
- Proses Enkripsi dengan Algoritma *Rijndael*: Program menggunakan algoritma *Rijndael* untuk melakukan proses enkripsi terhadap file yang dimasukkan, dengan menggunakan kunci yang telah diberikan. Proses ini melibatkan beberapa tahapan, termasuk pengaturan blok data, penggunaan kunci untuk substitusi dan permutasi, serta iterasi putaran enkripsi. Algoritma *Rijndael* mentransformasi blok data asli menjadi blok data terenkripsi, dan proses ini diulang hingga seluruh file terenkripsi.

b. Diagram alir untuk proses penyisipan pesan.

Dalam sistem penyisipan pesan, output dari enkripsi pesan akan disematkan ke dalam salah satu media data multimedia menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT). Informasi lebih lanjut mengenai implementasi ini dapat dijelaskan secara rinci dalam Gambar 4.



Gambar 4. diagram alir proses penyisipan pesan

Penjelasan diagram alir proses penyisipan pesan:

- Masukan Data Multimedia: Pengguna diminta untuk memasukkan data multimedia, seperti gambar, video atau audio, yang akan digunakan sebagai media penyisipan.
- Kesesuaian File: Program akan menghasilkan pesan kesalahan yang ditampilkan kepada pengguna, mengajukan permintaan agar pengguna memastikan kelayakan file yang akan digunakan, apabila terdeteksi adanya kesalahan dalam proses tersebut.
- Penyisipan Pesan Menggunakan Metode DWT: Data multimedia yang dipilih sebagai media penyisipan akan diubah ke dalam domain *wavelet* menggunakan metode DWT.
- DWT pada Gambar: Pada gambar, biasanya terdiri dari dua dimensi, yaitu tinggi dan lebar (x dan y). Proses DWT pada gambar akan membagi gambar menjadi beberapa level resolusi yang berbeda. Proses dimulai dengan membagi gambar menjadi dua bagian, yaitu bagian detail (informasi tinggi) dan bagian aproksimasi (informasi rendah). Setiap bagian kemudian diubah lagi menjadi dua bagian lagi, dan proses ini berlanjut sampai mencapai level resolusi yang diinginkan. Proses DWT pada gambar dapat

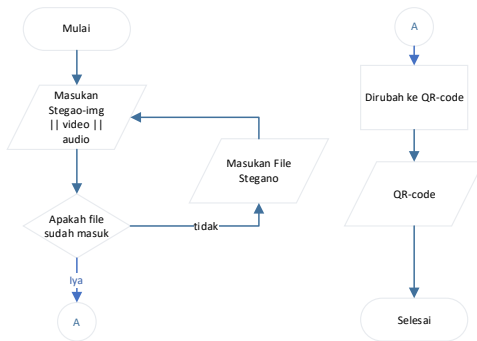
digunakan untuk kompresi gambar dengan mempertahankan informasi penting dalam bentuk detail dan aproksimasi pada berbagai level resolusi.

- DWT pada Video: DWT pada video melibatkan penggunaan DWT pada setiap frame video secara terpisah. Setiap frame video dipecah menjadi dua bagian, detail dan aproksimasi, menggunakan proses yang mirip dengan DWT pada gambar. Hal ini memungkinkan kompresi video dengan mempertahankan detail penting pada setiap frame, sehingga memungkinkan pengurangan ukuran file tanpa kehilangan kualitas video yang signifikan.
- DWT pada Audio: Pada audio, DWT sering digunakan untuk melakukan analisis spektral dan kompresi. Audio sering kali dipecah menjadi rentang frekuensi yang berbeda menggunakan DWT, yang kemudian dapat dianalisis atau diolah lebih lanjut. Proses DWT pada audio memungkinkan pengurangan redundansi informasi dan pemampatan data audio tanpa mengorbankan kualitas audio yang signifikan.

Dalam semua aplikasi ini, DWT memungkinkan representasi sinyal dalam domain frekuensi dan domain waktu secara bersamaan, yang memungkinkan analisis dan pengolahan sinyal yang lebih baik, serta kompresi data dengan efisien.

c. Diagram alir untuk proses memasukkan hasil dari tahap penyisipan dan enkripsi ke dalam QR-code.

Dalam sistem terakhir, pesan yang telah dienkripsi dan telah disisipkan ke dalam gambar akan melalui tahap akhir dengan penempatan di dalam QR-code. Informasi lebih lanjut mengenai implementasi ini dapat dijelaskan secara rinci dalam Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir proses memasukkan hasil kedalam QR-code

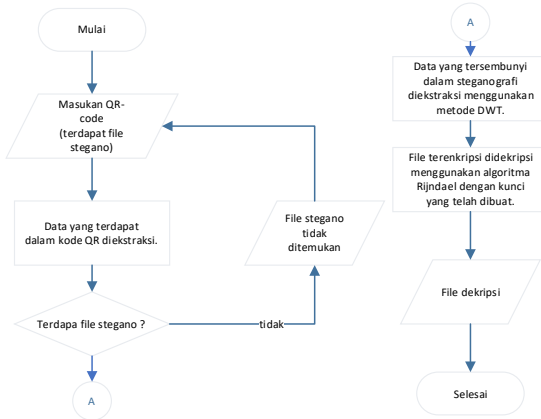
Penjelasan diagram alir proses memasukkan hasil kedalam QR-code:

- Masukan file stegano : Pengguna diminta untuk memasukkan file stegano yang sudah dibuat
- Kesesuaian File: Program menampilkan pesan konfirmasi kepada pengguna, meminta pengguna untuk memastikan apakah file yang akan digunakan sudah terinput atau belum.
- Kesesuaian File: Program akan menghasilkan pesan kesalahan yang ditampilkan kepada pengguna, mengajukan permintaan agar pengguna memastikan file stegano yang akan digunakan, apabila terdeteksi adanya kesalahan dalam proses tersebut.

- Hasil akhir dari proses ini adalah *QR-code* yang mengandung pesan yang telah disisipkan sebelumnya, memungkinkan untuk distribusi atau penyimpanan informasi dengan cara yang tidak mencolok atau terlihat secara langsung.

d. Diagram alir untuk proses dekripsi pesan.

Jika pengguna menginginkan untuk melihat pesan, pesan tersebut akan dideskripsikan dengan memasukkan hasil akhirnya, yaitu QR code. Informasi lebih lanjut mengenai implementasi ini dapat dijelaskan secara rinci dalam Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir proses dekripsi pesan

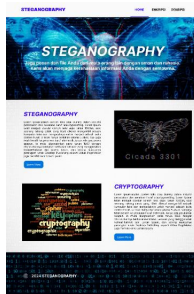
Penjelasan diagram alir proses dekripsi pesan:

- Masukkan file *QR-code*: Pengguna diminta untuk menyediakan dan memasukkan file *QR-code* yang berisi data steganografi.
- Data yang tertanam dalam kode *QR-code* diekstraksi.
- Pengguna diminta untuk memeriksa keberadaan file stegano. Jika tidak ditemukan, akan muncul pemberitahuan bahwa stegano tidak ditemukan. Namun, jika ada, proses akan dilanjutkan.
- Data yang tersembunyi dalam steganografi diekstraksi menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT).
- File yang terenkripsi akan didekripsi menggunakan algoritma *Rijndael* dengan kunci yang telah dibuat sebelumnya.
- Setelah proses dekripsi selesai, pesan dalam file dapat dibaca.

3.2. Antarmuka pengguna

a. Tampilan awal

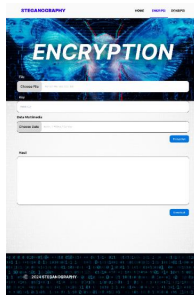
Pada antarmuka awal, terdapat pemaparan mengenai steganografi dan kriptografi, dengan kemungkinan tambahan artikel-artikel yang relevan.



Gambar 7. Tampilan awal

b. Tampilan enkripsi

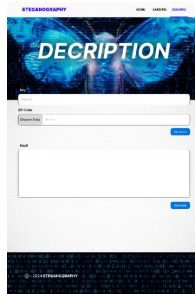
Pada antarmuka enkripsi, terdapat sebuah formulir yang memfasilitasi proses enkripsi serta menampilkan hasil enkripsi. Pengguna diminta untuk memasukkan *file* dalam format .txt atau .doc pada bagian yang disediakan untuk *file*, dan memasukkan kunci pada bagian *key* enkripsi. Kunci dapat dibuat dengan berbagai kombinasi angka, huruf, dan simbol. Setelahnya, pengguna dapat mengunggah berbagai jenis data multimedia, seperti video, gambar, atau audio, dan memilih salah satunya setelah semua bidang terisi. Proses enkripsi dimulai dengan menekan tombol "encryption", yang akan menghasilkan sebuah QR-code tersebut menyimpan *file* steganografi, di mana *file* terenkripsi telah terdapat di dalamnya.



Gambar 8. Tampilan enkripsi

c. Tampilan dekripsi

Pada antarmuka dekripsi, terdapat sebuah formulir yang memfasilitasi proses dekripsi serta menampilkan hasil dekripsi, yakni berupa *file* yang sebelumnya telah dimasukkan pada tahap enkripsi. Proses dekripsi dilakukan dengan memasukkan kunci yang telah dibuat dan memasukkan QR-code yang telah dibuat, yang mengandung informasi tersembunyi (steganografi).



Gambar 9. Tampilan dekripsi

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa penerapan steganografi menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform (DWT)* bersama dengan algoritma *Rijndael* merupakan salah satu strategi yang dapat diimplementasikan dalam mengamankan pesan rahasia dalam data multimedia. DWT memiliki kemampuan untuk memisahkan sinyal menjadi komponen frekuensi tinggi dan rendah, yang menggambarkan karakteristik yang signifikan dan detail halus dari data tersebut. Di sisi lain, algoritma *Rijndael*, sebagai representasi algoritma simetris, mengandalkan operasi substitusi, permutasi, dan iterasi pada blok yang dienkripsi, dengan penerapan kunci yang berubah pada setiap iterasi, meskipun dalam implementasi praktis, satu kunci tunggal sering digunakan untuk setiap blok enkripsi. Penggunaan *QR-code* sebagai *cover* tempat stegano disimpan diharapkan dapat mengurangi risiko penghapusan tidak disengaja oleh pengguna. Desain antarmuka pengguna yang simpel dirancang untuk memfasilitasi implementasi dan penggunaan sistem ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. U. Albab and D. Damaji, "Pengamanan Pesan Menggunakan Kombinasi Kriptografi dan Steganografi Audio Berbasis Transformasi Wavelet Diskrit," *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 11, no. 3, pp. A92–A95, 2023.
- [2] A. P. Ratnasari and F. A. Dwiyanto, "Metode steganografi citra digital," *Sains, Apl. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 52, 2020.
- [3] Y. Situmeang, A. Situmorang, and P. Lumbanraja, "Implementasi Algoritma AES Rijndael Pada QR Code Untuk Validasi dan Keamanan Data Penerima Bantuan Sosial di Kelurahan Padang Bulan Selayang II," *METHOTIKA: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 21–30, 2023.
- [4] D. C. Antono, H. N. Palit, and R. Adipranata, "Implementasi Enkripsi AES Cipher dan Discrete Wavelet Transform Dalam Metode Steganografi," *Jurnal Infra*, vol. 8, no. 1, pp. 285–288, 2020.
- [5] A. S. Pratama and I. M. Suartana, "Analisis Kualitas Stego Video dalam Penyisipan Data Memanfaatkan Metode DCT-DWT," *Journal Information Engineering and Educational Technology) ISSN*, vol. 2549, p. 869X, 2021.
- [6] T. Yuniati, "Pengembangan Aplikasi Penyandian Data Menggunakan Algoritma Rijndael," *Jurnal TIMES*, vol. 11, no. 2, pp. 25–33, 2022.
- [7] R. Siringoringo, "Analisis dan Implementasi Algoritma Rijndael (AES) dan Kriptografi RSA pada Pengamanan File," *Kumpulan Artikel Karya Ilmiah Fakultas Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 31–42, 2020.

Analisis *Microinteractions* pada Aplikasi Manajemen Keuangan dengan Metode *System Usability Scale*

Ni Wayan Diyarini^{a1}, I Gede Arta Wibawa^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹wayandiyarini@email.com
²gede.arta@unud.ac.id (Corresponding Author)

Abstract

Financial management is essential for personal financial well-being, yet financial literacy remains low in Indonesia. To improve usability, this study analyzes microinteractions in existing financial management applications by using System Usability Scale (SUS) metode. Through literature review, observation, and online surveys, microinteraction effectiveness is assessed, revealing areas for improvement. Results indicate a SUS score of 40, suggesting poor usability. Thus, redesigning the application is recommended to enhance usability and user experience, fostering better financial management practices.

Keywords: *Financial Management, Microinteractions, System Usability Scale, Usability Testing*

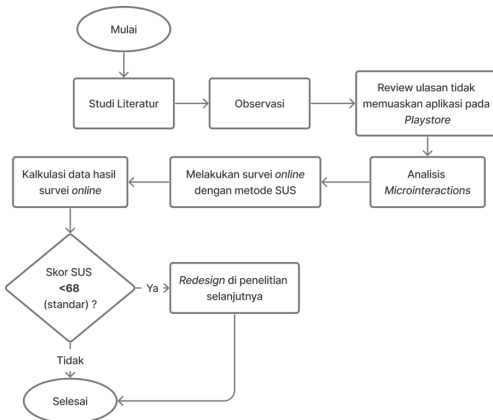
1. Pendahuluan

Kemahiran dalam mengelola keuangan pribadi sehari-hari memegang peranan penting dalam mencegah kemungkinan masalah keuangan. Menurut hasil Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan (SNLIK) tahun 2019 oleh Otoritas Jasa Keuangan (OJK), tingkat literasi keuangan di Indonesia mencapai 38,03%. Meskipun terjadi peningkatan dari survei sebelumnya pada tahun 2016 yang mencatat indeks literasi keuangan sebesar 29,7%, angka tersebut masih menunjukkan tingkat literasi keuangan yang relatif rendah [1]. Salah satu langkah yang bisa diambil untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan pencatatan keuangan secara teratur, sehingga arus uang dapat dikelola dengan baik [2]. Dengan mencatat secara teratur, kita dapat lebih baik mengontrol pengeluaran dan memastikan keuangan kita dikelola dengan baik. Contohnya, hasil survei terhadap 50 mahasiswa di Samarinda menunjukkan bahwa sebagian besar dari mereka, yaitu 98%, menyadari pentingnya menetapkan prioritas kebutuhan, tetapi hanya sedikit, sekitar 10%, yang benar – benar menerapkan dalam kehidupan sehari-hari. Ketidaksadaran dalam menetapkan prioritas kebutuhan dapat mengakibatkan pengeluaran yang tidak terkendali [3]. Dalam era digital, aplikasi manajemen keuangan semakin populer karena memudahkan pengguna untuk melacak pengeluaran, mengatur anggaran, dan merencanakan keuangan mereka. Agar aplikasi manajemen keuangan dapat digunakan secara efektif dan efisien, diperlukan antarmuka pengguna atau *User Interface (UI)* yang tidak rumit. Bila antarmuka pengguna rumit, hal tersebut akan memicu rasa malas pengguna dalam mencatat keuangannya. Begitu juga bila antarmuka pengguna membosankan, sehingga pengguna hanya memiliki sedikit alasan untuk kembali ke aplikasi tersebut. Dan tindakan tersebut tentu akan berpengaruh pada konsistensi manajemen keuangan pengguna. Namun tidak semua aplikasi manajemen keuangan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut. Berdasarkan alasan salah satu aplikasi manajemen keuangan di *Google Playstore*, tidak sedikit pengguna yang mengeluhkan aspek *UI* dan *User Experience (UX)* yang juga berpengaruh pada aspek *learnability* (kemampuan mempelajari sistem) dan konsistensi pengguna. Untuk menjawab permasalahan tersebut, pengguna harus memiliki pemicu dan alasan agar tetap mencatat keuangan mereka secara konsisten. Salah satunya dengan menerapkan *microinteractions* pada aplikasi manajemen keuangan. Menurut Jurica Dolić, *microinteraction* memiliki berbagai manfaat untuk *UI* [4]. *Microinteraction* dapat membantu pengguna dengan panduan yang intuitif, sehingga mengubah tugas-tugas biasa menjadi

pengalaman yang menyenangkan [5]. Contohnya seperti sesederhana *pop up* menu kalkulator yang muncul setelah mengklik tambah catatan keuangan atau *sound effect* yang muncul ketika mengetik nominal. Lebih lanjut, menurut Reyneke Rupert, *microinteraction* efektif dalam menyelesaikan suatu tugas, memanajemen tugas yang sedang dikerjakan, menghubungkan perangkat, berinteraksi dengan data, menyesuaikan pengaturan, membuat atau melihat suatu konten, dan menghidupkan atau mematikan fitur [6]. *Microinteraction* dapat meninggalkan pengalaman pengguna yang menyenangkan, sehingga dapat memicu pengguna untuk merasakan pengalaman tersebut kembali. Dalam penelitian ini, penulis berencana untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan langkah-langkah sebagai berikut. Langkah pertama penulis akan melakukan studi literatur atau analisis teoritis terkait topik yang diangkat, diikuti dengan observasi dan analisis ulasan pengguna yang tidak memuaskan terhadap salah satu aplikasi manajemen keuangan. Selanjutnya, penulis akan menganalisis bagaimana *microinteractions* pada aplikasi manajemen keuangan tersebut. Untuk memastikan hasil yang akurat, penulis akan menyusun pertanyaan survei *online* berdasarkan metode *System Usability Scale (SUS)* dan melakukan survei *online* terhadap pengguna aplikasi manajemen keuangan tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data yang akurat serta berguna untuk meningkatkan kualitas aplikasi manajemen keuangan baik dari segi *UI* maupun *UX* dengan menerapkan *microinteractions* pada penelitian selanjutnya. Dalam penelitian ini, penulis merencanakan langkah-langkah untuk menangani masalah tersebut. Pertama, penulis akan menjalankan kajian literatur atau analisis teoritis terkait topik yang dibahas. Kemudian observasi secara langsung terkait ulasan pengguna yang kurang memuaskan terhadap suatu aplikasi manajemen keuangan, diikuti dengan analisis tentang bagaimana *microinteractions* di dalam aplikasi tersebut bekerja. Untuk memastikan keakuratan hasil, penulis menyusun survei *online* berdasarkan metode *SUS* dan menyebarkannya ke target pengguna aplikasi manajemen keuangan untuk berpartisipasi. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan data yang berguna untuk meningkatkan kualitas *UI* dan *UX* pada aplikasi manajemen keuangan dengan menerapkan *microinteractions* dalam penelitian selanjutnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Studi Literatur

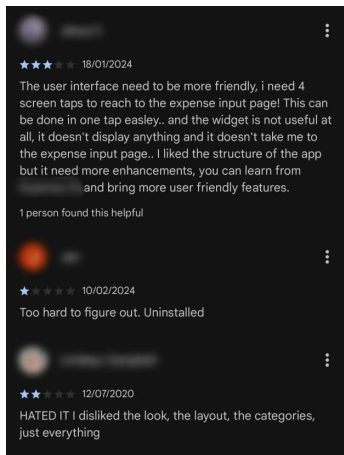


Gambar 1. Alur Penelitian

Sebelum penelitian dimulai, penting untuk melakukan studi literatur terkait *microinteractions*, *usability testing*, dan aplikasi keuangan merupakan tahapan yang wajib untuk dilakukan. Studi literatur dilakukan dengan mencari sumber pada buku, jurnal, dan *website* terpercaya. Hal ini bertujuan agar penelitian yang dilakukan nantinya memiliki dasar yang kuat dan sistematis. Tahap selanjutnya adalah observasi aplikasi manajemen keuangan dan meninjau komentar tidak memuaskan dari salah satu aplikasi manajemen keuangan yang paling banyak diunduh di *Google Playstore*. Setelahnya dilanjutkan dengan analisis *microinteractions* yang ada pada aplikasi tersebut. Kemudian dilakukan penyusunan pertanyaan untuk survei online diikuti dengan penyebaran dan menghitung data hasil survei online yang disesuaikan dengan metode *SUS*. Selanjutnya hasil perhitungan ini akan menjadi tolak ukur apakah aplikasi tersebut perlu didesain ulang atau tidak. Terkait detail alur penelitian dijelaskan pada gambar 1.

2.2. Observasi

Sebelum melakukan evaluasi desain aplikasi, penting untuk terlebih dahulu memahami opini pengguna melalui ulasan di *Google Playstore*. Hal ini bertujuan untuk menentukan apakah aplikasi tersebut benar-benar memerlukan desain ulang atau tidak. Dengan menganalisis ulasan pengguna, kita dapat mengidentifikasi letak permasalahan yang dihadapi oleh pengguna. Pada gambar 2 diperoleh informasi ulasan pengguna yang mengeluhkan antarmuka yang sulit dipahami dan tidak memuaskan, serta beberapa fitur yang *error*.



Gambar 2. Ulasan Pengguna

Ulasan pengguna diklasifikasi berdasarkan lima aspek usability. Pada tabel 1, penulis mengambil 35 ulasan yang diklasifikasikan berdasarkan isi dari masing-masing ulasan. Satu ulasan bisa terklasifikasi dalam 2-3 permasalahan. Hal tersebut disebabkan oleh banyaknya ulasan pengguna yang cenderung panjang dan mengeluhkan banyak masalah dalam satu ulasan.

Tabel 2. Data ulasan 35 pengguna

No.	Metrik	Permasalahan	Jumlah ulasan
1.	<i>Learnability</i>	Membingungkan	14
2.	<i>Memorability</i>	-	-
3.	<i>Efficiency</i>	Tidak efisien dalam menambah pengeluaran	5
4.	<i>Error</i>	<i>Error</i> setelah berlangganan <i>Bug</i> , fitur tidak berjalan dengan semestinya	2 10
5.	<i>Satisfaction</i>	Antarmuka pengguna ketinggalan jaman	17

2.3. *Microinteractions*

Dalam persaingan pasar yang ketat jaman sekarang, *microinteractions* memiliki peranan yang amat penting [7]. Hal tersebut juga tentunya memicu para perintis harus semakin inovatif dalam menghasilkan produk agar bisa bersaing di pasaran. Produk juga dituntut untuk membuat pengguna selalu kembali dan konsisten dalam menggunakan produk tersebut. Terutama bagi aplikasi manajemen keuangan yang bergantung pada konsistensi pengguna. *Microinteractions* adalah interaksi kecil berbasis *task* dalam produk digital. Ini memberikan umpan balik atau respons visual terhadap tindakan pengguna. Interaksi ini memandu pengguna karena memberikan petunjuk tentang cara menggunakan produk. Meskipun kecil, para desainer menciptakan animasi berbasis *goals* ini untuk mengubah tindakan-tindakan yang membosankan menjadi momen-momen yang berkesan. Mereka membuat produk lebih intuitif, menarik, dan efisien dengan tujuan meningkatkan pengalaman pengguna [5].

Microinteractions terdiri dari 4 bagian, diantaranya [7].

- a. *Trigger*
 Sesuatu yang memulai *microinteractions*. Biasanya terjadi ketika ada yang diinginkan atau dibutuhkan oleh pengguna. Pemicunya bisa berupa tombol atau ikon *hover* atau diklik oleh pengguna.
- b. *Rules*
 Menentukan *microinteractions* bekerja atau tidak. Aturan harus disesuaikan dengan logika pengguna.
- c. *Feedback*
 Menjelaskan *rules*. *Feedback* menjelaskan efek/reaksi setelah pengguna melakukan penyebab/tindakan. Biasanya pemicunya adalah *microinteractions*.
- d. *Loop and modes*
 Aturan meta yang mempengaruhi *microinteractions* – cara merancang dan membedah suatu *microinteractions*.



Gambar 3. Bagian *Microinteractions*




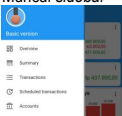

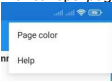



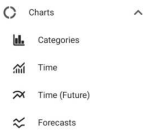
Beberapa contoh *microinteractions* meliputi [5].

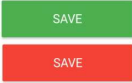
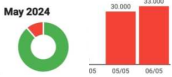
- a. Animasi ringan saat pengguna menyukai sebuah posting untuk menunjukkan bahwa tindakan tersebut berhasil.
- b. Suara *refresh page* ketika pengguna menarik ke bawah untuk memperbarui umpan.
- c. *Autocomplete suggestions* muncul saat pengguna mengetik di bilah pencarian.
- d. *Progress bar* yang terisi saat sebuah file diunggah untuk memberikan informasi status.
- e. Kemampuan untuk melihat orang lain 'Mengetik' di aplikasi pesan.

2.4. Analisis *Microinteractions* pada Aplikasi Manajemen Keuangan

Pada tabel 3 menyediakan informasi terkait beberapa jenis *microinteractions* yang ada dalam aplikasi manajemen keuangan yang penulis teliti. *Rules* yang terdapat pada *microinteractions* tersebut masih monoton, yaitu hanya menggunakan satu jenis *rules* "Click". Sedangkan *rules* memiliki banyak jenis, seperti *hover*, *haptic*, *swipe*, *double click*, dll. *Feedback* yang digunakan pun cukup umum. Pada *microinteractions* nomor satu banyak pengguna pada tahap observasi yang mengeluhkan aspek *efficiency*, karena untuk mencatat pengeluaran user harus melakukan dua kali klik yang dinilai kurang efisien.

Tabel 3. *Microinteractions* pada Aplikasi Manajemen Keuangan

No	Trigger	Rules	Feedback
1.	<i>Add button</i> 	<i>Click</i>	Muncul dua <i>button</i> baru 
2.	<i>Burger button</i> 	<i>Click</i>	Muncul <i>sidebar</i> 
3.	<i>Three dots vertical</i> 	<i>Click</i>	Muncul opsi <i>page color</i> dan <i>help</i> 
4.	<i>Toggle button</i> 	<i>Click</i>	<i>On/off</i> 
5.	<i>Dropdown chart button</i> 	<i>Click</i>	Muncul jenis <i>charts</i> 

No	Trigger	Rules	Feedback
6.	Save transaction button	Click	Loading Pie Chart dan Expenses Chart yang disesuaikan dengan transaksi terbaru
			

2.5. System Usability Scale

System Usability Scale (SUS) merupakan sebuah instrumen evaluasi yang berguna untuk mengukur tingkat kegunaan suatu sistem. Dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986, alat ini memiliki kemampuan untuk menilai kegunaan berbagai produk, termasuk perangkat keras, perangkat lunak, aplikasi *mobile*, dan situs *web*. [9].

Terdapat lima kriteria utama yang dievaluasi [8].

- a. *Learnability* (Kemampuan Belajar)
 Mengukur seberapa mudah pengguna dapat mempelajari dan memahami desain ketika pertama kali berinteraksi dengannya.
- b. *Efficiency* (Efisiensi)
 Mengukur seberapa efisien pengguna dalam menyelesaikan tugas setelah memahami desain.
- c. *Memorability* (Kemampuan Mengingat)
 Menilai seberapa efektif pengguna dalam mengingat cara menggunakan desain setelah beberapa waktu tidak menggunakannya.
- d. *Error* (Kesalahan)
 Menilai seberapa sering pengguna membuat kesalahan saat berinteraksi dengan desain, seberapa parah kesalahan yang terjadi, dan seberapa mudah pengguna menemukan solusi untuk kesalahan tersebut.
- e. *Satisfaction* (Kepuasan)
 Mengukur tingkat kepuasan pengguna dalam menggunakan desain.

Cara menghitung skor *SUS* adalah sebagai berikut [9].

- Pada setiap pertanyaan dengan nomor ganjil, skornya dikurangi satu (1)
- Pada setiap pertanyaan dengan nomor genap, lima dikurangi dengan skornya (2)
- Total nilai pertanyaan genap dan ganjil, masing-masih dikali 2,5 (3)

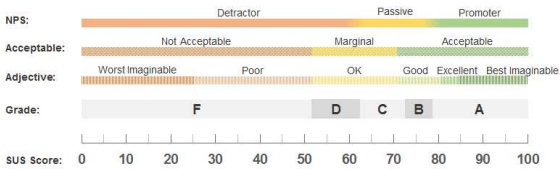
Lalu jumlah dari hasil nilai yang telah dikalikan dengan 2,5 (jumlah skor *SUS*) akan dikalkulasi menggunakan rumus dibawah [10].

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \tag{4}$$

Keterangan:

- \bar{x} = Nilai rata – rata (5)
- $\sum x$ = Jumlah skor *SUS* (6)
- n = Total responden (7)

Terakhir, sesuaikan nilai rata-rata dengan kategori penilaian [10].



Gambar 4. Kategori penilaian *System Usability Score*

2.6. Menyusun Pertanyaan Survei Online

Pertanyaan yang telah disusun disesuaikan dengan metode *System Usability Scale*. Pada tabel 4 ditampilkan terkait detail dari 10 pertanyaan tersebut. Setiap pertanyaan memiliki 5 jenis jawaban yang sama serta memiliki skor yang sama pula. Rentang skor jawaban berbobot diantara 5-1. Berikut merupakan detail jawaban beserta bobotnya:

- a. Sangat Tidak Setuju (STS) : 5
- b. Tidak Setuju (TS) : 4
- c. Cukup : 3
- d. Setuju : 2
- e. Sangat Setuju (SS) : 1

Tabel 4. Daftar Pertanyaan SUS

No.	Pertanyaan
1	Saya berpikir akan menggunakan aplikasi ini lagi
2	Saya merasa aplikasi ini rumit untuk digunakan
3	Saya merasa aplikasi ini mudah untuk digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan aplikasi ini
5	Saya merasa fitur-fitur dalam aplikasi ini berjalan dengan semestinya
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada aplikasi ini
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan aplikasi ini dengan cepat
8	Saya merasa aplikasi ini membingungkan
9	Saya merasa percaya diri dalam menggunakan aplikasi ini
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu dengan aplikasi ini sebelum menggunakannya

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Data Responden

Survei melibatkan total 20 peserta, dengan komposisi yang sama antara perempuan dan laki-laki yaitu masing-masing 10 orang, serta dengan responden yang berstatus 2 pelajar, 1 pekerja, dan sisanya merupakan mahasiswa/mahasiswi.

Tabel 5. Data Responden

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1.	5	1	5	2	5	2	5	2	5	3
2.	3	4	2	2	3	4	3	4	2	4
3.	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3
4.	3	4	2	2	4	3	3	3	3	4
5.	2	4	2	4	2	4	1	4	2	5
6.	4	4	2	4	2	4	2	4	2	4
7.	3	4	3	3	2	4	3	4	2	5
8.	3	4	2	5	3	4	1	4	2	4
9.	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
10.	2	4	2	3	3	4	2	4	2	5
11.	1	4	2	3	2	5	2	5	2	5
12.	2	3	3	2	4	2	3	2	3	3
13.	4	2	4	2	4	2	4	2	4	4
14.	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
15.	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4
16.	3	4	2	3	3	3	2	4	3	4
17.	3	4	2	1	4	2	2	2	4	4
18.	2	4	2	3	4	5	1	5	3	4
19.	2	4	2	5	3	4	2	5	2	4
20.	5	2	5	3	5	2	5	1	4	2

Dari 20 responden yang telah menyelesaikan survei dengan menjawab 10 pertanyaan, yaitu dari pertanyaan pertama (Q1) hingga pertanyaan terakhir (Q10) mendapatkan hasil seperti yang ditampilkan pada tabel 5. Informasi lebih rinci mengenai daftar pertanyaan-pertanyaan tersebut tercantum di tabel 4. Data responden diatas telah dibobotkan berdasarkan skala pembobotan yang ada pada bagian penyusunan pertanyaan survei online. Setelah melakukan pembobotan jawaban, data tersebut nantinya akan diolah lebih lanjut pada tahap berikutnya yaitu kalkulasi data responden.

3.2. Kalkulasi Data Responden

Kemudian data responden pada tabel 5 akan dikalkulasi berdasarkan persamaan (1), (2), dan masing-masing totalnya dikalikan 2,5 sesuai dengan persamaan (3). Setelahnya jumlah skor *SUS* akan digunakan sebagai data pada tahap berikutnya. Informasi lebih detail terkait data responden yang telah dikalkulasi tercantum pada tabel 6.

Tabel 6. Data Responden yang telah dikalkulasi

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Total	Total x 2.5
1.	4	4	4	3	4	3	4	3	4	2	35	87.5
2.	2	1	1	3	2	1	2	1	1	1	15	37.5
3.	1	3	2	1	2	2	2	2	2	2	19	47.5
4.	2	1	1	3	3	2	2	2	2	1	19	47.5
5.	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8	20
6.	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	30
7.	2	1	2	2	1	1	2	1	1	0	13	32.5
8.	2	1	1	0	2	1	0	1	1	1	10	25
9.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	25
10.	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	11	27.5
11.	0	1	1	2	1	0	1	0	1	0	7	17.5
12.	1	2	2	3	3	3	2	3	2	2	23	57.5
13.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	28	70
14.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.	3	1	2	1	3	2	2	1	3	1	19	47.5
16.	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	15	37.5
17.	2	1	1	4	3	3	1	3	3	1	22	55
18.	1	1	1	2	3	0	0	0	2	1	11	27.5
19.	1	1	1	0	2	1	1	0	1	1	9	22.5
20.	4	3	4	2	4	3	4	4	3	3	34	85
Hasil											800	

Setelah memperoleh jumlah skor *SUS* yaitu 800, nilainya akan dikalkulasi lagi menggunakan persamaan 4. Dimana untuk mencari nilai rata-rata, dibutuhkan jumlah skor *SUS* dan total responden yaitu 20 responden. Sehingga setelah dikalkulasi, hasil yang diperoleh tercantum pada persamaan (8) berikut.

$$\bar{x} = \frac{800}{20} = 40 \tag{8}$$

Hasil yang diperoleh dari kalkulasi diatas kemudian dicocokkan dengan gambar 4. Dimana hasil yang diperoleh berada dibawah standar *SUS*. Skor 40 memiliki *NPS* (*Net Promoter Scores*) *detractor*, dengan *level not acceptable*, berada pada *adjective* yang berstatus *poor*, dan memiliki *grade F*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi yang dilakukan, aplikasi manajemen keuangan yang dievaluasi memperoleh nilai akhir *System Usability Scale (SUS)* sebesar 40. Nilai ini menunjukkan bahwa aplikasi tersebut masih berada di bawah standar, dimana standar yang ditetapkan pada berkisar pada skor 68. Dengan mengacu pada skala *SUS*, nilai ini mengindikasikan bahwa aplikasi tersebut mendapat kategori "*detractor*" dalam *Net Promoter Scores (NPS)*, dengan tingkat kesulitan yang "*not acceptable*", status "*poor*" dalam *adjective*, dan mendapat *grade F*. Oleh karena itu, kesimpulan dari penelitian ini menyarankan untuk melanjutkan dengan tahap desain ulang atau *redesign* aplikasi baik dari segi desain maupun

sistemnya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan tingkat kegunaan aplikasi ke level yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] "Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan 2019," Otoritas Jasa Keuangan, Tanggal Akses: 10 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: [https://ojk.go.id/id/berita-dan-kegiatan/publikasi/Pages/Survei-Nasional-Literasi-dan-Inklusi-Kuangan-2019.aspx#:~:text=Survei%20Nasional%20Literasi%20dan%20Inklusi%20Keuangan%20\(SNLIK\)%20ketiga%20yang%20dilakukan,inklusi%20keuangan%2076%2C19%25](https://ojk.go.id/id/berita-dan-kegiatan/publikasi/Pages/Survei-Nasional-Literasi-dan-Inklusi-Kuangan-2019.aspx#:~:text=Survei%20Nasional%20Literasi%20dan%20Inklusi%20Keuangan%20(SNLIK)%20ketiga%20yang%20dilakukan,inklusi%20keuangan%2076%2C19%25).
- [2] U. Juhardi dan Khairullah, "Sistem Pencatatan dan Pengolahan Keuangan Pada Aplikasi Manajemen Keuangan E-Dompet Berbasis Android," *Journal of Technology and Information System*, vol. 2, no. 1, hlm. 24–29, Feb 2019.
- [3] J. H. Napitupulu dan N. Ellyawati, "Pengaruh Literasi Keuangan Dan Sikap Keuangan Terhadap Perilaku Pengelolaan Keuangan Mahasiswa Kota Samarinda," *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, vol. 9, no. 3, hlm. 138–144, Sep 2021.
- [4] J. Dolić, H. Klepo, J. Pibernik, dan L. Mandić, "The influence of microinteractions in registration forms on user experience," hlm. 59–67, 2024.
- [5] M. Soegaard, "The Role of Micro-interactions in Modern UX," *Interaction Design Foundation*, Tanggal Akses: 10 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.interaction-design.org/literature/article/micro-interactions-ux>
- [6] R. Reyneke, "Improving interactive user experience with microinteractions: An application of biometric and affect detection systems on landing pages," 2019.
- [7] L. Herna, "Analysis of the Effect of Microinteraction in Instagram Application on the Users," *Atlantis Press*, vol. 502, hlm 114–119, 2020.
- [8] A. Supriyatna, "Penerapan Usability Testing Untuk Pengukuran Tingkat Kebergunaan Web Media of Knowledge," *Jurnal Ilmiah Teknologi-Informasi dan Sains (TeknoIS)*, vol. 8, no. 1, hlm. 1–16, 2018.
- [9] S. Andysa, "Mengenal System Usability Scale," *Binus*, Tanggal Akses: 10 Mei 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://sis.binus.ac.id/2022/02/07/mengenal-system-usability-scale/>.
- [10] Rasmila, R. Nufus, R. A. P. Tamimi, "Analisis Website PeduliLindungi Menggunakan Pengujian SUS (System Usability Scale)," *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer*, vol. 6, no. 2, hlm. 146–150, 2022.

Analisis Emosi Anjing Melalui Klasifikasi Citra untuk Deteksi Ekspresi Wajah Hewan Peliharaan

I Gede Surya Adi Pradana^{a1}, I Gede Santi Astawa^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹pradana.2208561126@student.unud.ac.id
²santi.astawa@unud.ac.id

Abstract

Emotion Detection in Dogs through Image Classification for Pet Facial Expression Analysis utilizes convolutional neural networks (CNNs) to discern and quantify dogs' emotional states based on their facial expressions. This approach leverages advanced image processing techniques to recognize subtle cues indicative of various emotions like happiness, fear, or sadness in dogs. By applying CNNs to analyze image data, pet owners can gain valuable insights into their dogs' emotional well-being and address their needs accordingly. This technology offers a promising avenue for enhancing the bond between pets and owners by facilitating more informed and empathetic care tailored to each dog's emotional state and personality.

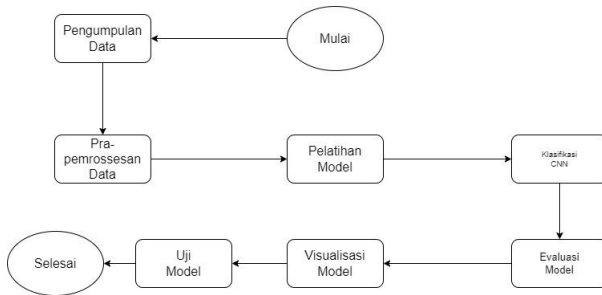
Keywords: Emotion Recognition, Dog Facial Expressions, Image Classification, Convolutional Neural Networks (CNNs), Pet Well-Being

1. Pendahuluan

Dalam dekade terkini, perkembangan teknologi telah mengarah pada peningkatan minat terhadap aplikasi kecerdasan buatan (AI) dalam berbagai bidang, termasuk ilmu komputer dan kedokteran hewan. Salah satu bidang yang menarik perhatian adalah penggunaan AI untuk menganalisis dan memahami ekspresi emosional hewan peliharaan, seperti anjing. Anjing, sebagai hewan peliharaan yang paling umum di dunia, sering kali menjadi anggota keluarga dan mendapatkan perhatian khusus dari pemiliknya. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa anjing memiliki kemampuan unik untuk mengekspresikan emosi melalui ekspresi wajah mereka. Namun, interpretasi dan pemahaman terhadap ekspresi-ekspresi ini masih merupakan tantangan bagi banyak pemilik hewan. Dalam konteks ini, penggunaan teknologi AI, khususnya teknik klasifikasi citra dengan menggunakan jaringan saraf konvolusional (CNNs) [1], menawarkan potensi untuk meningkatkan pemahaman kita terhadap keadaan emosional anjing melalui analisis ekspresi wajah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan ekspresi emosional pada anjing berdasarkan gambar wajah mereka. Dengan memanfaatkan kemajuan dalam bidang visi komputer dan pembelajaran mesin, teknik ini akan memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana anjing mengungkapkan perasaan mereka melalui wajah mereka. Keberhasilan proyek ini memiliki implikasi yang luas, termasuk memberikan pemilik hewan peliharaan wawasan yang lebih baik tentang kesejahteraan emosional anjing mereka. Informasi ini dapat membantu pemilik untuk merespons kebutuhan emosional hewan peliharaan mereka secara lebih efektif dan sensitif. Selain itu, penelitian ini juga dapat membuka jalan bagi pengembangan teknologi yang dapat digunakan dalam lingkungan klinik veteriner untuk membantu diagnosis dan perawatan hewan yang lebih baik. Dalam konteks lebih luas, penelitian ini juga mendorong pengembangan AI yang lebih humanistik, di mana teknologi tidak hanya digunakan untuk tujuan praktis tetapi juga untuk meningkatkan kualitas hidup dan hubungan antara manusia dan hewan peliharaan mereka. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap bidang kecerdasan buatan dan kesejahteraan hewan secara keseluruhan.

2. Metode Penelitian

2.1. Alur Penelitian



Gambar 1. Alur penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan dataset citra ekspresi wajah anjing yang telah diberi label *angry* dan *happy*. Dataset ini terdiri dari berbagai gambar anjing dengan ekspresi wajah yang mencerminkan kedua emosi tersebut. Selanjutnya, data diproses dan dibagi secara acak menjadi dua bagian: data pelatihan untuk melatih model klasifikasi, dan data pengujian untuk mengevaluasi kinerja model. Selanjutnya, teknik klasifikasi citra menggunakan jaringan saraf konvolusional (CNN) diterapkan pada data pelatihan. CNN dilatih untuk mempelajari pola dan fitur khas dari citra anjing dengan ekspresi *angry* dan *happy*. Proses pelatihan dilakukan berulang kali untuk meningkatkan kemampuan model dalam mengenali perbedaan antara kedua ekspresi emosional tersebut.[2]. Langkah terakhir adalah evaluasi model klasifikasi menggunakan data pengujian yang terpisah. Metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, dan recall digunakan untuk mengukur sejauh mana model dapat mengenali dan mengklasifikasikan ekspresi emosional pada citra wajah anjing[3]. Hasil evaluasi ini memberikan wawasan tentang kinerja model dan potensinya dalam menganalisis ekspresi emosional pada hewan peliharaan, khususnya anjing.

2.2. Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan dalam proyek ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Kaggle, sebuah platform yang menyediakan berbagai dataset untuk keperluan machine learning dan analisis data. Dataset ini terdiri dari 800 gambar anjing yang dikategorikan berdasarkan dua emosi utama, yaitu "angry" dan "happy", dengan masing-masing kategori berisi 400 gambar. Pemilihan dataset ini bertujuan untuk membangun dan melatih model klasifikasi gambar yang dapat mengenali ekspresi emosional pada wajah anjing. Penggunaan dataset dari Kaggle dipilih karena dataset tersebut sudah terstruktur dengan baik dan menyediakan variasi gambar yang cukup, sehingga sangat cocok untuk keperluan pelatihan model deep learning.

2.3. Preprocessing Data

Data yang telah dikumpulkan mengalami penyesuaian ukuran dari ukuran asli yang beragam menjadi 150×150 piksel. Selanjutnya, dilakukan proses Augmentasi Data. Augmentasi Data adalah proses dalam pengolahan gambar yang bertujuan untuk meningkatkan variasi data latih dengan mengubah atau memodifikasi gambar sehingga komputer tetap mengenali gambar tersebut sebagai gambar yang sama. Pada penelitian ini, augmentasi data mencakup beberapa teknik: rotasi gambar secara acak hingga sudut maksimum 40°, pergeseran horizontal dan vertikal, shear atau distorsi gambar, zoom-in dan zoom-out, serta flipping horizontal. Selain itu,

semua gambar dinormalisasi dengan mereskalakan nilai pixel ke rentang 0-1. Proses-proses ini bertujuan untuk membuat model lebih tangguh terhadap berbagai variasi dalam data input, sehingga meningkatkan kemampuan generalisasi model saat dihadapkan dengan data baru.[4]

2.4. Pelatihan Model

Pelatihan model dilakukan setelah tahap preprocessing data selesai. Model yang digunakan adalah model Convolutional Neural Network (CNN), yang terdiri dari beberapa lapisan (layer) konvolusi dan pooling untuk ekstraksi fitur, serta lapisan fully connected untuk klasifikasi akhir. Pada penelitian ini, model CNN dimulai dengan lapisan konvolusi dengan 32 filter dan kernel berukuran 3x3, diikuti dengan lapisan pooling untuk mengurangi dimensi fitur. Proses ini dilanjutkan dengan beberapa lapisan konvolusi dan pooling tambahan, masing-masing dengan jumlah filter yang semakin meningkat (64 dan 128 filter), untuk menangkap fitur yang lebih kompleks. Setelah itu, lapisan flatten digunakan untuk mengubah matriks fitur menjadi vektor, yang kemudian diproses oleh beberapa lapisan fully connected, termasuk lapisan dropout untuk mengurangi overfitting, dan diakhiri dengan lapisan output menggunakan fungsi aktivasi softmax untuk menghasilkan probabilitas dari dua kelas (angry dan happy). Model ini dilatih menggunakan data yang telah di-augmentasi, dengan menggunakan optimizer Adam dan fungsi loss categorical crossentropy. Pelatihan dilakukan selama 20 epoch, dengan data validasi digunakan untuk memantau kinerja model dan menyesuaikan bobot secara bertahap. Selama pelatihan, kinerja model dievaluasi berdasarkan metrik akurasi dan loss baik pada data latih maupun data validasi. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan akurasi dan penurunan loss seiring bertambahnya epoch, yang menggambarkan kemampuan model dalam belajar dari data latih dan menggeneralisasikan pengetahuannya ke data validasi.

2.5. Klasifikasi Citra Dengan CNN

Klasifikasi citra dengan CNN adalah proses di mana model yang telah dilatih digunakan untuk mengidentifikasi kategori gambar baru. Dalam program ini, CNN yang telah dilatih pada gambar anjing dengan emosi "angry" dan "happy" digunakan untuk memprediksi emosi dari gambar baru. Gambar baru ini terlebih dahulu diproses untuk penyesuaian ukuran dan normalisasi, sama seperti data latih. Model kemudian mengeluarkan probabilitas untuk masing-masing kategori, dan kategori dengan probabilitas tertinggi menjadi hasil prediksi. Proses ini memungkinkan identifikasi otomatis dari emosi "angry" atau "happy" pada gambar anjing berdasarkan pola-pola yang telah dipelajari selama pelatihan. [5]

2.6. Evaluasi

Evaluasi model CNN dilakukan untuk mengevaluasi kinerja model dalam mengklasifikasikan gambar baru setelah dilatih. Terdapat beberapa metrik evaluasi yang umum digunakan, di antaranya:

- Akurasi (Accuracy): Metrik yang mengukur seberapa banyak prediksi yang benar dibuat oleh model dibandingkan dengan total jumlah prediksi.

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{Total prediksi benar}}{\text{Total prediksi}}$$

- Loss Function: Fungsi yang mengukur seberapa baik model menghasilkan prediksi. Untuk klasifikasi multikelas, umumnya menggunakan cross-entropy loss function.

$$\text{Loss} = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C Y_{ij} \log(P_{ij})$$

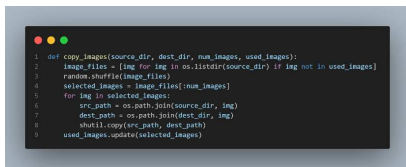
- N adalah jumlah sampel data
- C adalah jumlah kelas
- Y_{ij} adalah label yang sebenarnya untuk sampel i dan kelas j
- P_{ij} adalah probabilitas model untuk sampel i dan kelas j

- c. Confusion Matrix: Matriks yang menunjukkan jumlah prediksi yang benar dan salah untuk setiap kelas.
- d. Precision, Recall, dan F1-score: Metrik evaluasi yang lebih rinci yang mengukur performa model untuk setiap kelas secara individual.

Evaluasi dilakukan menggunakan data validasi yang tidak pernah dilihat oleh model selama pelatihan. Dengan metrik-metrik tersebut, kita dapat memahami seberapa baik model CNN dapat mengidentifikasi emosi pada gambar anjing. Dalam kode, akurasi dan loss biasanya langsung tersedia sebagai output dari proses pelatihan model. Sedangkan untuk confusion matrix, precision, recall, dan F1-score, kita bisa menggunakan fungsi-fungsi dari library seperti scikit-learn di Python.

3. Hasil dan Diskusi

Bagian pertama yang menangani pembagian data terletak dalam fungsi `copy_images`, di mana gambar-gambar dari direktori sumber (angry_dir dan happy_dir) disalin ke direktori tujuan (train_angry, train_happy, validation_angry, validation_happy) dengan jumlah tertentu sesuai dengan jumlah data yang telah ditentukan. Selanjutnya, dilakukan inisialisasi generator untuk data latih (train_generator) dan data validasi (validation_generator) menggunakan ImageDataGenerator. Proses ini sangat penting untuk mempersiapkan dataset sebelum proses pelatihan model dimulai. Penggunaan generator memungkinkan augmentasi data dilakukan secara dinamis selama proses pelatihan, yang membantu meningkatkan ketahanan dan kinerja model terhadap variasi data yang belum pernah dilihat sebelumnya.



```
1 def copy_images(source_dir, dest_dir, num_images, used_images):
2     image_files = [img for img in os.listdir(source_dir) if img not in used_images]
3     random.shuffle(image_files)
4     selected_images = image_files[:num_images]
5     for img in selected_images:
6         src_path = os.path.join(source_dir, img)
7         dest_path = os.path.join(dest_dir, img)
8         shutil.copy(src_path, dest_path)
9     used_images.update(selected_images)
```

Gambar 2. Pembagian Data

Tahap augmentasi dilakukan menggunakan ImageDataGenerator pada generator data latih. Dalam kode yang disediakan, train_datagen diinisialisasi dengan berbagai transformasi seperti rotasi, pergeseran horizontal dan vertikal, pemotongan, perbesaran, dan pencerminan. Berikut adalah inisialisasi train_datagen



```
1 train_datagen = ImageDataGenerator(
2     rescale=1./255,
3     rotation_range=40,
4     width_shift_range=0.2,
5     height_shift_range=0.2,
6     shear_range=0.2,
7     zoom_range=0.2,
8     horizontal_flip=True,
9     fill_mode='nearest'
10 )
```

Gambar 3. Augmentasi

Kemudian, dibuatlah generator data latih (`train_generator`) menggunakan `train_datagen` dengan parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Generator ini akan menghasilkan batch-batch citra yang telah dimodifikasi secara acak sesuai dengan transformasi yang telah ditentukan sebelumnya. Pendekatan ini memungkinkan model untuk melihat variasi yang lebih luas dari data latih yang tersedia, yang pada gilirannya membantu meningkatkan kemampuan model untuk menggeneralisasi pola dari data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Ini adalah strategi penting dalam memperbaiki kinerja model dan mencegah overfitting. Selanjutnya merupakan proses pelatihan model menggunakan metode transfer learning dengan menggunakan base model VGG16. Pertama, model disetel agar lapisan-lapisan dasar tidak dapat di-train ulang dengan mengatur `base_model.trainable = False`. Kemudian, model dikompilasi dengan optimizer Adam dan fungsi loss categorical crossentropy. Selanjutnya, model dilatih selama 20 epoch menggunakan generator data latih dan data validasi. Setelah itu, beberapa lapisan terakhir dari base model di-"unfreeze" untuk fine-tuning dengan mengatur `base_model.trainable = True`, dan lapisan-lapisan yang tidak ingin di-train kembali diatur ke `False`. Model kemudian dikompilasi ulang dengan learning rate yang lebih rendah, dan dilatih kembali selama 10 epoch. Akhirnya, model dievaluasi menggunakan data validasi, akurasi hasil evaluasi dicetak ke layar, dan model final disimpan ke dalam file.

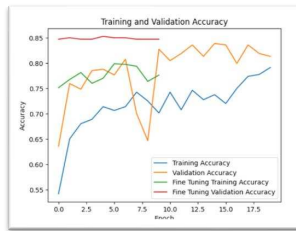


Gambar 4. Pelatihan Model

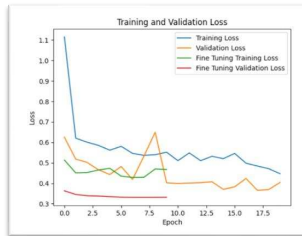
Akurasi pada data validasi: 0.8474576473236084

Gambar 5. Hasil Akurasi

Selanjutnya, untuk membuat plot akurasi dan loss selama proses pelatihan model. Pertama, plot akurasi pelatihan dan validasi dibuat dengan menggunakan data dari `history.history['accuracy']` dan `history.history['val_accuracy']`. Hal ini membantu dalam memantau perkembangan akurasi model selama pelatihan dan mengevaluasi kinerja model pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Selanjutnya, plot loss pelatihan dan validasi dibuat dengan menggunakan data dari `history.history['loss']` dan `history.history['val_loss']`. Hal ini memungkinkan untuk melihat bagaimana loss model berubah seiring berjalannya proses pelatihan. Dengan memeriksa kedua grafik tersebut, kita dapat mengevaluasi performa model serta memastikan apakah terjadi overfitting atau underfitting. Dalam kasus ini, akurasi model telah mencapai 84% dengan total epoch yang ditentukan adalah 20, menunjukkan bahwa model telah belajar dengan baik dari data latih dan mampu melakukan klasifikasi dengan akurat.



Gambar 6. Training dan Validasi akurasi

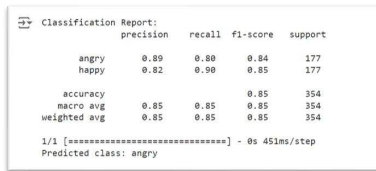


Gambar 7. Training dan Validasi loss

Selanjutnya, laporan klasifikasi dibuat menggunakan fungsi `classification_report` dari modul `sklearn.metrics`. Laporan ini memberikan detail tentang performa model dalam mengklasifikasikan data validasi, termasuk presisi, recall, dan nilai F1 untuk setiap kelas. Kemudian, sebuah fungsi bernama `classify_image` didefinisikan untuk melakukan klasifikasi pada gambar tunggal. Fungsi ini mengambil gambar dari path yang ditentukan, mengonversinya menjadi array gambar, melakukan prediksi menggunakan model yang telah dilatih, dan mengonversi hasil prediksi menjadi kelas yang sesuai menggunakan dictionary `class_indices`. Contoh penggunaan fungsi `classify_image` digunakan untuk memprediksi kelas dari satu gambar contoh yang diberikan.

```
from sklearn.metrics import classification_report, ConfusionMatrixDisplay, accuracy_score, precision_score, recall_score, f1_score\n\n# Load image to classify\nimg_path = 'data/validation_generator_classes_4_photos_validation_generator_classes_images'\nprint('Classification report for', img_path)\n\n# Load image to be classified\nimg_to_classify = image.load_img(img_path, target_size=(224, 224))\nimg_to_classify = image.img_to_array(img_to_classify) / 255\nimg_to_classify = image.reshape(img_to_classify, (-1, 224, 224, 3))\n\n# Predict\npreds = model.predict(img_to_classify)\n\n# Print the predicted class\nprint('Predicted class: ', class_indices[preds[0]])\n\n# Print the ground truth class\nprint('Ground truth class: ', class_indices[img_path])\n\n# Print the classification report\nprint(classification_report(class_indices, preds, target_names=class_names))\n\n# Print the confusion matrix\nprint('Confusion matrix: ', ConfusionMatrixDisplay.from_predictions(class_indices, preds, target_names=class_names))\n\n# Print the accuracy score\nprint('Accuracy score: ', accuracy_score(class_indices, preds))\n\n# Print the precision score\nprint('Precision score: ', precision_score(class_indices, preds))\n\n# Print the recall score\nprint('Recall score: ', recall_score(class_indices, preds))\n\n# Print the F1 score\nprint('F1 score: ', f1_score(class_indices, preds))
```

Gambar 8. Tahap Klasifikasi



```
Classification Report:
precision    recall  f1-score   support

   angry     0.89     0.80     0.84     177
   happy     0.82     0.90     0.85     177

 accuracy         0.85         0.85         0.85         354
 macro avg         0.85         0.85         0.85         354
 weighted avg         0.85         0.85         0.85         354

1/1 [*****] - 0s 45ms/step
Predicted class: angry
```

Gambar 9. Hasil Klasifikasi

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Convolutional Neural Network (CNN) menunjukkan potensi yang baik dalam klasifikasi emosi pada citra anjing, terutama dalam membedakan antara emosi marah dan bahagia. Penggunaan dataset sekunder dari Kaggle yang terdiri dari 400 foto anjing untuk setiap kategori emosi telah memberikan hasil yang memuaskan. Proses awal melibatkan preprocessing data dengan menyesuaikan ukuran citra dan melakukan augmentasi data untuk meningkatkan variasi dataset. Model CNN yang dibangun menggunakan arsitektur VGG16 sebagai base model berhasil dilatih dengan baik menggunakan generator data latih. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mencapai akurasi sebesar 84% pada data validasi setelah dilatih selama 20 epoch. Analisis lebih lanjut terhadap confusion matrix dan laporan klasifikasi mengonfirmasi kemampuan model dalam melakukan klasifikasi emosi dengan baik. Oleh karena itu, penelitian ini menunjukkan bahwa CNN memiliki potensi aplikasi yang luas dalam klasifikasi emosi pada citra anjing, dengan manfaat potensial dalam bidang seperti pemantauan hewan peliharaan dan pemrosesan citra medis.

Daftar Pustaka

- [1] S. Danish Arkansa and C. Lubis, "Klasifikasi Ras Anjing Menggunakan Metode Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur Vgg-16."
- [2] K. O. Lauw, L. W. Santoso, and R. Intan, "Identifikasi Jenis Anjing Berdasarkan Gambar Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Android."
- [3] K. Wajah Hewan Tresi Aprilia, "Jurnal Teknik Informatika dan Desain Komunikasi Visual Analisa Perbandingan Inception dan Xception Berbasis CNN untuk," *Universitas Selamat Sri*, vol. 3, no. 1, 2024.
- [4] R. Rafiif Amaanullah, G. Rizka Pasfica, S. Adi Nugraha, and M. Rifqi Zein, "Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Emosi Melalui Wajah (Implementation of Convolutional Neural Network for Emotion Detection Through Face)." [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/shivambhardwaj0101/emo>
- [5] A. Arifandi, "Jurnal Terapan Sains & Teknologi Identifikasi Dan Prediksi Umur Serta Jenis Kelamin Berdasarkan Citra Wajah Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)," *Fakultas Sains dan Teknologi-Universitas PGRI Kanjuruhan Malang*, vol. 4, no. 2, p. 2022.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong

Simulasi Smarthome Menggunakan Cisco Packet Tracer

Ahmad Royyan Fath^{a1}, I Gede Surya Rahayuda^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹royyanfath@gmail.com
²igedesuryarahayuda@unud.ac.id

Abstract

The rapid development of technology has led to many changes in all fields. One field that has undergone changes is the industrial field. Nowadays, industries are competing to design electronic devices that can be communicated through the internet through the internet network. The industrial sector utilizes the concept of the Internet of Things (IoT). IoT itself is used in the benefits of communication between tools and monitoring. Based on that, this research aims to create a smart home design using the Cisco Packet Tracer simulator. This research consists of two stages including: smart home design and testing with the cisco packet tracer simulator. home and testing with Cisco Packet Tracer simulator. Researchers made a design smart home with 3 main components, namely doors, fans and monitoring cameras. The three Each of these components has a different protocol. The results of the test show that the smart home protocol designed can run well in accordance with the predetermined rules. with the rules that have been determined.

Keyword: Cisco Packet Tracer, IoT, Protocol

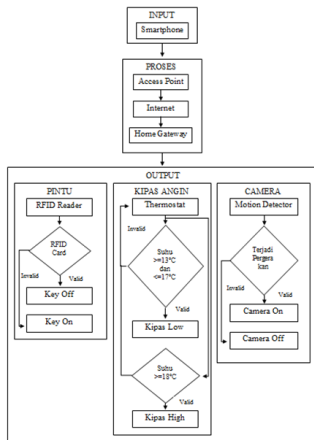
1. Pendahuluan

Saat ini penggunaan peralatan rumah tangga semakin meningkat. Perangkat seperti lampu, speaker, kipas angin, jendela, pintu, dan AC sudah menjadi hal yang sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari, membantu mempermudah pekerjaan rumah dan meningkatkan kualitas hidup. [1] Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. IoT memungkinkan perangkat elektronik terhubung ke Internet dan dikendalikan dari jarak jauh [2]. Dengan memanfaatkan IoT, pengguna akan dapat mengontrol peralatan rumah tangga melalui perangkat internet seperti smartphone kapanpun dan dimanapun. Hal ini memiliki keuntungan dalam menghemat waktu dan tenaga serta meningkatkan kenyamanan dan keamanan di rumah [3]. Cisco Packet Tracer digunakan untuk mensimulasikan jaringan IoT dan menguji fungsionalitas sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat mengendalikan peralatan rumah tangga dengan mudah dan efisien. Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah membawa banyak perubahan di segala bidang. Salah satu bidang yang mengalami perubahan adalah sektor industri. Saat ini, industri sedang mengembangkan perangkat elektronik yang dapat berkomunikasi melalui jaringan Internet. Sektor industri menggunakan konsep Internet of Things. Internet of Things (IoT) adalah paradigma baru yang semakin populer dalam penelitian dan industri. Prinsip dasar IoT adalah menghubungkan objek elektronik dan listrik terdekat untuk menyediakan komunikasi yang lancar dan layanan kontekstual. IoT biasanya jaringan melalui Internet [5]. IoT sering digunakan untuk meningkatkan komunikasi dan pemantauan antar perangkat. Manfaat IoT semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya organisasi, industri, dan teknologi yang memanfaatkannya. Jumlah perangkat yang terhubung ke jaringan IoT sangat besar. Jumlahnya diperkirakan mendekati 40 miliar, yang setara dengan sekitar 30 perangkat untuk setiap pengguna aktif jaringan sosial di seluruh dunia [1]. Dampak ekonomi dan manfaat IoT akan sangat besar. Para analis mendefinisikan IoT sebagai objek sehari-hari yang terhubung langsung satu sama lain. IoT biasanya menggunakan konektivitas dua arah. Meskipun konektivitas dua arah melalui protokol

Internet adalah kasus yang ideal, pencetus konsep IoT tampaknya berfokus pada model permintaan dan respons RFID yang lebih sederhana [3]. IoT tidak bisa dipisahkan dari jaringan sensor yang hanya memantau sesuatu, bukan mengendalikannya. Baik objek sehari-hari maupun sensor jaringan memanfaatkan banyak kemajuan teknologi umum menuju penginderaan, pemrosesan, dan komunikasi nirkabel yang ringkas dan hemat energi. IoT sangat berguna di berbagai bidang seperti sistem rumah pintar. Sistem rumah pintar dan IoT memudahkan pemilik rumah memantau kesehatan rumahnya. Dalam penelitian Yaakti dkk (2019), mereka mengembangkan sistem spasial otomatis yang menggunakan sensor sebagai masukan dan secara otomatis memberikan perintah kontrol ke perangkat. Hal ini memastikan bahwa aktivitas yang dilakukan memerlukan sedikit atau tidak ada energi manusia. Jika pengguna ingin mengontrol perangkat, sistem dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan keinginan pengguna tanpa bergantung pada nilai sensor. Artinya perangkat ini bisa diaktifkan secara manual maupun otomatis. Pengguna juga dapat memantau kondisi ruangan melalui streaming internet [5]. Sebagai bagian dari penelitian Miftah, Z (2018) mengembangkan sistem yang dapat menjamin keamanan dan kenyamanan di mini market 212 Mart [1]. Dalam penelitian lain yang dilakukan peneliti Miftah, Z (2018), keterbatasan dan ketersediaan perangkat keras untuk pembelajaran Internet of Things memungkinkan penggunaan perangkat simulasi yaitu Cisco Packet Tracer tanpa membeli perangkat mahal tersebut mengatasi. Meskipun metode ini mungkin tidak 100% mewakili dunia nyata, perangkat lunak Cisco Packet Tracer [2] pada prinsipnya dapat membenarkan penemuan ilmiah. Pada penelitian [3], telah dibuat sistem monitoring peternakan unggas berbasis IoT dengan menggunakan Cisco Packet Tracer 7.0. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil simulasi untuk sensor gerak, sensor suhu, sensor kelembaban, pemanas ruangan, dan AC bekerja dengan baik dalam simulasi, namun pembacaan sensor suhu dan kelembaban kurang akurat karena kesalahan penerapan. Selain itu, dalam penelitian Sihombing, O (2018) menemukan bahwa desain simulasi dan perencanaan implementasi dapat dilakukan saat membangun jaringan rumah pintar menggunakan gateway rumah IoT, dan simulasi ini dapat dilakukan berdasarkan situasi saat ini ada. Hal ini dapat diterapkan pada perkembangan teknologi dunia nyata [4]. Berdasarkan pembahasan di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa IoT tidak serta merta menggunakan perangkat keras. Sebelum mengimplementasikan sistem IoT pada perangkat keras, sebaiknya Anda melakukan simulasi sistem terlebih dahulu. Pada penelitian ini, kami menggunakan software Packet Tracer versi 7.2.1 untuk melakukan simulasi sistem smart home. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem rumah pintar dengan tiga komponen utama yang dikontrol dan dipantau sesuai aturan atau protokol yang dibuat.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi perancangan rumah pintar dengan menggunakan simulator Cisco Packet Tracer 7.2.1. Penelitian ini terdiri dari dua tahap: desain rumah pintar dan pengujian menggunakan simulator Cisco Packet Tracer. Pada tahap pertama, para peneliti membuat desain rumah pintar dengan tiga komponen utama, antara lain otomatisasi pintu, kipas angin, dan kamera. Komponen pintu termasuk pembaca RFID dan perangkat kartu RFID. Komponen kipas meliputi termostat dan perangkat kipas. Komponen kamera meliputi pendeteksi gerakan dan perangkat kamera. Tahap akhir dari investigasi ini adalah pengujian sistem dengan menggunakan perangkat lunak Cisco Packet Tracer. Berdasarkan metode penelitian yang dikembangkan, kami mulai menentukan alur diagram sistem saat merancang rumah pintar sebagai bagian dari studi penelitian kami. Diagram alir sistem yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Smartphone akan berfungsi sebagai perangkat untuk mengendalikan sistem IoT yang dibuat dalam penelitian. Ponsel cerdas Anda terhubung ke titik akses, yang berfungsi sebagai koneksi ke jaringan Internet Anda. Jaringan Internet Anda kemudian terhubung ke gateway rumah Anda. Gerbang rumah bertindak sebagai penghubung antara ponsel cerdas Anda dan perangkat atau sistem yang ingin Anda kendalikan. Para peneliti membuat topologi yang digunakan dalam penelitian, ditunjukkan pada Gambar 2.

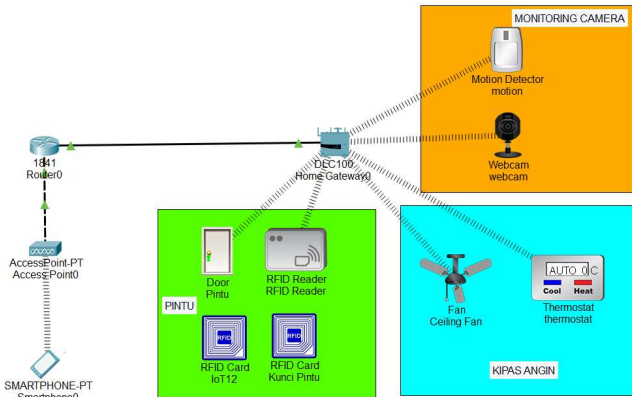


Gambar 1. Alur Penelitian

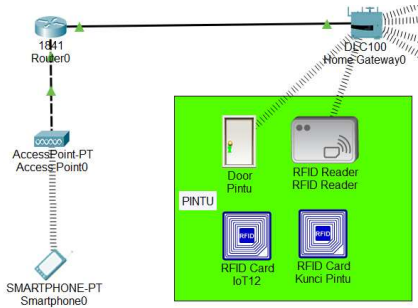
Penelitian ini terdiri dari dua tahap: desain rumah pintar dan pengujian menggunakan Cisco Package Tracer Simulator. Pada tahap pertama, peneliti membuat desain rumah pintar yang terdiri dari tiga komponen utama: pintu, kipas angin, dan kamera keamanan. Masing-masing dari ketiga komponen ini memiliki protokol yang berbeda. Berikut penjelasan masing-masing komponennya. Gambar 3 menunjukkan topologi desain pintu depan. Dengan desain ini, jika pembacaan kartu RFID tidak sesuai dengan yang disimpan di pembaca RFID, maka kunci pintu tidak akan terbuka.

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini terdiri dari dua tahap: desain rumah pintar dan pengujian menggunakan simulator Cisco Packet Tracer. Pada tahap pertama, peneliti membuat desain rumah pintar yang terdiri dari tiga komponen utama: pintu, kipas angin, dan kamera keamanan. Masing-masing dari ketiga komponen ini memiliki protokol yang berbeda. Berikut penjelasan masing-masing komponennya. Gambar 3 menunjukkan topologi desain pintu depan. Dengan desain ini, jika pembacaan kartu RFID tidak sesuai dengan yang disimpan di pembaca RFID, maka kunci pintu tidak akan terbuka.

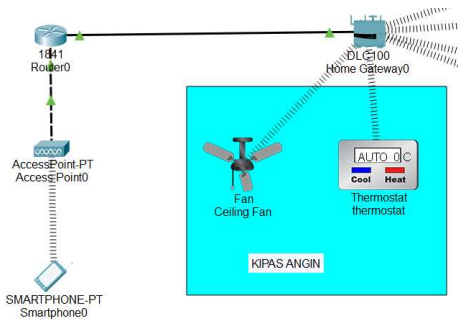


Gambar 2. Rencana Topologi

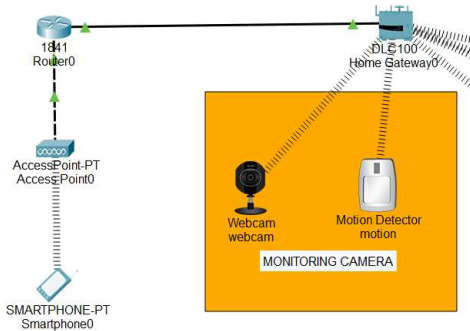


Gambar 3. Rencana Komponen Pintu

Gambar 4 menunjukkan rencana topologi untuk kipas angin. Jika termostat dalam rencana Anda mengukur suhu 13 derajat Celcius atau lebih tinggi, atau 18 derajat Celcius atau lebih tinggi, kipas langit-langit akan bekerja dengan kecepatan tinggi. Gambar 5 menunjukkan topologi rencana kamera pengintai. Desain ini secara otomatis menyalakan kamera ketika detektor gerakan mendeteksi adanya gerakan.



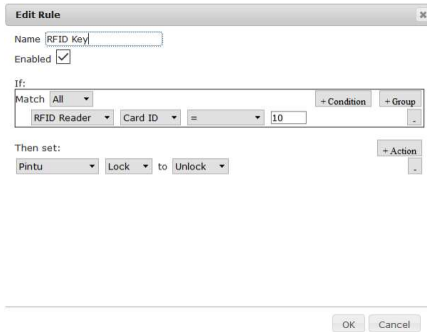
Gambar 4. Desain Komponen Kipas Angin



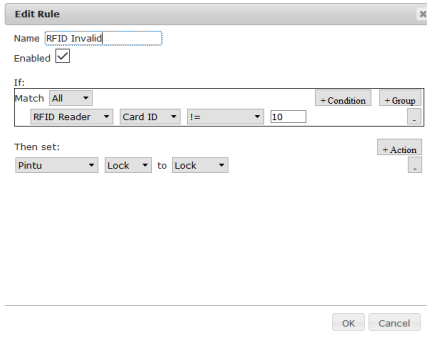
Gambar 5. Desain Komponen Kamera Keamanan

3.1. Desain Protokol Komponen Pintu

Pada penelitian ini peneliti merancang sebuah pintu yang terdiri dari pintu, RFID reader, dan RFID kartu. Kami menggunakan dua protokol untuk komponen. Protokol pertama yang diterapkan adalah kondisi bahwa pembaca RFID menerima masukan dari kartu RFID yang terdaftar sebagai kunci pintu yang sesuai. Gambar 6 menunjukkan protokol kunci RFID yang terdaftar. Namun protokol kedua menerapkan ketentuan bahwa input yang diterima dari pembaca RFID tidak terdaftar sebagai kunci pintu. Gambar 7 menunjukkan protokol kunci RFID yang tidak terdaftar.



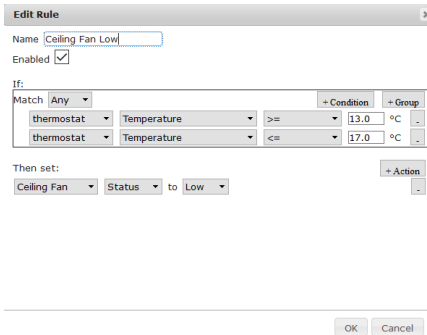
Gambar 6. Protokol RFID Key



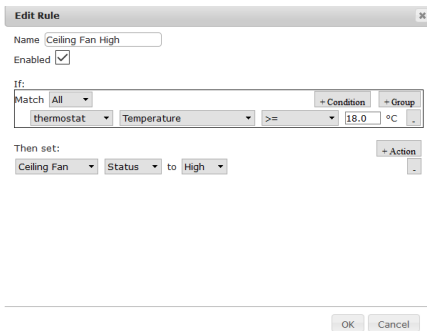
Gambar 7. Protocol RFID Invalid

3.2. Rancangan Protocol Komponen Kipas Angin

Pada penelitian ini peneliti menggunakan dua protokol untuk komponen kipas angin yang terdiri dari kipas angin plafon dan termostat. Protokol pertama yang diterapkan adalah kondisi termostat menerima input suhu dengan nilai $\geq 13^{\circ}\text{C}$ dan $= 18^{\circ}\text{C}$ dan kipas langit-langit berputar dengan kecepatan tinggi. Gambar 9 menunjukkan protokol kipas langit-langit berkecepatan tinggi.



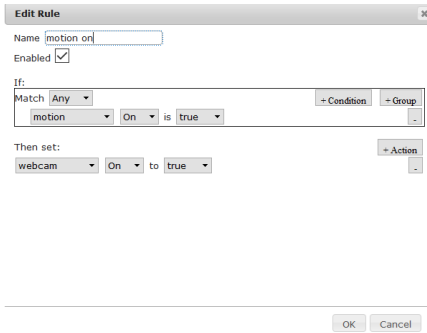
Gambar 8. Protokol Ceiling Fan Low



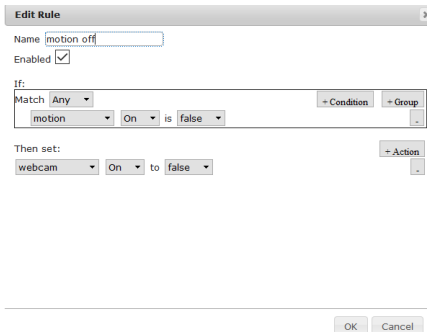
Gambar 9. Protokol Ceiling Fan High

3.3. Perancangan Protokol untuk Komponen Pengawasan Kamera

Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan dua protokol untuk komponen pengawasan kamera, yang terdiri dari kamera dan pendeteksi gerakan. Protokol pertama yang diterapkan adalah kondisi dimana detektor gerakan menerima masukan berupa gerakan, setelah itu kamera otomatis menyala. Gambar 10 menunjukkan kamera protokol dihidupkan. Namun protokol kedua memberlakukan syarat bahwa pendeteksi gerakan tidak menerima input berupa gerakan, sehingga kamera tidak menyala (mati) secara otomatis. Gambar 11 menunjukkan kamera protokol dihidupkan.



Gambar 10. Protocol Camera ON

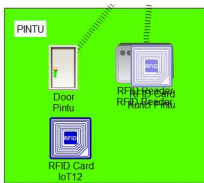


Gambar 11. Protocol Camera OFF

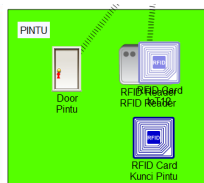
3.4. Pengujian Desain

Berdasarkan desain protokol yang telah dibuat, langkah selanjutnya peneliti akan menguji desain tersebut pada simulator Cisco Packet Tracer. Hasil pengujian yang dilakukan ditunjukkan di bawah ini.

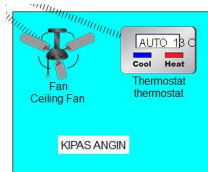
- a. Upaya Protokol Pertama untuk Pintu Pada upaya pertama, pembaca RFID membaca kartu RFID yang terdaftar pada pembaca RFID dan posisi pintu tidak terkunci. Gambar 12 menunjukkan warna handle pintu berubah menjadi hijau. Ini menandakan bahwa pintunya tidak terkunci. Sebaliknya pada percobaan kedua, pembaca RFID membaca kartu RFID yang tidak terdaftar pada pembaca RFID, sehingga mengunci posisi pintu. Gambar 13 menunjukkan warna handle pintu berubah menjadi merah. Ini menandakan bahwa pintunya terkunci.



Gambar 12. Percobaan Protokol Kunci RFID

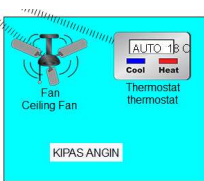


Gambar 13. Percobaan Protokol RFID Tidak Valid

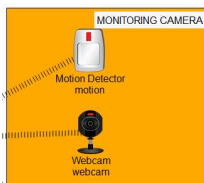


Gambar 14. Percobaan Protocol Ceiling fan low

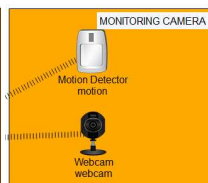
- b. Percobaan Protokol pada Kipas Gambar 14 adalah percobaan pertama. Ketika termostat menerima masukan suhu dalam kisaran 13°C hingga 17°C, kipas langit-langit akan berputar dengan kecepatan rendah. Gambar 15, sebaliknya, adalah tes kedua. Ketika termostat menerima suhu masukan di atas 18°C, kipas langit-langit akan berputar dengan kecepatan tinggi.
- c. Upaya protokol untuk memantau kamera pada upaya pertama, ditunjukkan pada Gambar 16, kamera otomatis menyala ketika detektor gerakan mendeteksi gerakan. Jika pendeteksi gerakan tidak mendeteksi gerakan pada pengujian kedua pada Gambar 17, kamera tidak akan menyala secara otomatis.



Gambar 15. Versi uji coba Protocol ceiling fan high



Gambar 16. Protocol Request on Trial



Gambar 17. Protocol Request Off Trial

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, perancangan rumah pintar berhasil diimplementasikan sesuai skenario yang dibuat oleh peneliti. Penelitian ini didasarkan pada karya Yaakti dkk. (2019), membuat desain prototipe dan konsep penggunaan IoT pada sistem ruangan otomatis menggunakan mikrokontroler. Dalam penelitian ini, keluarannya berupa status servo jendela, kipas, dan volume udara yang ditampilkan di perangkat dan Internet. Namun, terdapat pengecualian untuk status pintu, yang hanya muncul di perangkat. Para peneliti memutuskan untuk menggunakan simulator Cisco Packet Tracer untuk membuat desain rumah pintar.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan desain rumah pintar dari tiga komponen utama antara lain otomatisasi pintu, kipas angin, dan kamera. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, desain rumah pintar dapat berfungsi dengan baik sesuai aturan yang dibuat peneliti untuk setiap komponennya. Pada komponen pintu, kunci pintu terbuka ketika RFID reader membaca kartu RFID yang terdaftar pada RFID reader. Untuk komponen kipas angin, pada saat suhu antara 13°C hingga 17°C kipas akan berputar dengan kecepatan rendah dan pada saat suhu diatas 18°C akan berputar dengan kecepatan tinggi. Sebaliknya, ketika pendeteksi gerakan mendeteksi adanya gerakan, maka komponen kamera akan diaktifkan. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan perangkat mikrokontroler simulator Cisco Packet Tracer.

Daftar Pustaka

- [1] Miftah, Z. 2018. "Desain Internet of Things untuk Keamanan pada 212 Mart Al-Mudzakarah Menggunakan Cisco Packet Tracer". *Journal Information Engineering and Educational Technology*. vol. 3, no. 1, pp. 39-45.
- [2] Miftah, Z. 2018. "Simulasi Pembelajaran Internet of Things menggunakan Cisco Packet Tracer 7.1.1". *Journal Information Engineering and Educational Technology*. vol. 2, no. 1, pp. 41-46.
- [3] Putra, I. M. M. E, Sudiarta, P. K, & Setiawan, W. 2019. "Perancangan Sistem Pemantauan Peternakan Ayam Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Cisco packet tracer 7.0". *Jurnal SPEKTRUM*. vol. 6, no. 3, pp. 19-26.
- [4] Sihombing, O. 2018. "Smart home design for electronic devices monitoring based wireless gateway network using cisco packet tracer". in *Journal of Physics: Conference Series*.
- [5] Yakti, B. K, Prayitno, R. H, & Santoso, S. 2019. "Desain Purwarupa dan Konsep Pemanfaatan IoT pada Sistem Kamar Otomatis". *Cogito Smart Journal*. vol. 5, no. 2, pp. 148-158.

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Jalur Peminatan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process

Putu Yuki Parmawati^{a1}, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹parmawati.2208561066@student.unud.ac.id

²gungde@unud.ac.id

Abstract

The selection of the path of interest is an important stage for Udayana University Informatics students. This decision determines the study and the topic of their final assignment. Challenges, such as varied choices, limited quotas, and student uncertainty often accompany the election process. It causes doubts and confusion in decision-making. The study builds a decision support system based on AHP to help students choose their path of interest. Analytical Hierarchy Process (AHP) allows comprehensive analysis and recommendation of paths that match preferences and relevant criteria, where these criteria are determined through observations and interviews conducted with students in related environments. Using the student's grades and preference levels for the 15 basic courses they passed during the first three semesters of the course, this AHP-based decision support system is implemented to facilitate students' decision-making related to the path of interest they will choose.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Decision Support System, Consistency Ratio, Path Selection, Blackbox Testing

1. Pendahuluan

Penjurusan merupakan salah satu tahapan penting dalam perjalanan akademis mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Udayana. Keputusan ini memiliki dampak terhadap studi yang akan mereka jalani selama masa perkuliahan dan pemilihan topik yang harus mereka angkat untuk tugas akhir. Penjurusan ini dilakukan pada awal semester 4 dan mahasiswa akan diminta untuk memilih salah satu dari sembilan jalur peminatan. Namun, proses pemilihan jalur seringkali dihadapi dengan berbagai tantangan, termasuk jumlah pilihan yang beragam dan ketidakpastian dari mahasiswa itu sendiri. Masalah ini telah mengakibatkan banyak mahasiswa merasa ragu dan bingung dalam membuat keputusan. Dalam konteks ini, metode *Analysis Hierarchy Process* (AHP) dapat memberikan bantuan dalam mengatasi tantangan yang dihadapi oleh mahasiswa dalam memilih jalur peminatan di Program Studi Informatika Udayana. Berbagai penelitian telah dilakukan menggunakan AHP dalam mengambil keputusan untuk kasus yang beragam, seperti penelitian yang dilakukan oleh Ainun Zumarniansyah pada tahun 2023 untuk menentukan guru terbaik dan penelitian oleh Narti, Ahmad Yani, dan Sriyadi pada tahun 2020 untuk menentukan pilihan jurusan yang paling diminati [1][2]. Dengan menyediakan informasi yang relevan, analisis komprehensif, dan dukungan dalam proses pengambilan keputusan, AHP dapat digunakan sebagai kerangka kerja untuk memudahkan mahasiswa dalam memprioritaskan pilihan berdasarkan preferensi dan kriteria yang relevan. Berdasarkan hal tersebut, penulis bertujuan untuk membangun suatu sistem pendukung keputusan menggunakan AHP yang dapat membantu mahasiswa dalam memilih jalur di Program Studi Informatika Udayana. Sistem ini dirancang untuk menyediakan informasi yang akurat, analisis yang komprehensif, dan rekomendasi jalur yang sesuai untuk setiap mahasiswa sebagai tujuannya.

2. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan pemilihan jalur Program Studi Informatika Udayana ialah:



Gambar 1. Alur Penelitian

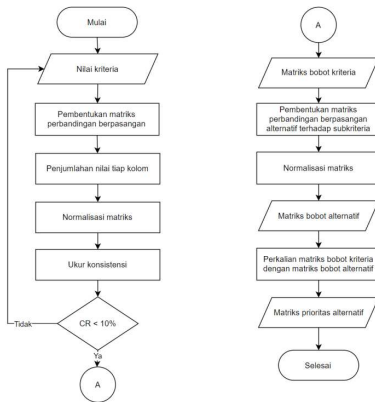
2.1. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini ialah keraguan mahasiswa informatika dalam menentukan jalur mereka. Tidak jarang pula mahasiswa mengalami penyesalan setelah memilih jalur yang salah. Maka dari itu, sistem pendukung keputusan menggunakan metode AHP ini dibuat untuk memfasilitasi pemilihan jalur bagi mahasiswa berdasarkan beberapa kriteria yang ada.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan atau observasi terhadap kurikulum yang berlangsung di Program Studi Informatika Udayana serta wawancara kepada mahasiswa program studi terkait untuk mendapatkan wawasan mengenai parameter yang dapat dijadikan kriteria sebagai tolak ukur yang akan digunakan pada sistem pendukung keputusan ini.

2.3. Desain Sistem



Gambar 2. Alur Sistem

Sistem pada penelitian ini dibangun untuk mendapatkan masukan dari pengguna yang akan dijadikan kriteria pada metode AHP. Inputan tersebut kemudian akan diolah oleh sistem dengan

menggunakan metode AHP untuk mendapatkan luaran berupa rekomendasi jalur yang sesuai untuk pengguna terkait.

2.4. Implementasi

a. Implementasi AHP

Analisis Hierarchy Process (AHP) adalah model pengambilan keputusan multi-kriteria yang dapat membantu kerangka berpikir manusia dengan faktor logika, pengalaman pengetahuan, emosi, dan rasa untuk dioptimalkan secara sistematis dengan menguraikan masalah ke dalam bentuk hierarki [3]. Hierarki tersebut terdiri dari beberapa level, yakni tujuan, kriteria, subkriteria, dan alternatif. Setiap kriteria, subkriteria, serta masing-masing kriteria terhadap setiap alternatif akan diberikan bobot untuk menentukan hasil rekomendasi. Bobot ini diberikan dengan membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan pengaruh dari setiap kriteria terhadap subkriteria, terhadap alternatif, dan tingkat kepentingan di antara kriteria itu sendiri menggunakan matriks perbandingan berpasangan untuk menentukan pembobotan. Nilai matriks ini dihitung dengan skala Saaty [4].

Tabel 1. Skala Saaty

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama penting	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya	Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktik
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i	

Matriks perbandingan berpasangan atau *pairwise comparison* ini merupakan matriks berukuran $n \times n$ dengan elemen a_{ij} merupakan nilai tingkat kepentingan atau relatif suatu elemen ke-i dibanding dengan elemen ke-j. Banyaknya nilai perbandingan berpasangan ialah sejumlah:

$$\frac{n(n-1)}{2} \tag{1}$$

Dengan, n merupakan banyaknya kriteria yang dibandingkan. Nilai-nilai pada setiap kolom pada matriks kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan total nilai setiap kolom kriteria.

Nilai dari setiap kolom kemudian dibagi dengan total nilai kolom. Nilai-nilai dari setiap matriks hasil pembagian tersebut kemudian dijumlah tiap barisnya dan dibagi dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata yang dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \tag{2}$$

Dengan w_i merupakan rata-rata baris ke- i . Langkah selanjutnya ialah menghitung konsistensi terhadap hasil penilaian yang disebut *Consistency Ratio* (CR) dengan rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{3}$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{4}$$

Dengan, CR merupakan *Consistency Ratio*, CI merupakan *Consistency Index*, dan RI merupakan *Random Consistency Index*. RI dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Random Consistency Index*

N	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Jika nilai $CR \leq 0,1$, maka hasil penilaian dapat diterima. Namun, apabila $CR > 0,1$, sebaiknya dilakukan pengkajian ulang atas penilaian yang diberikan untuk perbandingan setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan. Langkah-langkah di atas kemudian dilakukan terhadap alternatif di setiap kriteria untuk mendapatkan matriks $n \times 1$ rata-rata atau prioritas di setiap alternatif pada setiap kriteria. Matriks semua nilai prioritas alternatif tersebut dijadikan satu untuk menghasilkan matriks $n \times m$ dengan n adalah jumlah alternatif dan m adalah jumlah kriteria. Matriks tersebut kemudian dikalikan dengan matriks prioritas kriteria untuk mendapatkan matriks $n \times 1$ yang merupakan hasil akhir rekomendasi. Pemeringkatan kemudian dilakukan untuk mencari prioritas yang dicari.

b. Implementasi Sistem

Untuk mengimplementasikan sistem ini, penulis merancang sistem ini dalam bentuk web dengan menggunakan framework python, yaitu streamlit. Penggunaan streamlit ini didasari pada memungkinkannya penulis untuk fokus pada logika dan fungsionalitas sistem, sementara streamlit menangani tampilan dan interaksi dengan pengguna.

2.5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan metode *blackbox testing* yang mengamati kesesuaian fungsional dari masukan dan luaran suatu sistem. Penilaian blackbox dilakukan dengan mengajukan pertanyaan atau pernyataan yang berkaitan dengan fungsionalitas atau ekspektasi proses sistem, dan hasil penilaian dibagi menjadi dua kategori: sesuai atau tidak sesuai [5].

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Implementasi AHP

a. Pembentukan Hierarki

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, hierarki AHP yang dibangun pada penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Tujuan: Memilih jalur spesialisasi
- Kriteria: Nilai dan Kesukaan

- Subkriteria: 15 mata kuliah dasar yang didapatkan dari semester 1 hingga semester 3 Kurikulum 2022 Program Studi Informatika Udayana.

Tabel 3. Tabel Subkriteria

Subkriteria Nilai	Subkriteria Kesukaan	Nama Subkriteria
N1	K1	Matematika Diskrit I
N2	K2	Matematika Informatika
N3	K3	Statistika Dasar
N4	K4	Sistem Digital
N5	K5	Matematika Diskrit II
N6	K6	Sistem Operasi
N7	K7	Pengantar Probabilitas
N8	K8	Organisasi dan Arsitektur Komputer
N9	K9	Interaksi Manusia dan Komputer
N10	K10	Basis Data
N11	K11	Desain dan Analisis Algoritma
N12	K12	Rekayasa Perangkat Lunak
N13	K13	Pemrograman Berorientasi Obyek
N14	K14	Komunikasi Data dan Jaringan Komputer
N15	K15	Teori Bahasa dan Otomata

- b. Alternatif: 9 jalur yang tersedia pada Program Studi Informatika Udayana.

Tabel 4. Tabel Alternatif

Kode	Nama Alternatif
J1	Penambangan Data Teksual
J2	Penemuan dan Manajemen Pengetahuan
J3	Temu Kembali Informasi Musik
J4	Sistem Multimedia
J5	Keamanan Digital
J6	Jaringan Sensor Nirkabel
J7	Komputasi Cerdas
J8	Pemrosesan Data Besar dan Manajemen Bisnis
J9	Interaksi dan Pengalaman Pengguna

c. Pembobotan Kriteria, Subkriteria, dan Alternatif

Pembobotan kriteria didasarkan pada wawancara yang dilakukan bahwa di antara nilai dan kesukaan, kesukaan lebih diprioritaskan dengan nilai 7 yang menghasilkan matriks perbandingan berpasangan seperti pada Tabel 5 dengan total untuk masing-masing kolom. Normalisasi kemudian dilakukan pada matriks tersebut dengan membagi *value* dari tiap elemen dengan total kolom terkait yang dapat dilihat pada Tabel 6 dan kemudian dicari prioritasnya dengan menjumlahkan baris pada Tabel 6 dan membagi hasilnya dengan

jumlah kriteria untuk mendapatkan rata-rata. Rata-rata tersebutlah bobot dari kriteria tersebut.

Tabel 5. Matriks Penjumlahan Kolom

	N	K
N	1	0.14
K	7	1
Total	8	1.14

Tabel 6. Matriks Pembagian Setiap Elemen dengan Jumlah Kolom

	N	K
N	0.125	0.1228
K	0.875	0.8771

Tabel 7. Matriks Prioritas

	N	K	Total Baris	Rata-rata
N	0.125	0.1228	0.2478	0.1239
K	0.875	0.8771	1.7521	0.8761
Total	1	1	2	1

Pembobotan subkriteria dilakukan dengan membandingkan subkriteria satu dengan subkriteria lainnya dalam konteks kriteria yang sama. Bobot ini ditentukan setelah mengolah *value* nilai dan kesukaan pada tiap subkriteria yang dimasukkan oleh pengguna ke sistem dengan menggunakan metode AHP yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, sama seperti pembobotan kriteria. Masing-masing akan menghasilkan matriks bobot nilai dan matriks bobot kesukaan. Matriks bobot nilai ini kemudian dikali dengan *value* prioritas nilai yang telah didapatkan, yakni 0.1239 dan matriks bobot kesukaan dikali dengan *value* prioritas kesukaan, yakni 0.8761. Lain halnya dengan pembobotan alternatif yang penulis lakukan dengan membandingkan tiap-tiap alternatif terhadap 15 subkriteria yang ada, yang membentuk 15 matriks perbandingan berpasangan. Penentuan *value* untuk tiap perbandingan didapatkan melalui pengamatan terhadap mata kuliah yang didapatkan pada tiap jalur dan proses serta luaran pembelajaran jalur terkait. Matriks perbandingan tersebut kemudian diproses sesuai dengan tahapan metode AHP untuk mencari bobot tiap-tiap jalur terhadap 15 mata kuliah terkait. Kemudian, dilakukan pengecekan terhadap *consistency ratio* menggunakan rumus (3) dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 8. Hasil *consistency ratio* tersebut menunjukkan bahwa matriks perbandingan berpasangan yang dibangun memiliki nilai yang konsisten.

Tabel 8. Tabel *Consistency Ratio* Alternatif terhadap 15 Subkriteria

Nama Subkriteria	CR
Matematika Diskrit I	0.0006318285863970985
Matematika Informatika	0.15397003834664874
Statistika Dasar	0.004330968996197204
Sistem Digital	-0.000767814560918012
Matematika Diskrit II	0.1003914008830436

Nama Subkriteria	CR
Sistem Operasi	0.018154389262750037
Pengantar Probabilitas	0.004330968996197204
Organisasi dan Arsitektur Komputer	0.02218542314550929
Interaksi Manusia dan Komputer	0.04820279147958358
Basis Data	0.5493632919581745
Desain dan Analisis Algoritma	0.16792179544805538
Rekayasa Perangkat Lunak	0.06085404520551948
Pemrograman Berorientasi Obyek	0.03998656974737722
Komunikasi Data dan Jaringan Komputer	0.022185423145509444
Teori Bahasa dan Otomata	-0.015317550823509848

d. Penentuan Prioritas Alternatif

Penentuan hasil rekomendasi didasarkan pada hasil perkalian matriks bobot tiap jalur dengan matriks nilai ditambah dengan hasil perkalian matriks bobot tiap jalur dengan matriks kesukaan. Hasil kalkulasi tersebut akan menghasilkan matriks $n \times 1$ yang menjadi hasil akhir dalam menentukan prioritas alternatif. Alternatif yang memiliki bobot tertinggi keluar sebagai jalur yang direkomendasikan untuk pengguna.

3.2. Implementasi Sistem

a. Input Value Subkriteria Nilai dan Kesukaan



Gambar 3. Tampilan Halaman *Input Value* Subkriteria Nilai dan Kesukaan

Pada halaman ini, pengguna diminta untuk memasukkan nilai dari 15 mata kuliah yang telah pengguna lalui selama 3 semester sebelumnya. Nilai tersebut merupakan nilai akhir mata kuliah yang didapatkan melalui KHS dari masing-masing pengguna. Skala masukan untuk *value* dari nilai mata kuliah ini ialah antara 1 - 100 dengan *value* 1 sebagai *value* terkecil dan *value* 100 sebagai *value* terbesar. Sementara itu, tingkat kesukaan yang dapat pengguna pilih terdiri dari 5 pilihan, yakni Sangat Minat, Minat, Cukup Minat, Kurang Minat, dan Tidak Minat. Tiap pilihan tersebut memiliki *value* secara berurutan sebesar 9, 7, 5, 3, dan 1. Masukan tersebut kemudian akan diproses melalui program pada Tabel 9 untuk membentuk matriks perbandingan berpasangan.

Tabel 9. Penggalan Kode Pembentukan Matriks Perbandingan Berpasangan

Penggalan Kode Pembentukan Matriks Perbandingan Berpasangan

```
def get_pairwise_comparison(input_values):  
    n = len(input_values)  
    comparison_matrix = np.ones((n, n))  
    for i in range(n):  
        for j in range(n):  
            if i != j:  
                if input_values[i] > input_values[j]:  
                    comparison_matrix[i][j] = input_values[i] /  
input_values[j]  
                    comparison_matrix[j][i] = 1 /  
comparison_matrix[i][j]  
                else:  
                    comparison_matrix[i][j] = 1 / (input_values[j] /  
input_values[i])  
                    comparison_matrix[j][i] = input_values[j] /  
input_values[i]  
    return comparison_matrix
```

Seperi alur AHP yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, langkah selanjutnya ialah untuk menghitung pembobotan untuk kriteria dan subkriteria. Hal tersebut dilakukan melalui program yang ditampilkan pada Tabel 10. Kemudian, dilakukan penghitungan *consistency ratio* melalui program pada Tabel 11.

Tabel 10. Penggalan Kode Pembobotan

Penggalan Kode Pembobotan

```
def calculate_weights(matrix):  
    n = matrix.shape[0]  
    col_sums = matrix.sum(axis=0)  
    normalized_matrix = matrix / col_sums  
    st.write("Normalized Matrix:")  
    st.write(normalized_matrix)  
    row_averages = np.mean(normalized_matrix, axis=1)  
    return row_averages
```

Tabel 11. Penggalan Kode Penghitungan *Consistency Ratio*

Penggalan Kode Penghitungan *Consistency Ratio*

```
def consistency_ratio(matrix, row_avg):  
    n = matrix.shape[0]  
    col_sums = matrix.sum(axis=0)  
    lambda_max = 0  
    for i in range(len(col_sums)):  
        lambda_max = lambda_max + (col_sums[i] * row_avg[i])  
    ci = (lambda_max - n) / (n - 1)  
    ri_values = {
```

Penggalan Kode Penghitungan Consistency Ratio

```

1: 0.0, 2: 0.0, 3: 0.58, 4: 0.9, 5: 1.12, 6: 1.24, 7: 1.35, 8:
1.41, 9: 1.45, 10: 1.49, 11: 1.51, 12: 1.48, 13: 1.56, 14: 1.57, 15:
1.59,
    }
    ri = ri_values.get(n, np.nan)
    if not np.isnan(ri):
        cr = ci / ri
    else:
        st.write(f"Peringatan: Random Index (RI) tidak ada untuk size
matrix {n}. CR.")
        cr = np.nan
    return cr
    
```

Hal yang sama juga dilakukan pada matriks perbandingan berpasangan alternatif yang sudah dibentuk sebelumnya. Kemudian, hasil dari proses di atas akan dikalkulasikan melalui program pada Tabel 12.

Tabel 12. Penggalan Kode Prioritas

Penggalan Kode Prioritas

```

bc_total = bc_weights_column * bc #
pl_total = pl_weights_column * pl

recommendation_matrix = np.dot(np.array(alt_weights_list).T,
bc_total) + np.dot(np.array(alt_weights_list).T, pl_total)
    
```

b. Hasil Rekomendasi



Gambar 4. Tampilan Halaman Hasil Rekomendasi

Ini merupakan halaman dimana hasil rekomendasi dari pengolahan melalui metode AHP ditampilkan. Sistem merekomendasikan jalur dengan bobot tertinggi sebagai hasil akhir. Selain itu, ditampilkan pula peringkat jalur yang diurutkan dari yang paling cocok dengan pengguna sesuai dengan masukan yang pengguna berikan.

3.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan *blackbox testing* yang terdiri dari beberapa skenario pengujian. Hasil pengujian dapat dilihat melalui Tabel 13.

Tabel 13. Hasil *Blackbox Testing*

Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Keterangan
Pengguna memasukkan nilai mata kuliah	Jika pengguna memasukkan nilai di antara 1-100, maka data akan diterima. Jika pengguna memasukkan nilai di luar rentangan tersebut, sistem akan menolaknya.	Sesuai
Pengguna memilih skala kesukaan terhadap mata kuliah	Pengguna dapat memilih 5 skala kesukaan yang ada	Sesuai
Pengguna menekan tombol submit	Sistem menampilkan halaman hasil rekomendasi yang mencantumkan rekomendasi jalur untuk pengguna serta peringatan kesembilan jalur sesuai dengan masukan yang dimasukkan pengguna	Sesuai

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penjaluran di Program Studi Informatika Udayana dapat dilakukan dengan menggunakan sistem pendukung keputusan berbasis AHP. *Consistency ratio* yang dihasilkan menunjukkan bahwa perbandingan yang ditetapkan untuk alternatif telah konsisten dan pengujian *blackbox testing* menunjukkan bahwa sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Namun, masukan pengguna untuk nilai mata kuliah tidak dapat diubah walaupun *consistency ratio* melebihi batas yang diberikan karena sifatnya yang mutlak, sehingga ketidakkonsistenan pada matriks perbandingan berpasangan dapat terjadi. Hasil rekomendasi yang dihasilkan dari metode AHP ini juga bersifat subjektif tergantung dengan nilai yang diberikan pada perbandingan berpasangan antara kriteria dan alternatif.

Daftar Pustaka

- [1] A. Zumarniansyah, "Penerapan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Terbaik Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 12, no. 1, 2023.
- [2] N. Narti, A. Yani, and S. Sriyadi, "Penerapan Metode AHP Dalam Mencari Jurusan Yang Paling Diminati," *EVOLUSI: Jurnal Sains dan Manajemen*, vol. 8, no. 2, 2020, doi: 10.31294/evolusi.v8i2.8353.
- [3] I. Made, E. S. Wiguna, and I. Made Widiartha, "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process Dalam Pemilihan Smartphone," 2022.
- [4] T. Limbong, *Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi*, vol. 1, no. March, 2020.
- [5] I Made Rian Wijaya and I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, "Implementasi Metode AHP Pada Sistem Pendukung Keputusan Gaji Bonus Karyawan di PT Sadhana Adiwidya Bhuana," *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, vol. 12, no. 3, pp. 521–536, 2024.

Rancangan Sistem Cari dan Temu Barang Hilang di Universitas Udayana Berbasis Web

Zerina Nur Salsabila^{a1}, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹nursalsabila242@gmail.com
²anom.cp@unud.ac.id

Abstract

Losing items is an event that has been experienced by all of us. At Udayana University itself, loss of goods is still a common problem that is often faced by students, lecturers, and staff. This of course can result in material loss and inconvenience for the owner of the goods. Currently at Udayana University to disseminate information on the announcement of lost items is still by means of social media only. To overcome this problem, a web-based lost and found system was designed called "Lost Goods Search and Find System at Udayana University". This system allows users to report lost items and share information on found items. Udayana's Lost and Found System is expected to help increase the chances of finding lost items and reduce material losses for the owner of the goods. This system can also help improve security and comfort at Udayana University.

Keywords: *Lost Items, Search and Find System, Website*

1. Pendahuluan

Dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang, pemanfaatan sistem informasi telah menjadi kebutuhan mendesak dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam penanganan masalah kehilangan barang. Universitas Udayana, sebagai salah satu institusi pendidikan ternama di Indonesia, juga tidak luput dari masalah kehilangan barang yang sering terjadi di lingkungannya. Kehilangan barang, mulai dari barang berharga seperti laptop dan smartphone hingga barang sehari-hari seperti kunci dan pulpen, seringkali menjadi masalah yang merugikan bagi pemilikinya dan dapat mengganggu aktivitas akademik maupun administratif di kampus. Saat ini, upaya yang dilakukan oleh Universitas Udayana dalam menangani masalah kehilangan barang masih dengan cara menyebarkan pengumuman melalui media sosial saja. Namun, pendekatan ini seringkali dianggap kurang efektif karena jangkauannya yang terbatas dan kurang terorganisir. Pengumuman di media sosial mungkin tidak menjangkau semua pihak yang berpotensi menemukan barang hilang, dan informasi yang disampaikan pun terkesan kurang terstruktur dan sulit untuk dicari. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem cari dan temu barang hilang berbasis web yang bertujuan untuk memberikan solusi yang lebih efisien dan terstruktur dalam menangani masalah kehilangan barang di lingkungan kampus. "Sistem Cari Temu Barang Hilang Udayana" adalah nama sistem yang akan dikembangkan dalam penelitian ini. Sistem ini memungkinkan pengguna, baik itu mahasiswa, dosen, maupun staf, untuk melaporkan barang hilang dan membagikan informasi temuan barang. Pengguna dapat mengisi formulir pelaporan barang hilang dengan informasi seperti jenis barang, deskripsi barang, dan tanggal kehilangan. Kemudian, sistem juga memungkinkan pengguna untuk mencari barang yang ditemukan berdasarkan jenis barang, deskripsi barang, lokasi penemuan, dan tanggal penemuan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses pencarian dan penemuan barang hilang di Universitas Udayana dapat lebih terorganisir, efektif, dan efisien.

2. Metode Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah tahap krusial dalam mengembangkan sistem pencarian dan penemuan barang hilang di lingkungan kampus Universitas Udayana. Untuk memahami masalah yang dihadapi oleh pengguna potensial, dilakukan identifikasi melalui dua metode utama: wawancara dan pengisian kuesioner.

- a. Wawancara
Dilakukan interaksi langsung dengan mahasiswa yang pernah mengalami kehilangan barang. Wawancara memungkinkan untuk menggali pengalaman mereka dalam menghadapi situasi kehilangan barang, hambatan yang mereka temui, dan harapan mereka terhadap solusi yang diinginkan.
- b. Kuisisioner
Digunakan metode pengisian kuesioner untuk mengumpulkan data dari responden yang lebih luas. Kuisisioner dirancang untuk menanyakan pertanyaan terstruktur tentang pengalaman mereka dalam mencari dan menemukan barang hilang di lingkungan kampus.

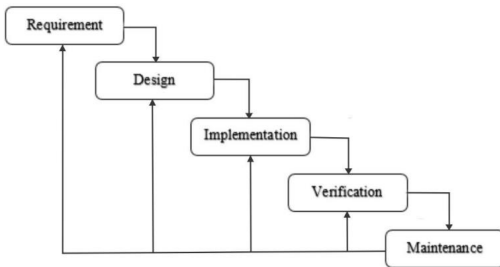
Melalui kedua metode tersebut, berhasil diidentifikasi beberapa masalah utama yang dihadapi oleh pengguna dalam mencari dan menemukan barang hilang di Universitas Udayana. Masalah-masalah ini termasuk kesulitan dalam melacak barang yang hilang, kurangnya saluran komunikasi yang efektif untuk melaporkan penemuan barang, serta kekurangan pusat informasi terpusat untuk mengelola laporan barang hilang.

2.2. Studi Literatur

Dalam tahap studi literatur, peneliti mengidentifikasi konsep dasar sistem informasi berbasis web, mengumpulkan literatur terkait sistem pencarian dan penemuan barang hilang, mempelajari berbagai metodologi pengembangan perangkat lunak, mengeksplorasi teknologi web terkini, dan menganalisis sistem serupa yang telah ada. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang konsep, teknologi, dan metodologi yang relevan dalam pengembangan rancangan sistem pencarian dan penemuan barang hilang di Universitas Udayana berbasis web.

2.3. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem pencarian dan penemuan barang hilang di Universitas Udayana berbasis web ini menerapkan metode pengembangan waterfall. Metode waterfall adalah model pengembangan aplikasi yang termasuk dalam siklus hidup klasik, di mana setiap tahap dikerjakan secara berurutan, mirip dengan air terjun yang mengalir dari atas ke bawah. Dalam metode ini, setiap tahapan harus diselesaikan sebelum memulai tahap berikutnya, berbeda dengan metode agile yang memungkinkan beberapa tahapan dilakukan secara bersamaan. Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Herbert D. Benington pada tahun 1956 dalam Symposium on Advanced Programming Method for Digital Computers, yang kemudian dijelaskan kembali oleh Benington pada tahun 1983. Metode ini memiliki fase-fase yang terdefinisi dengan jelas dalam proses pengembangannya [1]. Adapun tahapan dari metode waterfall ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Metode waterfall

- a. Requirement
Tahap pertama dalam metode waterfall adalah mempersiapkan dan menganalisis kebutuhan perangkat lunak. Informasi diperoleh melalui berbagai metode seperti wawancara, survei, studi literatur, observasi, dan diskusi.
- b. Design
Tahap selanjutnya adalah merancang aplikasi sebelum proses coding dimulai. Tujuannya adalah untuk memiliki gambaran yang jelas tentang tampilan dan antarmuka perangkat lunak yang akan dibuat oleh tim pengembang.
- c. Implementation
Langkah ketiga dalam metode waterfall adalah mengimplementasikan kode program sistem, aplikasi menggunakan berbagai alat dan bahasa pemrograman yang sesuai dengan kebutuhan tim dan perusahaan. Pada tahap ini, juga dilakukan pemeriksaan mendalam terhadap modul yang telah dibuat.
- d. Verification
Tahap verification sistem merupakan langkah keempat. Modul-modul yang telah dibuat sebelumnya digabungkan dalam proses integrasi. Setelah integrasi selesai, dilakukan pengujian untuk memastikan kesesuaian dengan desain dan fungsionalitas aplikasi.
- e. Maintenance
Tahap terakhir adalah operasionalisasi dan pemeliharaan aplikasi. Setelah pengujian sistem, aplikasi siap untuk digunakan oleh pengguna. Proses pemeliharaan memungkinkan pengembang untuk memperbaiki kesalahan yang mungkin ditemukan setelah penggunaan oleh pengguna.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah tahapan yang penting dalam pengembangan sebuah sistem. Pada tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan pengguna dan sistem yang akan dibangun, sehingga dapat merumuskan persyaratan yang jelas dan terinci sebelum memulai proses pengembangan. Analisis kebutuhan melibatkan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang harus dipenuhi oleh sistem, serta pemahaman akan kebutuhan pengguna dalam mengakses sistem. Berikut ini merupakan kebutuhan sistem dan pengguna dalam sistem ini.

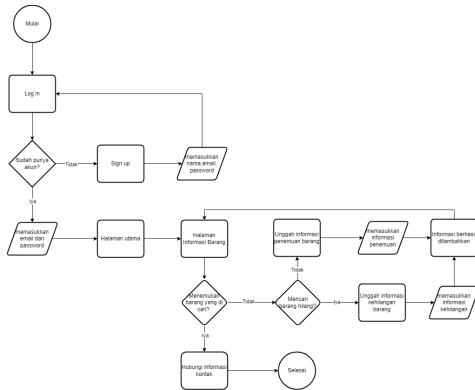
- a. Analisa kebutuhan perangkat lunak
 - XAMPP digunakan sebagai web server
 - MYSQL digunakan sebagai database server
 - Visual Studio Code Digunakan sebagai text editor
- b. Kebutuhan Fungsional
 - Sistem memungkinkan pengguna untuk melakukan pencarian barang hilang berdasarkan kategori barang.
 - Pengguna dapat dengan mudah melaporkan barang hilang melalui antarmuka yang intuitif.
 - Sistem dapat meminta informasi yang relevan dari pengguna, seperti deskripsi barang hilang dan informasi kontak pengguna.
 - Antarmuka pengguna harus dirancang dengan baik dan mudah digunakan, memastikan pengalaman pengguna yang optimal saat melakukan pencarian atau pelaporan barang hilang.
- c. Kebutuhan non-Fungsional
 - Sistem diakses melalui *browser* dan *smartphone* dengan *operating system* Android atau IOS.
 - Sistem dapat menjaga keamanan informasi pengguna dan data barang hilang yang sensitif.
 - Sistem dapat diakses selama pengguna memiliki akses ke internet.
 - Sistem harus tersedia secara konsisten dan dapat diakses oleh pengguna kapanpun diperlukan kecuali saat ada *maintenance* terhadap sistem
 - Downtime sistem harus diminimalkan untuk memastikan ketersediaan layanan yang maksimal.
 - Sistem harus responsif dan memberikan kinerja yang cepat saat melakukan pencarian atau pelaporan barang hilang.

3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah proses perancangan untuk merancang suatu sistem baru atau memperbaiki suatu sistem yang telah ada sehingga sistem tersebut menjadi lebih baik.

a. Flowchart

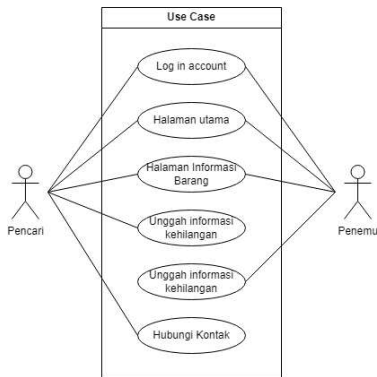
Flowchart adalah diagram yang menggambarkan alur proses suatu sistem secara visual. Flowchart menggunakan simbol-simbol standar untuk mewakili langkah-langkah dalam proses, seperti kotak, panah, dan keputusan. Flowchart dapat digunakan untuk mendokumentasikan proses bisnis, alur kerja sistem, dan algoritma program. Berikut ini merupakan flowchart dari sistem yang dirancang.



Gambar 2. Flowchart

b. Use Case Diagram

Use case diagram menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem. Aktor adalah pihak yang berinteraksi dengan sistem, sedangkan use case adalah fungsionalitas yang disediakan oleh sistem. Use case diagram digunakan untuk memvisualisasikan interaksi antara aktor dan sistem. Berikut ini merupakan use case diagram dari sistem yang dirancang.



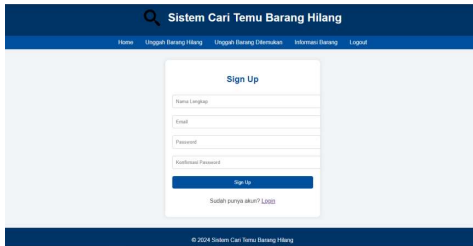
Gambar 3. Use Case Diagram

3.3. Implementasi Sistem

Implementasi adalah tahap di mana sistem baru diterapkan dan diuji. Pada tahap ini, aplikasi siap untuk dioperasikan dalam kondisi nyata, sehingga efektivitas sistem baru dapat diketahui dengan pasti. Selain itu, tahap ini juga memungkinkan untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari sistem dan aplikasi program. Berikut ini merupakan tampilan dari implementasi sistem yang telah dirancang.

a. Sign Up

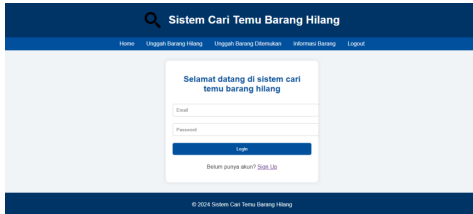
Pada halaman ini user diminta untuk memasukkan data nama lengkap, email, password dan konfirmasi password.



Gambar 4. Halaman Sign Up

b. Login

Pada halaman ini user akan diminta untuk memasukkan email dan password yang sudah terdaftar.



Gambar 5. Halaman Login

c. Halaman utama (dashboard)

Pada halaman ini user bisa memilih ingin unggah barang hilang maupun barang yang ditemukan, dapat melihat informasi barang dan mencari barang sesuai kategori.



Gambar 6. Halaman dashboard

- d. Halaman unggah barang hilang
Pada halaman unggah barang hilang user dapat menginput foto barang dan penjelasan informasi detail barang.



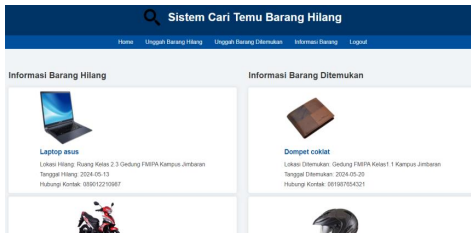
Gambar 7. Halaman unggah barang hilang

- e. Halaman unggah barang ditemukan
Pada halaman unggah barang ditemukan user dapat menginput foto barang dan penjelasan informasi detail barang.



Gambar 8. Halaman unggah barang ditemukan

- f. Halaman informasi barang
 Pada halaman informasi barang user dapat melihat pengumuman barang hilang dan barang temuan



Gambar 9. Halaman informasi barang

- g. Halaman pencarian berdasarkan kategori
 Pada halaman pencarian sesuai kategori user dapat melihat informasi pengumuman barang hilang dan barang temuan sesuai kategori barang.



Gambar 10. Halaman pencarian berdasarkan kategori

3.4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem adalah tahap evaluasi untuk menilai apakah sistem telah berfungsi sesuai dengan harapan atau masih terdapat kesalahan. Dalam sistem ini, pengujian dilakukan dengan metode black-box testing. Berikut adalah pengujian dari sistem tersebut.

Tabel 1. Pengujian Sistem

No	Penjelasan Pengujian	Hasil yang diinginkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Pada halaman sign up user menginput nama lengkap, email, dan password. Kemudian login sistem	Sign up dapat berjalan dan user akan diarahkan ke login sistem	Sign up sistem berhasil dan diarahkan ke login sistem	Sesuai dengan yang diinginkan

No	Penjelasan Pengujian	Hasil yang diinginkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
2.	Pada halaman login user menginput email dan password, dan menekan tombol login	Login dapat berjalan dan user akan diarahkan ke halaman dashboard	Login sistem berhasil dan user diarahkan ke halaman dashboard	Sesuai dengan yang diinginkan
3.	Pada halaman dashboard, user bisa unggah barang hilang maupun barang yang ditemukan, dapat melihat informasi barang dan mencari barang sesuai kategori	Halaman dashboard dapat mengupdate data masuk	Halaman dashboard berhasil menampilkan update data masuk	Sesuai dengan yang diinginkan
4.	Pada halaman unggah barang hilang dapat menginput foto barang dan penjelasan informasi	Halaman unggah barang hilang dapat membuat informasi baru	Halaman unggah barang hilang berhasil membuat informasi baru	Sesuai dengan yang diinginkan
5.	Pada halaman unggah barang ditemukan dapat menginput foto barang dan penjelasan informasi	Halaman unggah barang ditemukan dapat membuat informasi baru	Halaman unggah barang ditemukan berhasil membuat informasi baru	Sesuai dengan yang diinginkan
6.	Pada halaman informasi barang dapat menampilkan pengumuman barang hilang dan barang temuan	Halaman informasi barang dapat menampilkan pengumuman barang hilang dan barang temuan	Halaman informasi barang berhasil menampilkan pengumuman barang hilang dan barang temuan	Sesuai dengan yang diinginkan
7.	Pada halaman pencarian sesuai kategori dapat menampilkan informasi pengumuman barang hilang dan barang temuan sesuai kategori barang	Halaman pencarian sesuai kategori dapat menampilkan informasi pengumuman barang hilang dan barang temuan sesuai kategori barang	Halaman pencarian sesuai kategori berhasil menampilkan informasi pengumuman barang hilang dan barang temuan sesuai kategori barang	Sesuai dengan yang diinginkan

4. Kesimpulan

Setelah melalui tahapan-tahapan pengembangan sesuai dengan yang sudah di jelaskan diatas, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

- a. Sistem cari temu barang hilang di Universitas Udayana berbasis web ini merupakan solusi yang efektif dan efisien untuk menangani masalah barang hilang di lingkungan kampus. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah melaporkan barang hilang dan menyebarkan informasi kepada komunitas Universitas Udayana. Hal ini meningkatkan peluang barang yang hilang untuk ditemukan dan dikembalikan kepada pemiliknya.
- b. Dengan fitur yang komprehensif dan antarmuka yang ramah pengguna, sistem ini diharapkan dapat membantu semua warga kampus dalam menemukan barang-barang mereka yang hilang dengan lebih cepat dan mudah. Penerapan teknologi web juga

memungkinkan sistem ini untuk diakses kapan saja dan dari mana saja, memberikan fleksibilitas dan kemudahan akses yang maksimal.

Daftar Pustaka

- [1] Aminudin, I. Nuryasin, S. Budianti, "Sistem Informasi Pencarian Barang Hilang "Lost and Found" Pada Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Malang". Vol. 2, No. 5. Malang: REPOSITOR, 2020.
- [2] A. Wantoro, "Prototype Aplikasi Berbasis Web Sebagai Media Informasi Kehilangan Barang". Vol. 12, No.1. Bandar Lampung: Jurnal TEKNOINFO, 2018
- [3] Wahid, A. A. "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi" J. Ilmu-ilmu Inform. dan Manaj. STMIK, no. November 1-5, 2020.
- [4] Andrian, D. "Penerapan Metode Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Pengawasan Proyek Berbasis Web". Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak, 2(1), 85-93. 2021.
- [5] Adani. "Apa itu Metode Waterfall? Berikut Manfaat & Tahapannya". Artikel Programming. 2020.

Implementasi SHA-256 dalam Program Verifikasi Originalitas Video Sebelum dan Sesudah Proses Kriptografi

Daniel Surya Wijaya^{a1}, I Ketut Gede Suhartana^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹daniel999.dd@gmail.com

²ikg.suhartana@unud.ac.id

Abstract

This research aims to develop a computer program utilizing the SHA-256 algorithm to compare the authenticity between the original video and the video that has undergone cryptographic processes, particularly during the decryption phase. The program is designed to provide additional verification regarding the success of the decryption process in restoring the video to its original condition. The program development is conducted using the Python programming language. The SHA-256 algorithm is employed to generate hash values for both the original video and the decrypted video. The resulting hash values of the two videos are then compared to evaluate their similarity. The developed program successfully compares the authenticity between the original video and the decrypted video. Through the analysis of hash values using SHA-256, the program concludes whether the decryption process successfully restores the video to its original state or not.

Keywords: SHA-256, Cryptography, Video, Hash, Python

1. Pendahuluan

Di era digital saat ini, memastikan keamanan dan integritas konten multimedia, seperti video, menjadi sangat penting, terutama saat mentransmisikan informasi sensitif melalui jaringan atau menyimpan data di lingkungan cloud. Kriptografi memainkan peran penting dalam melindungi konten multimedia dengan mengenkripsi, sehingga mencegah akses tidak sah dan memastikan kerahasiaan. Namun, sementara enkripsi memberikan tingkat keamanan yang tinggi, hal itu memperkenalkan tantangan untuk memverifikasi keaslian konten yang sudah didekripsi. Proses dekripsi, khususnya dalam skema enkripsi asimetris di mana kunci yang berbeda digunakan untuk enkripsi dan dekripsi, memerlukan mekanisme yang kuat untuk memvalidasi apakah konten yang sudah didekripsi tetap tidak berubah dari keadaan aslinya. Validasi ini penting untuk aplikasi seperti transmisi video yang aman, forensik digital, dan verifikasi integritas data. Salah satu metode yang banyak diadopsi untuk memverifikasi keaslian konten adalah melalui penggunaan fungsi hash kriptografi. Fungsi-fungsi ini menghasilkan nilai hash berukuran tetap, atau "sidik jari," dari data yang secara unik mewakili isinya. Di antara berbagai fungsi hash kriptografi yang tersedia, algoritma SHA-256 menonjol karena penerapannya yang luas dan sifat kriptografinya yang kuat.[1] Penelitian ini berfokus pada implementasi algoritma SHA-256 dalam sebuah program komputer untuk membandingkan keaslian video sebelum dan sesudah proses kriptografi, khususnya pada tahap dekripsi. Dengan menghasilkan dan membandingkan nilai hash SHA-256 dari video asli dan video yang telah didekripsi, program ini bertujuan untuk memberikan lapisan verifikasi tambahan untuk memastikan pemulihan yang berhasil dari video ke keadaan aslinya setelah proses dekripsi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan sistem kriptografi yang lebih kokoh untuk konten multimedia, meningkatkan keamanan dan keandalannya dalam berbagai aplikasi. Selain itu, wawasan yang diperoleh dari studi ini dapat memberikan informasi untuk kemajuan masa depan dalam teknik verifikasi konten dan protokol kriptografi.

2. Metode Penelitian

2.1 Kajian Pustaka

a. Kriptografi

Kriptografi, yang berasal dari bahasa Yunani, terdiri dari dua kata yaitu "kripto" yang berarti menyembunyikan, dan "graphia" yang berarti tulisan. Ini adalah studi yang mempelajari teknik-teknik matematika yang berkaitan dengan keamanan informasi, seperti kerahasiaan, keabsahan, integritas, dan autentikasi data. Namun, tidak semua aspek keamanan informasi dapat diatasi oleh kriptografi. Ini juga bisa dianggap sebagai seni untuk menjaga keamanan pesan. Saat pesan dikirim, kemungkinan disadap oleh pihak tidak berwenang ada. Untuk mengatasi ini, pesan bisa diubah menjadi kode yang tidak bisa dimengerti oleh orang lain. Enkripsi adalah proses mengubah pesan dari yang dapat dimengerti menjadi kode yang tidak bisa dimengerti. Proses kebalikannya, mengubah kode yang tidak bisa dimengerti menjadi pesan yang dapat dimengerti, disebut dekripsi. Kedua proses ini memerlukan mekanisme dan kunci tertentu. Kriptografi adalah ilmu tentang teknik enkripsi di mana data diacak menggunakan kunci enkripsi sehingga sulit dibaca tanpa kunci dekripsi yang sesuai. Kunci dekripsi digunakan untuk mendapatkan kembali data asli. Proses enkripsi menggunakan algoritma dengan beberapa parameter. Biasanya, algoritma tidak dirahasiakan karena mengandalkan kerahasiaan algoritma dianggap tidak aman. Keamanan terletak pada parameter yang digunakan, sehingga kunci ditentukan oleh parameter tersebut.[2]

b. SHA-256

SHA (Secure Hash Algorithm) adalah salah satu algoritma hash yang relatif baru, yang dikembangkan oleh The National Institute of Standards and Technology (NIST) pada tahun 2002. Versi dari algoritma ini, yaitu SHA-256, menghasilkan pesan digest dengan panjang 256 bit. Keamanan SHA-256 didasarkan pada desainnya yang memastikan bahwa pesan yang berbeda tidak akan menghasilkan pesan digest yang sama. Ini berlaku untuk berbagai kasus, seperti ketika kita memproses dokumen citra digital hasil pemindaian ijazah dan transkrip nilai. Proses untuk menghasilkan pesan digest dalam algoritma ini melibatkan lima tahapan:

- **Pengisian Pesan (Message Padding):** Tahap ini melibatkan penambahan bit-bit ke pesan agar panjang pesan memenuhi syarat tertentu sebelum proses hash dimulai. Ini memastikan bahwa pesan yang diproses memiliki panjang yang sesuai dengan algoritma.
- **Pengaturan Panjang Bit (Bit Length Padding):** Langkah ini melibatkan penambahan informasi tentang panjang pesan asli ke dalam pesan yang telah di-padding sebelumnya. Ini penting untuk memastikan integritas data dan menghindari serangan perubahan data yang memanfaatkan panjang pesan yang sama.
- **Inisialisasi Nilai Hash Awal (Initial Hash Value Initialization):** Nilai hash awal ditentukan sebelum proses hash dimulai. Nilai-nilai ini biasanya ditetapkan oleh algoritma dan menjadi titik awal dari proses hash.
- **Pemrosesan (Processing):** Pada tahap ini, pesan yang telah di-padding dan diatur panjang bitnya diproses menggunakan fungsi hash yang kompleks. Proses ini melibatkan pengulangan serangkaian operasi yang dirancang untuk mengacak data dan menghasilkan pesan digest.
- **Output:** Setelah proses pemrosesan selesai, pesan digest dihasilkan sebagai output. Pesan digest ini adalah representasi unik dari pesan asli dan digunakan untuk verifikasi integritas dan otentikasi data.[3]

c. Nilai Hash

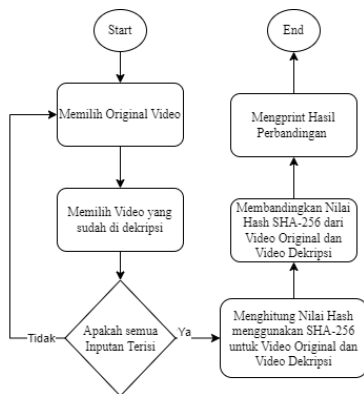
Nilai hash, dalam konteks kriptografi dan keamanan informasi, adalah hasil dari proses penghitungan yang disebut fungsi hash yang diterapkan pada data input. Fungsi hash ini bertanggung jawab untuk mengonversi data input, seperti teks atau file, menjadi representasi numerik yang unik dan memiliki panjang tetap, yang sering kali diekspresikan dalam bentuk heksadesimal. Nilai hash memiliki sifat yang sangat penting dalam

keamanan informasi karena merupakan representasi digital dari data yang diberikan, yang memungkinkan verifikasi integritas, autentikasi, dan pencocokan kata sandi. Nilai hash sering digunakan dalam berbagai aspek keamanan informasi, termasuk dalam penyimpanan dan transmisi data sensitif. Dengan menggunakan nilai hash dari suatu data, kita dapat memverifikasi apakah data tersebut telah diubah secara tidak sah atau tetap utuh selama penyimpanan atau transmisi. Ini dilakukan dengan membandingkan nilai hash data yang baru dengan nilai hash data yang disimpan sebelumnya. Jika nilai hash sama, maka data dianggap utuh; namun, jika nilai hash berbeda, itu menandakan bahwa data telah diubah atau rusak. Selain itu, nilai hash juga digunakan dalam proses autentikasi, di mana nilai hash dari kata sandi pengguna disimpan secara aman dan hanya nilai hashnya yang dibandingkan saat pengguna mencoba masuk. Ini membantu mencegah akses tidak sah ke sistem oleh pihak yang tidak berwenang. Selain itu, nilai hash juga digunakan dalam pencocokan kata sandi, di mana nilai hash dari kata sandi yang dimasukkan oleh pengguna dibandingkan dengan nilai hash yang disimpan dalam basis data. Ini memastikan bahwa kata sandi tidak pernah disimpan dalam teks biasa, yang dapat menjadi target potensial bagi serangan peretas [4].

d. Video

video merupakan salah satu jenis media audio-visual dan dapat menggambarkan suatu objek yang bergerak bersama-sama dengan suara alamiah atau suara yang sesuai. Video menyajikan informasi, memaparkan proses, menjelaskan konsep yang rumit, mengajarkan keterampilan, menyingkat atau memperpanjang waktu, dan mempengaruhi sikap [5].

2.2 Flowchart Program



Gambar 1. Gambar Flowchart Aplikasi

Dalam program ini, langkah-langkah untuk membandingkan video asli dengan video yang telah dideskripsi telah dioptimalkan dengan menggabungkan proses penghitungan nilai hash SHA-256 dari kedua video tersebut. Setelah pengguna memilih kedua file video, program membaca keduanya secara bersamaan. Selama proses membaca, program juga menghitung nilai hash SHA-256 untuk kedua video tersebut secara langsung. Penggunaan algoritma hashing SHA-256 memungkinkan program untuk menghasilkan nilai hash unik yang mewakili konten video dengan cepat dan efisien. Setelah nilai hash dari kedua video dihitung, program membandingkan keduanya. Jika nilai hash dari video yang telah dideskripsi sama dengan nilai hash dari video asli,

program menyimpulkan bahwa video yang telah dideskripsi adalah identik dengan video asli. Namun, jika nilai hashnya berbeda, itu menunjukkan bahwa ada perbedaan antara video yang telah dideskripsi dan video asli. Hasil perbandingan kemudian dicetak atau ditampilkan kepada pengguna, dan program berakhir.

2.3 Pembuatan Aplikasi

Program yang Saya buat adalah sebuah alat sederhana yang bertujuan untuk membandingkan dua file video. Namun, yang menarik dari alat ini adalah bagaimana ia melakukan perbandingan. Istilah "nilai hash SHA-256" mungkin terdengar rumit, tetapi pada dasarnya, itu adalah cara untuk mewakili konten dari setiap file video dalam bentuk kode unik. Dengan menggunakan nilai hash ini, program Saya mampu melakukan perbandingan antara kedua video dan menentukan apakah keduanya identik atau tidak. Untuk membuat program ini, Saya mengikuti langkah-langkah berikut:

- a. Instalasi Python: Memastikan Saya memiliki Python terinstal di komputer saya. Jika belum, saya bisa mengunduh dan menginstalnya dari situs web resminya.
- b. Membuat Fungsi untuk Menghitung SHA-256: Saya perlu membuat fungsi untuk menghitung nilai hash SHA-256 dari file. Saya juga dapat menggunakan modul hashlib yang sudah disediakan oleh Python. Fungsi ini membuka file, membaca isinya dalam potongan (chunks), dan mengupdate nilai hashnya secara bertahap.
- c. Membandingkan Nilai Hash: Setelah saya memiliki nilai hash untuk kedua file video, saya bisa membandingkannya. Jika keduanya sama, artinya video tersebut identik, sedangkan jika berbeda, artinya ada perbedaan di antara keduanya.
- d. Menampilkan Hasil: Terakhir, saya bisa menampilkan hasil perbandingan ke layar, misalnya dengan mencetak pesan yang sesuai seperti "Video yang sudah dideskripsi sama dengan video asli."

Setelah saya menulis kode programnya, saya bisa menyimpannya dalam sebuah file Python dengan ekstensi .py, dan kemudian menjalankannya dari terminal atau lingkungan pengembangan Python seperti PyCharm atau VSCode.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Uji Coba Aplikasi

Tabel 1. Hasil Uji Coba Aplikasi

Video Original	Video Terdeskripsi	Hasil dari Program
Video 1	Video 1d	Identik/Sama
Video 2	Video 2d	Identik/Sama
Video 3	Video 3d	Identik/Sama
Video 4	Video 4d	Identik/Sama
Video 5	Video 5d	Identik/Sama
Video 6	Video 6d	Identik/Sama
Video 7	Video 7d	Identik/Sama
Video 8	Video 8d	Identik/Sama
Video 9	Video 9d	Identik/Sama
Video 10	Video 10d	Identik/Sama
Video 11	Video 11d	Identik/Sama
Video 12	Video 12d	Identik/Sama

Video Original	Video Terdekripsi	Hasil dari Program
Video 13	Video 13d	Identik/Sama
Video 14	Video 14d	Identik/Sama
Video 15	Video 15d	Identik/Sama
Video 16	Video 1d	Berbeda
Video 17	Video 2d	Berbeda
Video 18	Video 3d	Berbeda
Video 19	Video 4d	Berbeda
Video 20	Video 5d	Berbeda
Video 21	Video 6d	Berbeda
Video 22	Video 7d	Berbeda
Video 23	Video 8d	Berbeda
Video 24	Video 9d	Berbeda
Video 25	Video 10d	Berbeda
Video 26	Video 11d	Berbeda
Video 27	Video 12d	Berbeda
Video 28	Video 13d	Berbeda
Video 29	Video 14d	Berbeda
Video 30	Video 15d	Berbeda
Video 31	Video 16d	Berbeda

Dalam analisis yang Saya lakukan terhadap 31 sampel video, terdapat dua hasil yang diharapkan:

- a. Video Asli dan Video yang Telah Didekripsi Identik (16 Sampel):
Dalam hasil ini, program saya seharusnya menemukan bahwa nilai hash SHA-256 dari video asli dan video yang telah didekripsi adalah sama. Ini menunjukkan bahwa proses enkripsi dan dekripsi tidak mengubah konten dari video tersebut. Hasil ini sesuai dengan harapan, karena video asli dan video yang telah didekripsi seharusnya memiliki konten yang identik. Konsistensi dalam menemukan kesamaan nilai hash di antara 16 sampel ini menunjukkan bahwa program saya efektif dalam memverifikasi identitas video sebelum dan setelah proses kriptografi.
- b. Video Asli dan Video yang Telah Didekripsi Berbeda (15 Sampel):
Dalam hasil ini, program saya seharusnya menemukan bahwa nilai hash SHA-256 dari video asli dan video yang telah didekripsi berbeda. Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dalam konten antara video asli dan video yang telah didekripsi. Hal ini juga sesuai dengan harapan, karena video yang di bandingkan merupakan video yang berbeda sehingga hasil dari nilai hash nya juga akan berbeda yang menyebabkan program mengatakan ini adalah 2 video yang berbeda.

Dalam analisis tersebut, dapat ditambahkan bahwa hasil yang diperoleh dari program sesuai dengan harapan yang diinginkan. Artinya, program berhasil bekerja dengan baik dalam membandingkan video asli dan video yang telah didekripsi, serta menghasilkan output yang konsisten dengan ekspektasi. Hal ini memberikan keyakinan bahwa program saya dapat diandalkan dalam memverifikasi identitas video sebelum dan setelah proses enkripsi, serta membedakan antara video yang identik dan yang berbeda. Dengan demikian, keberhasilan

program ini memberikan kontribusi penting dalam memastikan keamanan dan integritas data dalam konteks penggunaan video.

```
PS D:\Kuliah\SKRIPSO\testing> python.exe "tes.py"  
Enter the path to the original video file: "D:\Kuliah\SKRIPSO\Data Video\Video2.mp4"  
Enter the path to the decrypted video file: "D:\Kuliah\SKRIPSO\Data Video\2d.mp4"  
The bit values of the original video and the decrypted video are identical.
```

Gambar 2. Gambar Contoh Uji Coba yang Berhasil

```
PS D:\Kuliah\SKRIPSO\testing> python.exe "tes.py"  
Enter the path to the original video file: "D:\Kuliah\SKRIPSO\Data Video\Video17.mp4"  
Enter the path to the decrypted video file: "D:\Kuliah\SKRIPSO\Data Video\2d.mp4"  
The bit values of the original video and the decrypted video are different.
```

Gambar 3. Gambar Contoh Uji Coba yang Tidak Berhasil

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan algoritma hash SHA-256 dalam program verifikasi originalitas antara video asli dan video setelah proses dekripsi memberikan hasil yang memuaskan. Dengan menggunakan nilai hash SHA-256 sebagai representasi unik dari setiap video, program ini mampu membandingkan kedua versi video dengan akurasi tinggi. Melalui implementasi ini, ditemukan bahwa program berhasil mengidentifikasi video yang identik dengan nilai hash yang sama sebelum dan sesudah proses dekripsi. Hal ini menunjukkan bahwa proses dekripsi tidak mengubah konten dari video tersebut dan video yang telah dienkripsi berhasil dipulihkan ke keadaan aslinya. Selain itu, program juga berhasil membedakan video yang berbeda dengan nilai hash yang berbeda. Ini menunjukkan kemampuan program dalam mendeteksi perbedaan antara video asli dan video yang telah didekripsi. Dengan demikian, kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penggunaan SHA-256 dalam program verifikasi originalitas video asli dan video setelah proses dekripsi efektif dalam memastikan keaslian dan integritas data video.

Daftar Pustaka

- [1] S. Sulastri and R. D. M. Putri, "Implementasi Enkripsi Data Secure Hash Algorithm (SHA-256) dan Message Digest Algorithm (MD5) pada Proses Pengamanan Kata Sandi Sistem Penjadwalan Karyawan," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 70–74, 2018, doi: 10.15294/jte.v10i2.18628.
- [2] M. M. Amin, "Implementasi Kriptografi Klasik Pada Komunikasi Berbasis Teks," *Pseudocode*, vol. 3, no. 2, pp. 129–136, 2017, doi: 10.33369/pseudocode.3.2.129-136.
- [3] S. Nainggolan, "RESOLUSI: Rekayasa Teknik Informatika dan Informasi Implementasi Algoritma SHA-256 Pada Aplikasi Duplicate Document Scanner," *Media Online*, vol. 2, no. 5, pp. 201–213, 2022, [Online]. Available: <https://djournals.com/resolusi>.
- [4] W. Stallings, *Cryptography and Network Security*. 2017.
- [5] R. Aboe, "Penggunaan Media Video Dalam Pembelajaran Speaking," *Hum. J. Penelit.*, vol. 11, no. 1, pp. 33–38, 2020, doi: 10.33387/humano.v11i1.1937.

Sistem Rekomendasi Produk pada E-commerce Menggunakan Metode *User-Based Collaborative Filtering*

Devon Vivian Gunawan^{a1}, I Komang Ari Mogi^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹devonvivian34@gmail.com

²arimogi@unud.ac.id

Abstract

In an increasingly advanced digital era, the demand for recommendation systems that can provide products that match user preferences is increasingly high. The method used in this research is User-Based Collaborative Filtering, an approach that utilizes the purchasing patterns of other users to provide recommendations to active users. The research process began with collecting transaction datasets and product user preferences from leading e-commerce platforms. This data is then processed through the loading, preprocessing and analysis stages to prepare good data. Model performance is carried out using Mean Absolute Error (MAE) through a 5-fold cross validation process. The evaluation results show that the model has a satisfactory level of accuracy, with an average MAE value of 0.31. This research contributes to the development of a product recommendation system that can help improve users' online shopping experience by providing relevant and personalized recommendations.

Keywords: *User-Based Collaborative Filtering, Recommendation system, Mean Absolute Error (MAE), e-commerce*

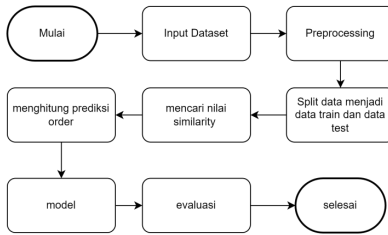
1. Pendahuluan

Dalam era digital yang semakin maju, industri e-commerce telah mengalami pertumbuhan pesat. Masyarakat kini lebih cenderung untuk melakukan pembelian secara online, mengingat kenyamanan dan kemudahan yang ditawarkan. Namun, dengan jumlah produk yang tersedia di platform e-commerce yang sangat besar, sering kali konsumen mengalami kesulitan dalam menemukan produk yang sesuai dengan preferensi dan kebutuhan mereka [1]. Untuk mengatasi tantangan ini, sistem rekomendasi produk telah menjadi salah satu solusi yang efektif. Sistem rekomendasi produk memanfaatkan teknik-teknik analisis data untuk memberikan rekomendasi kepada konsumen berdasarkan preferensi mereka [2]. Salah satu metode yang populer digunakan dalam sistem rekomendasi adalah Collaborative Filtering. Collaborative Filtering adalah pendekatan yang menggunakan informasi dari pengguna lain dalam sistem untuk memberikan rekomendasi. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa pengguna yang memiliki preferensi yang serupa di masa lalu cenderung memiliki preferensi yang serupa pula di masa depan. Terdapat dua jenis utama dari Collaborative Filtering: User-Based Collaborative Filtering (UBCF) dan Item-Based Collaborative Filtering (IBCF) [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem rekomendasi produk di platform e-commerce dengan menggunakan metode User-Based Collaborative Filtering (UBCF). Pendekatan UBCF efektif dalam menemukan produk yang menarik bagi pengguna dengan mencocokkan preferensi mereka dengan pengguna lain yang memiliki minat serupa. Proses dimulai dengan mengidentifikasi pengguna terdekat atau tetangga yang memiliki preferensi serupa. Selanjutnya, nilai-nilai rating dari tetangga ini digunakan sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi kepada pengguna yang sedang aktif [4]. Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan dataset transaksi dan preferensi pengguna produk yang telah dikumpulkan dari platform e-commerce tokopedia. Data ini akan diolah dan dianalisis menggunakan teknik User-Based Collaborative

Filtering untuk menghasilkan rekomendasi produk yang akurat. Selanjutnya, evaluasi kinerja sistem rekomendasi akan diuji berdasarkan performansi nilai *error* MAE.

2. Metode Penelitian

2.1. Desain Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan dataset yang diperlukan, diikuti oleh proses pemuatan data menggunakan *library* *pandas*. Tahap *preprocessing* dilakukan dengan cermat untuk menanganai nilai yang hilang. Setelah itu, dilakukan *5-fold cross validation* pada data transaksi untuk memisahkan dataset menjadi data pelatihan dan pengujian. Data pelatihan digunakan untuk membentuk model, sementara data pengujian digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Selanjutnya, dilakukan perhitungan matriks kemiripan menggunakan *cosine similarity* untuk mengukur kesamaan pola pembelian pengguna. Metode *user-based similarity* digunakan untuk memprediksi jumlah pembelian produk oleh seorang pelanggan berdasarkan perilaku pembelian pengguna lain yang serupa. Model berbasis kemiripan pengguna diuji menggunakan *5-fold cross validation* untuk menguji keakuratannya dalam memberikan rekomendasi produk kepada pengguna.

2.2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari laman medium yang berisi data penjualan produk pada e-commerce tokopedia pada tahun 2021-2022. terdapat 4 file (.csv) yaitu *order_detail*, *customer_detail*, *sku_detail* dan *payment_detail*. keempat dataset saling berelasi. dataset yang digunakan mencakup data customer, data produk dan data transaksi. Cuplikan data ditunjukkan pada Gambar 2.

	id	customer_id	sku_id	qty_ordered	payment_id	payment_method	sku_name	base_price	cogs	category
0	ODR9939707760w	C713589L	P858068	200	5	jazzwallet	RB_Dettol Germ Butting Kit-bf	26100.0	18270	Others
1	ODR7448356649d	C551551L	P886455	5	5	jazzwallet	P54_Slim-500GB	1971942.0	1321182	Entertainment
2	ODR4011281866z	C685596L	P678648	1	4	Payaxis	Changhong Ruba 55 inches LU55D6000 Ultra HD T...	7482000.0	5162580	Entertainment
3	ODR3378927904e	C830683L	P540013	1	5	jazzwallet	dawlance_inverter 30	3593680.0	3054628	Appliances
4	ODR4904430099k	C191766L	P491032	1	4	Payaxis	Dawlance_inverter-45 2.0 ton	4413220.0	3177472	Appliances
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5879	ODR4312238651y	C295679L	P194155	2	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5880	ODR3930118778w	C368658L	P194155	1	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5881	ODR7629482404c	C265450L	P194155	3	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5882	ODR2809405363p	C790722L	P194155	2	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5883	ODR6666616009w	C676393L	P100134	1	4	Payaxis	akl-GFSU1265-M	347710.0	302470	Women Fashion

Gambar 2. Gambaran Dataset

2.3. Preprocessing Data

Dalam proses preprocessing, perhatian khusus diberikan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam penelitian telah dipersiapkan dengan baik dan siap untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut. Langkah-langkah preprocessing ini bertujuan untuk membersihkan, mengorganisir, dan menyiapkan data agar sesuai dengan kebutuhan analisis. Beberapa langkah yang dilakukan dalam preprocessing dataset, seperti membersihkan data dari nilai yang hilang, menghapus atau mengisi nilai yang hilang, normalisasi data, dan mengubah format data menjadi format yang sesuai.

2.4. Cosine Similarity

Cosine similarity digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana kemiripan pola pembelian atau preferensi antara pengguna atau item dalam sistem rekomendasi. Dengan memperhitungkan cosine similarity antara vektor yang menggambarkan pola pembelian, sistem mampu mengidentifikasi pengguna atau item yang memiliki pola pembelian yang serupa. Dengan demikian, sistem dapat menyarankan produk kepada pengguna berdasarkan preferensi dari pengguna lain yang memiliki pola serupa, sehingga meningkatkan peluang rekomendasi yang relevan dan bermanfaat [6]. Untuk mencari *cosine similarity* antara dua dokumen ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$SIM(\vec{t}_a, \vec{t}_b) = \frac{\vec{t}_a \cdot \vec{t}_b}{|\vec{t}_a| \times |\vec{t}_b|} \quad (1)$$

Cosine similarity menghitung kesamaan antara dua vektor multidimensional, t_a dan t_b , yang mewakili kumpulan istilah $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$. Setiap dimensi vektor mewakili sebuah istilah dengan bobot non-negatif yang mencerminkan kehadiran istilah tersebut dalam dokumen. Hasil cosine similarity adalah nilai non-negatif yang berkisar antara 0 dan 1 [1].

2.5. Collaborative Filtering

Collaborative filtering adalah teknik yang digunakan untuk melakukan prediksi dengan memanfaatkan informasi tentang item yang disukai atau dipilih oleh pengguna lain [7]. Metode ini bergantung pada sekumpulan pendapat, preferensi, dan minat dari beberapa pengguna terhadap suatu item, biasanya dalam bentuk penilaian atau rating. Terdapat dua pendekatan utama dalam collaborative filtering, yaitu user-based collaborative filtering, yang juga dikenal sebagai pendekatan memory-based, dan item-based collaborative filtering, yang sering disebut sebagai pendekatan model-based [8]. User-based collaborative filtering mengacu pada konsep di mana untuk menemukan item yang menarik bagi suatu pengguna, digunakan pendekatan yang mempertimbangkan kesamaan minat dengan pengguna lain. Dalam pendekatan ini, langkah awalnya adalah mencari pengguna lain yang memiliki minat yang serupa, yang disebut sebagai tetangga pengguna (user neighbor). Nilai rating dari tetangga pengguna ini kemudian dijadikan sebagai dasar untuk memberikan rekomendasi kepada pengguna yang sedang aktif [4].

2.6. Evaluasi

Evaluasi kinerja sistem rekomendasi melibatkan penggunaan prediksi yang dihasilkan untuk menghitung seberapa baik kualitas rekomendasi yang diberikan. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik Mean Absolute Error (MAE), yang mengukur seberapa besar selisih antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya dalam model [9]. MAE adalah metrik yang digunakan untuk mengevaluasi perbedaan absolut rata-rata antara nilai sebenarnya dan nilai yang diprediksi. Perhitungan MAE melibatkan mengambil rata-rata dari selisih absolut antara nilai yang diprediksi dan nilai aktual [10]. Berikut merupakan persamaan matematis dari MAE.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (2)$$

Keterangan:

- n = Banyaknya sampel
- y_i = nilai aktual pada sampel ke i
- \hat{y}_i = nilai prediksi pada sampel ke i

MAE yang mendekati 0 menandakan bahwa prediksi dari suatu metode memiliki tingkat akurasi yang tinggi, karena kesalahan prediksinya hampir tidak ada [6].

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Preprocessing Data

Untuk memulai, data dari empat file dataset digabungkan menggunakan proses penggabungan (merging) untuk membentuk satu set data yang lengkap. Kemudian, analisis deskriptif dilakukan untuk mendapatkan wawasan tentang dataset, seperti jumlah produk unik, total pembelian, jumlah pelanggan unik, dan jumlah produk unik. Selanjutnya, dilakukan penyaringan data untuk menghilangkan outlier dan membersihkan data dari nilai yang tidak realistis atau tidak diinginkan, dengan menjaga entri hanya untuk jumlah produk yang dipesan kurang dari 20. Langkah terakhir adalah mengganti nilai NaN dengan 0, yang digunakan untuk merepresentasikan ketiadaan interaksi atau pembelian antara pelanggan dan produk. Hal ini umum dilakukan dalam sistem rekomendasi untuk menunjukkan ketiadaan rating atau pembelian. Dengan demikian, proses ini memastikan data yang digunakan untuk analisis lebih akurat dan dapat diandalkan untuk memberikan rekomendasi yang lebih relevan dan berguna kepada pengguna.

	id	customer_id	sku_id	qty_ordered	payment_id	payment_method	sku_name	base_price	cogs	category
1	ODR7448356649d	C551551L	P886455	5	5	jazzwallet	PS4_Slim-500GB	1971942.0	1321182	Entertainment
2	ODR4011281966z	C685596L	PG78648	1	4	Payaxis	Changhong Ruba 55 Inches UD55D6000 Ultra HD T...	7482000.0	5162580	Entertainment
3	ODR3378927994s	C830683L	P540013	1	5	jazzwallet	dawlance_Inverter 30	3599680.0	3054628	Appliances
4	ODR4904433009k	C191766L	P491032	1	4	Payaxis	Dawlance_Inverter-45 2.0 ton	4413220.0	3177472	Appliances
5	ODR7618778722h	C299859L	P886455	2	5	jazzwallet	PS4_Slim-500GB	1971942.0	1321182	Entertainment
...
5879	ODR4312238651y	C295679L	P194155	2	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5880	ODR3930118778w	C368658L	P194155	1	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5881	ODR7628482404c	C265450L	P194155	3	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5882	ODR2809405363p	C790722L	P194155	2	1	cod	Bahr-e-Shifa	0.0	0	Books
5883	ODR6666616009w	C676393L	P100134	1	4	Payaxis	ald-GFSU1265-M	347710.0	302470	Women Fashion

5827 rows x 10 columns

Gambar 3. Hasil preprocessing

3.2. Split Data

Langkah berikutnya adalah menerapkan *5-fold cross validation* pada dataset transaksi, yang mencakup ID pembeli, ID produk, dan jumlah pesanan produk. Ini dilakukan untuk memisahkan dataset menjadi data pelatihan dan pengujian. Data pelatihan digunakan untuk mengembangkan model, yang merepresentasikan pengetahuan yang akan digunakan untuk memprediksi data baru. Di sisi lain, data pengujian digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik model dapat melakukan prediksi dengan tepat.

```
skf = StratifiedKFold((n_splits = 5))
skf.get_n_splits(X, y)

X_train, (X_test = X.loc[train_index]), X.loc[test_index]
y_train, (y_test = y.loc[train_index]), y.loc[test_index]
```

Gambar 4. Implementasi 5-fold cross validation

3.3. Cosine Similarity

Untuk tahap selanjutnya adalah menghitung kedekatan atau nilai similarity antar Customer menggunakan metode cosine Similarity Berdasarkan pola pembelian atau transaksi yang mereka miliki terhadap produk. Berikut adalah implementasi dari perhitungan cosine similarity.

```
# Menghitung user-user similarity matrix
similarity_matrix_user_user = cosine_similarity(df_final_data2)
similarity_matrix_df_user_user = pd.DataFrame(similarity_matrix_user_user, index=df_final_data.index,
columns=df_final_data.index)

# Menampilkan matriks similitas user-user
print(similarity_matrix_df_user_user)
```

Gambar 5. Implementasi cosine similarity costumer

3.4. Prediksi

Proses ini bertujuan untuk memperkirakan jumlah pembelian produk yang belum pernah dibeli oleh pelanggan, berdasarkan pola pembelian pelanggan terdekat. Tujuannya adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perilaku pelanggan dan permintaan di pasar. Dalam proses ini, setiap entri dalam data uji dievaluasi, dan prediksi kuantitas pemesanan (qty_ordered) untuk setiap produk (sku_id) oleh setiap pelanggan (customer_id) dihitung dengan menggunakan metode calculate_final_data. Nilai sebenarnya dari kuantitas pemesanan juga diambil dari data uji. Setelah mengumpulkan prediksi dan nilai sebenarnya, Mean Absolute Error (MAE) dihitung untuk mengevaluasi kualitas prediksi.

```
Mean Absolute Error (MAE): 0.33549624359287983
Actual Qty Ordered Predicted Qty Ordered
0 5 2.226287
1 1 1.000000
2 1 1.000000
3 1 1.000000
4 2 2.226287
... ..
4648 3 1.949735
4649 1 1.949735
4650 2 1.949735
4651 3 1.949735
4652 2 1.950293

[4653 rows x 2 columns]
```

Gambar 6. Hasil prediksi

3.5. Pemodelan

Pertama, fungsi mencari pelanggan lain yang memiliki kesamaan preferensi dengan pelanggan yang ditentukan, dengan memperhitungkan similarity score antara mereka. Kemudian, dari pelanggan-pelanggan yang mirip tersebut, data pesanan dari data latih dipilih. Selanjutnya, rata-rata jumlah pesanan per produk oleh pelanggan-pelanggan tersebut dihitung untuk menghasilkan rekomendasi. Informasi produk seperti nama produk kemudian ditambahkan ke dalam Data Frame rekomendasi.

```
Rekomendasi produk untuk customer dengan ID C551551L
  sku_id          sku_name
0  P886455      PS4_Slim-500GB
1  P170108  Noble_Nobel-32-Inch-Black
2  P354092      lenovo_20DF000GUE
3  P505931      Haier_LE 32B8000
4  P572907      lenovo_20EV0002UE
5  P608043      Sony_DZ 950
```

Gambar 7. Hasil rekomendasi

3.6. Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui seberapa baik model dapat memprediksi jumlah pesanan produk pada data uji. Ini dilakukan dengan membandingkan prediksi model dengan jumlah pesanan sebenarnya dari data uji. Pengukuran kualitas prediksi dilakukan menggunakan metode yang disebut mean absolute error (MAE), yang menghitung rata-rata selisih absolut antara prediksi dan nilai sebenarnya. Dalam praktiknya, kita melihat performa model pada setiap lipatan data uji dalam skema validasi silang. Dalam proses evaluasi ini, kita menggunakan pendekatan berbasis pengguna (user-based), di mana kita melihat kesamaan pola pembelian antar pengguna menggunakan metode cosine similarity. Hasil evaluasi dianalisis untuk mendapatkan gambaran keseluruhan tentang seberapa baik model berfungsi dalam memprediksi pola pembelian pengguna.

```
Fold 1 : 0.33085481916355325
Fold 2 : 0.31605811297313624
Fold 3 : 0.2939323386394641
Fold 4 : 0.3051225702638036
Fold 5 : 0.33549624359287983
Average MAE : 0.3162928169265674
```

Gambar 8. Hasil Uji MAE

Variasi nilai MAE dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk jumlah tetangga terdekat yang dipertimbangkan dalam perhitungan dan jumlah item yang telah atau belum menerima masukan dari pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai MAE yang dicapai dalam penelitian ini dapat dianggap memuaskan, sesuai dengan standar akurasi yang diharapkan, yaitu mendekati nol atau minim kesalahan dengan nilai absolut [9].

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, sistem rekomendasi produk dikembangkan menggunakan pendekatan User-Based Collaborative Filtering. Evaluasi kinerja model dilakukan dengan menggunakan metode Mean Absolute Error (MAE). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mencapai tingkat akurasi yang memuaskan. Pada setiap lipatan (fold) dalam validasi silang, nilai MAE yang tercatat adalah 0,33, 0,31, 0,29, 0,30, dan 0,33. Dengan demikian, rata-rata MAE yang dihasilkan adalah 0,31.

Penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan penggabungan metode Item-Based dengan User-Based serta penambahan algoritma dalam implementasinya.

Daftar Pustaka

- [1] C. S. D. Prasetya, "Sistem Rekomendasi Pada E-Commerce Menggunakan K-Nearest Neighbor," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 3, p. 194, Sep. 2017, doi: <https://doi.org/10.25126/jtiik.201743392>.
- [2] A. Kurniawan, "Sistem Rekomendasi Produk Sepatu Dengan Menggunakan Metode Collaborative Filtering," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 2016, no. Sentika, pp. 610–614, 2016, [Online]. Available: <https://fti.uaiy.ac.id/sentika/publikasi/makalah/2016/92.pdf>.
- [3] K. H. Muliadi and C. C. Lestari, "Rancang Bangun Sistem Rekomendasi Tempat Makan Menggunakan Algoritma Typicality Based Collaborative Filtering," *Techno.Com*, vol. 18, no. 4, pp. 275–287, 2019, doi: 10.33633/tc.v18i4.2515.
- [4] H. Februariyanti, A. D. Laksono, J. S. Wibowo, and M. S. Utomo, "Implementasi Metode Collaborative Filtering Untuk Sistem Rekomendasi Penjualan Pada Toko Mebel," *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 9, no. 1, Jun. 2021, doi: <https://doi.org/10.31294/jki.v9i1.9859>.
- [5] D. R. Pradana, S. Sa'adah, and D. Nurjanah, *Sistem Rekomendasi Sepatu Lokal Menggunakan Metode Collaborative Filtering Pada Toko Sepatu Tarsius Store*, vol. 9, Jun. 2022, ISSN 2355-9365
- [6] Hartatik, S.D.Nurhayati, and W.Widayani, "Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner di Yogyakarta dengan Metode Item-Based Collaborative Filtering," *Journal Automation Computer Information System*, vol. 1, no. 2, pp. 55–63, Nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.47134/jacis.v1i2.8>.
- [7] V. L. Jaja, B. Susanto, and L. R. Sasongko, "Penerapan Metode Item-Based Collaborative Filtering Untuk Sistem Rekomendasi Data MovieLens," *d'ARTESIAN*, vol. 9, no. 2, p. 78, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.35799/dc.9.2.2020.28274>.
- [8] A. Wijaya and Deni Alfian, "Sistem Rekomendasi Laptop Menggunakan Collaborative Filtering Dan Content-Based Filtering," *JURNAL COMPUTECH & BISNIS*, vol. 12, no. 1, pp. 11–27, Jun. 2018.
- [9] A. A. Suryanto, "Penerapan Metode Mean Absolute Error (Mea) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi," *SAINTEKBU*, vol. 11, no. 1, pp. 78–83, Feb. 2019, doi: <https://doi.org/10.32764/saintekbu.v11i1.298>.
- [10] C. Willmott and K. Matsuura, "Advantages of the Mean Absolute Error (Mae) Over The Root Mean Square Error (Rmse) In Assessing Average Model Performance," *Clim. Res.*, no. 30, pp. 79–82, 2005. doi:10.3354/cr030079

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong

Perancangan Ontologi: Pendekatan Representasi Pengetahuan Topeng Bali

Ni Nyoman Sukma Prasetyadewi Gita^{a1}, I Made Widhi Wirawan^{a2}, Cokorda Pramatha^{a3}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana

Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹sukmagita04@gmail.com

²made_widhi@unud.ac.id

³cokorda@unud.ac.id

Abstract

This research aims to design an ontology model representing knowledge concerning Balinese masks, particularly focusing on their functions and uses. The methodology employed encompasses stages including specification, knowledge acquisition, conceptualization, integration, implementation, evaluation, and documentation. Implementation utilized Protégé software, resulting in 7 classes, 8 object properties, 5 data properties, and 26 instances related to Balinese Masks. Testing involved SPARQL queries to retrieve information on Balinese masks based on criteria such as function, motif, name, region, and artist. Test results demonstrate the efficacy of the ontology model in addressing relevant inquiries. This study seeks to offer information and digital documentation on Balinese masks, particularly regarding their function and use, thereby contributing to the preservation of this cultural heritage.

Keywords: Ontology, Topeng Bali, Methontology, Protégé, SPARQL Query

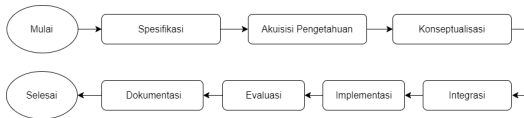
1. Pendahuluan

Indonesia terdiri dari ribuan pulau memiliki berbagai macam suku, ras, adat-istiadat, dan agama serta kebudayaan yang beraneka ragam serta mempunyai ciri khas masing-masing yang unik dan artistik [1]. Bali merupakan salah satu pulau dengan kebudayaannya yang beragam yang lestari hingga kini, kesenian menjadi unsur kebudayaan yang senantiasa mewarnai kehidupan masyarakat Bali. Kesenian sebagai ekspresi budaya mencerminkan respon manusia terhadap alam dan pengalaman hidupnya. Seni Topeng merupakan salah satu dari sekian banyak seni yang ada di Bali. Seni Topeng menjadi kebudayaan bali yang dapat digolongkan menjadi aktivitas kesenian dan hasil karya seni. Digolongkan ke dalam aktivitas seni, topeng termasuk ke dalam seni pertunjukan, sementara dalam hasil karya seni, Topeng termasuk ke dalam seni pahat. Topeng atau biasa dikenal dengan sebutan "tapeh" memiliki karakter, mencakup bentuk visual yang menampilkan bentuk dan ornamen Bali dari hasil perajin atau seniman bali, hal ini menjadi ciri khas pembeda Topeng Bali dengan Topeng lainnya [3]. Topeng Bali merupakan perangkat utama dari drama tari tradisional Bali yaitu tari topeng, penggunaan Topeng ini akan menggambarkan watak dan karakter dari peran yang dibawakan oleh penari, setiap jenis Topeng Bali memiliki fungsi atau penggunaannya, ada yang disakralkan dan ada yang sebagai pementasan [2]. Namun, karena tergerus modernisasi kini masyarakat terkhusus masyarakat Bali kurang memahami fungsi atau penggunaan dari Topeng Bali, masih banyak masyarakat tidak dapat membedakan penggunaan Topeng Bali dalam suatu acara keagamaan atau seni pertunjukan. Selain itu, Topeng Bali cenderung menjadi warisan budaya yang bersifat komunal atau sebagai kepemilikan kolektif. Selain dampak negatif tentu ada dampak positif dari modernisasi ini, kemajuan teknologi dan informasi dapat menjadi solusi untuk permasalahan tersebut. Hakikat tentang keberadaan entitas yang bersifat konkret merupakan sebuah bidang pengetahuan yang disebut ontologi. Hal ini yang nantinya dapat membantu menjaga kelestarian Topeng Bali dengan teknik representasi dan dokumentasi digitalnya akan menghasilkan representasi pengetahuan Topeng bali secara terstruktur, pengintegrasian pengetahuan Topeng

Bali, serta mampu untuk mendokumentasikan dan melestarikan warisan budaya Topeng Bali [4]. *Methontology* dapat diterapkan sebagai metode pengembangan ontologi dengan mendefinisikan konsep-konsep utama, hierarki kelas, properti, dan relasi antar konsep secara terstruktur menggunakan bahasa ontologi seperti OWL (*Web Ontology Language*) [6]. Selain itu, penerapan teknologi Web Semantik seperti RDF dan SPARQL memungkinkan penyimpanan dan akses data ontologi Topeng Bali secara efisien, serta memungkinkan implementasi aplikasi web yang menyediakan pencarian semantik dan visualisasi informasi terkait [5]. Penelitian sebelumnya telah memberikan pemahaman model ontologi untuk berbagai bidang yang mendukung kebudayaan Bali seperti ontologi tujuan wisata Bali (Pramartha, 2020) serta ontologi bahasa Bali (Mahendra, dkk., 2023). Meskipun demikian, penelitian terkait ontologi Topeng Bali masih belum atau jarang dilakukan. Penelitian sebelumnya juga sangat menjelaskan bahwa penerapan *Methontology* dengan pengembangan ontologi dapat merepresentasikan aspek budaya dengan baik. Sehingga dalam penelitian ini akan menerapkan *Methontology* dan Web Semantik dengan menggunakan aplikasi Protégé dalam perancangan modelnya, pengetahuan tentang Topeng Bali dapat direpresentasikan secara terstruktur dan terhubung dengan baik. Hal ini, memungkinkan akses informasi yang lebih mudah, pemahaman yang lebih baik tentang fungsi atau penggunaan dibalik Topeng Bali, serta preservasi budaya yang lebih efektif di era digital. Penelitian ini akan berfokus merepresentasikan Topeng Bali berdasarkan fungsi atau penggunaan dari Topeng Bali, selain hal tersebut adapun variabel pendukung seperti Nama Topeng, Seniman yang pernah membuat Topeng, daerah-daerah pengrajin Topeng Bali, serta motif dari Topeng Bali itu sendiri.

2. Metode Penelitian

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, *Methontology* menjadi metode yang digunakan dalam pembuatan model ontologi. Metode ini digunakan sebagai suatu pendekatan untuk mengembangkan ontologi. Dalam pendekatan ini, gagasan atau konsep yang ingin direpresentasikan diekspresikan terlebih dahulu dalam bentuk seperangkat model konseptual yaitu *Intermediate Representations* atau biasa disebut dengan IR dan nantinya translator akan digunakan untuk menghasilkan ontologi [7]. Terdapat tahapan dari *Methontology* yang digunakan pada penelitian ini terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

2.1. Spesifikasi

Tahapan spesifikasi bertujuan untuk menghasilkan dokumentasi spesifik ontologi dalam berbagai format, baik formal maupun informal, yang dituangkan dalam bahasa natural. Tahap ini menggunakan serangkaian representasi semi formal atau pertanyaan kompetensi sebagai metodenya. [11].

2.2. Akuisisi Pengetahuan

Tahap akuisisi pengetahuan merupakan tahap yang berdiri sendiri dalam proses pembangunan ontologi. Sebagian besar kegiatan pada tahap ini telah diselesaikan bersamaan dengan tahap spesifikasi, dan perannya menjadi berkurang seiring dengan perkembangan dan kemajuan pembangunan ontologi [11].

2.3. Konseptualisasi

Tahap konseptualisasi merupakan pembuatan model konseptual untuk mewakili pengetahuan domain dengan istilah-istilah dari hasil spesifikasi. Tugasnya untuk menyusun *Glossary of Terms* (GT) yang mencakup semua konsep, contoh, kata kerja, dan properti terkait dalam domain tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengumpulkan dan merangkum seluruh pengetahuan domain serta maknanya [12].

2.4. Integrasi

Tahap integrasi melibatkan pertimbangan definisi dari ontologi yang ada dan menyatukannya ke dalam ontologi lain, serta menghindari pembangunan ulang dari awal. Lebih jelasnya saat mengintegrasikan, perlu mempertimbangkan untuk menggunakan kembali definisi yang telah terintegrasi dalam ontologi untuk mempercepat pengembangan [12].

2.5. Implementasi

Tahap Implementasi merupakan tahap yang melibatkan perubahan dan penerapan desain ontologi yang telah dibuat. Proses ini akan menggunakan perangkat lunak Protégé untuk mengimplementasikan desain ontologi yang sudah ada.

2.6. Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan tahap yang melibatkan penelitian secara teknis terhadap ontologi yang dihasilkan, lingkungan perangkat lunak yang digunakan, serta dokumentasi yang disusun. Penilaian ini berkaitan dengan kerangka acuan di setiap tahapan dan antar tahapan dalam siklus hidupnya, proses evaluasi meliputi verifikasi dan validasi. Verifikasi untuk memastikan kebenaran dari dokumentasi, sementara validasi untuk menegaskan kesesuaian ontologi, lingkungan perangkat lunak, dan dokumen dengan sistem yang dimaksud [13].

2.7. Dokumentasi

Tahap dokumentasi adalah dimana informasi direkam ke dalam kode ontologi, teks bahasa alami, dan artikel yang dipublikasikan dalam konferensi dan jurnal. Tahap ini adalah langkah terakhir dalam penelitian yang penting. Langkah ini bertujuan untuk menyusun sebuah dokumentasi tertulis yang diuraikan secara lengkap seluruh aspek penelitian, mulai dari awal hingga tahap evaluasi terhadap ontologi yang telah dibangun, yang kemudian akan dipublikasikan dalam jurnal dan laporan penelitian [13].

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini mengembangkan sebuah representasi ontologi pada ranah atau domain Topeng Bali. Berikut adalah hasil dari setiap langkah atau tahapan dalam *Methodology* penelitian yang diterapkan.

3.1. Spesifikasi

Tahap spesifikasi merupakan tahap dimana dokumen spesifikasi ontologi dapat dibuat dalam berbagai tingkat keformalan, mulai dari informal, hingga formal dengan menggunakan bahasa alami. Hal ini dapat dicapai dengan memanfaatkan konsep representasi sistematis atau dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan untuk menentukan klasifikasi [8].

- | | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| a. Domain | : Topeng Bali |
| b. Tanggal | : 8 Mei 2024 |
| c. Dirancang oleh | : Ni Nyoman Sukma Prasetyadewi Gita |
| d. Diimplementasikan oleh | : Ni Nyoman Sukma Prasetyadewi Gita |
| e. Tingkat formalitas | : Formal |
| f. Ruang Lingkup | : Topeng Bali |
| g. Sumber pengetahuan | : Internet, Buku, dan Jurnal |

3.2. Akuisisi Pengetahuan

Tahap akuisisi pengetahuan adalah upaya dalam memperoleh informasi yang diperlukan dalam pembuatan ontologi. Berikut merupakan langkah-langkah dari akuisisi pengetahuan untuk domain Topeng Bali.

- Melakukan analisis terhadap berbagai jurnal atau artikel ilmiah yang telah diterbitkan sebelumnya terkait penelitian sejenis.
- Melakukan diskusi dan konsultasi dengan para pakar guna mendapatkan pemahaman tentang rancangan struktur dan implementasi dari ontologi yang akan dikembangkan.
- Mengumpulkan informasi mengenai domain Topeng Bali dari berbagai sumber internet, jurnal dan buku.

3.3. Konseptualisasi

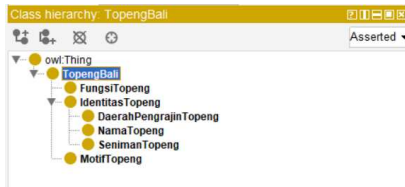
Tahap konseptualisasi merupakan perancangan konsep yang dilakukan untuk menjelaskan secara rinci permasalahan yang dihadapi dan solusi yang ditawarkan. Proses ini akan mencakup pembentukan *class*, *subclass*, *object properties*, dan *data properties* yang terkait dengan ranah atau domain Topeng Bali.

3.4. Integrasi

Tahap integrasi, terdapat evaluasi pada penggunaan ontologi yang telah dirancang sebelumnya, yang terkait dengan domain Topeng Bali. Dengan melakukan evaluasi, diharapkan ontologi yang diperoleh nantinya dapat sesuai dengan kebutuhan serta sesuai dengan preferensi yang diinginkan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengintegrasikan serta menyatukan bagian elemen ontologi yang sudah tersedia untuk memperoleh hasil yang diinginkan, dengan tetap menjaga konsistensi prinsip-prinsip dasar dari ontologi yang telah dibangun.

3.5. Implementasi

Penerapan model atau rancangan ontologi, dalam hal ini peneliti mengembakan ontologinya dengan menggunakan aplikasi Protégé. Protégé merupakan sebuah aplikasi perangkat lunak untuk mendukung pembuatan model ontologi berbasis sistem pengetahuan. Struktur *class* dari ontologi Topeng Bali yang telah dibuat terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Class Topeng Bali

Pada Gambar 2 menjelaskan terdapat 7 *class* yang dimiliki ontologi Topeng Bali. Pada *class* TopengBali terdapat 3 *subclass* yaitu FungsiTopeng, IdentitasTopeng, dan MotifTopeng. Kemudian dalam *class* IdentitasTopeng terdapat 3 *subclass* yaitu DaerahPengrajinTopeng, NamaTopeng, dan SenimanTopeng.



Gambar 3. Object Properties

Pada Gambar 3 menjelaskan terdapat 8 object properties dari domain Topeng Bali yaitu AsalDari yang memiliki inverse BerasalDari, Dibuat dengan inversenya Membuat, MemilikiFungsi dengan inversenya FungsiDimiliki, dan MemilikiMotif dengan inversenya yaitu MotifDimiliki. Object properties ini digunakan sebagai penghubung antara masing-masing individuals.



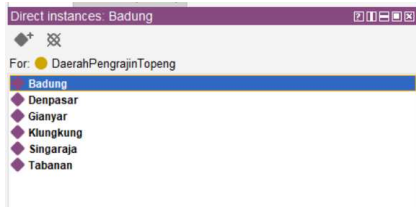
Gambar 4. Data Properties

Pada Gambar 4 menjelaskan terdapat 5 data properties yang digunakan pada pemodelan ontologi Topeng Bali yaitu Daerah, Fungsi, Motif, Nama_Seniman, dan Nama_Topeng. Data properties digunakan untuk menghubungkan individuals dengan nilai dari tipe data seperti string, integer, float dan lainnya.



Gambar 5. Individuals dari class Fungsi

Pada Gambar 5 menjelaskan terdapat dua instances atau individuals kegunaan dari Topeng Bali. Kegunaan tersebut dikelompokkan pada class FungsiTopeng.



Gambar 6. Individuals dari *class* Daerah Pengrajin Topeng

Pada Gambar 6 menjelaskan terdapat 6 kabupaten yang menjadi daerah pengrajin dari Topeng Bali. Nama-nama kabupaten itu dikelompokkan kedalam *class* DaerahPengrajinTopeng.



Gambar 7. Individuals dari *class* Nama Topeng

Pada Gambar 7 menjelaskan terdapat 8 nama-nama topeng yang ada di Bali. *Class* NamaTopeng merupakan pengelompokan dari nama-nama topeng tersebut.



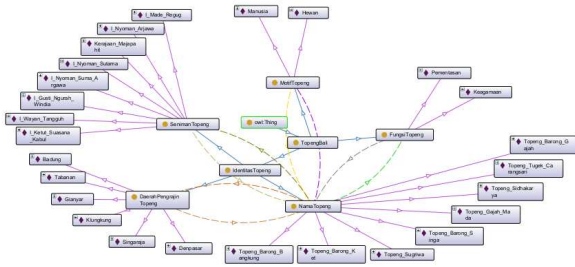
Gambar 8. Individuals dari *class* Seniman Topeng

Pada Gambar 8 menjelaskan terdapat 8 nama-nama seniman pembuat Topeng Bali. *Class* SenimanTopeng merupakan pengelompokan dari nama-nama seniman pengrajin Topeng Bali..



Gambar 9. Individuals dari class Motif Topeng

Pada Gambar 9 menjelaskan terdapat 2 motif dari Topeng Bali yaitu keagamaan atau yang disakralkan dan pementasan atau Topeng digunakan untuk seni pertunjukan. Motif tersebut dikelompokkan ke dalam class MotifTopeng. Dari Gambar 5 hingga 9 class memiliki instances atau individuals nya masing-masing, ini dilakukan untuk memudahkan dalam proses pencarian dengan berdasarkan pada hubungan semantik antara object yang ada pada ontologi [9]. Sehingga nantinya pada *property assertions*, instances atau individual dapat dihubungkan secara semantik dengan object properties dan dapat dihubungkan dengan individuals lain yang terdapat pada class yang berbeda.



Gambar 10. Tampilan Ontograf Ontologi Topeng Bali

Pada Gambar 10 menjelaskan suatu hubungan semantik antara class, object properties, data properties, dan individuals yang sudah dibangun pada ontologi Topeng Bali diilustrasikan secara otomatis pada oleh ontograf, hal ini dikarenakan informasi atau data yang disimpan didalamnya telah tersusun secara terstruktur.

3.6. Evaluasi

Pada tahap evaluasi ini dilakukan pengujian pada pengetahuan ontologi yang telah dibuat sebelumnya. Pengujian ini menggunakan SPARQL query yang terdapat pada aplikasi Protégé. Pengujian ini akan melibatkan beberapa pertanyaan terkait ontologi Topeng Bali yang sudah dibuat sebelumnya, pertanyaan pengujian tersebut terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Pertanyaan Pengujian Ontologi Topeng Bali

No	Pertanyaan
1.	Topeng apa saja yang terdapat di Bali?
2.	Apa saja topeng yang memiliki fungsi keagamaan?

-
3. Siapa seniman dari Topeng Barong Ket?

 4. Apa saja topeng yang berasal dari Gianyar dan memiliki motif Hewan?

 5. Topeng apa saja yang memiliki fungsi pementasan dan memiliki motif Manusia?
-

Pertanyaan 1 adalah meminta untuk memperlihatkan topeng-topeng yang terdapat di Bali. Kemudian dapat dilihat hasilnya pada Gambar 11 menunjukkan nama-nama topeng yang ada di Bali.

```
SPARQL query
PREFIX rdf <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdt <http://www.semanticweb.org/sukmaprasetya/ontologies/2024/4/TopengBali#>

SELECT *
WHERE {?NamaTopeng a rdt:NamaTopeng}

NamaTopeng

Topeng_Sugriwa
Topeng_Barong_Singa
Topeng_Barong_Banglung
Topeng_Tugan_Carangsari
Topeng_Barong_Ket
Topeng_Sidhakarya
Topeng_Gajah_Mada
Topeng_Barong_Gajah
```

Gambar 11. Hasil Query SPARQL Pertanyaan 1

Pertanyaan 2 adalah meminta untuk memperlihatkan topeng apa saja yang memiliki fungsi atau penggunaan untuk upacara keagamaan. Kemudian dapat dilihat hasilnya pada Gambar 12 menunjukkan nama-nama topeng yang memiliki fungsi keagamaan.

```
SPARQL query
PREFIX rdf <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdt <http://www.semanticweb.org/sukmaprasetya/ontologies/2024/4/TopengBali#>

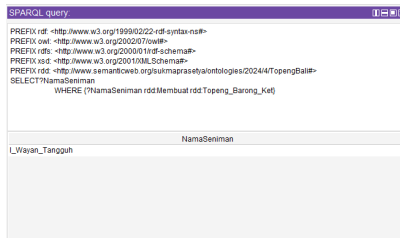
SELECT ?NamaTopeng
WHERE {?NamaTopeng rdt:MemilikiFungsi rdt:Keagamaan}

NamaTopeng

Topeng_Barong_Gajah
Topeng_Barong_Singa
Topeng_Barong_Ket
Topeng_Sidhakarya
Topeng_Gajah_Mada
```

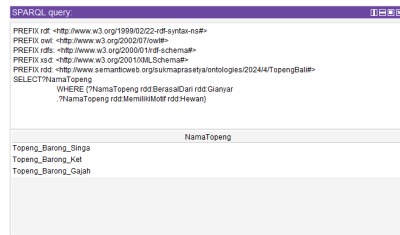
Gambar 12. Hasil Query SPARQL Pertanyaan 2

Pertanyaan 3 adalah meminta untuk memperlihatkan siapa seniman dari Topeng Barong Ket. Kemudian dapat dilihat hasilnya pada Gambar 13 menunjukkan nama seniman Topeng Barong Ket.



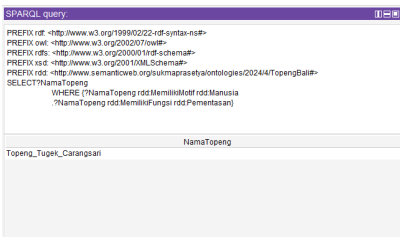
Gambar 13. Hasil Query SPARQL Pertanyaan 3

Pertanyaan 4 adalah meminta untuk memperlihatkan nama-nama topeng yang berasal dari Gianyar serta memiliki motif Hewan. Kemudian dapat dilihat hasilnya pada Gambar 13 menunjukkan nama-nama topeng tersebut.



Gambar 14. Hasil Query SPARQL Pertanyaan 4

Pertanyaan 5 adalah meminta untuk memperlihatkan nama-nama topeng yang berfungsi sebagai seni pementasan serta memiliki motif manusia. Kemudian dapat dilihat hasilnya pada Gambar 13 menunjukkan Topeng Tugek Carangsari sebagai topeng yang berfungsi untuk pementasan dengan motif manusia.



Gambar 15. Hasil Query SPARQL Pertanyaan 5

3.7. Dokumentas

Dokumentasi yang dihasilkan dari penelitian tentang perancangan ontologi Topeng Bali direpresentasikan melalui laporan ini.

4. Kesimpulan

Perancangan model ontologi yang dibangun untuk merepresentasikan Topeng Bali dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Protégé dimana dalam hal ini perancangan model ontologi menggunakan *Methontology* dan menghasilkan 7 class, 8 object properties, 5 data properties, serta 26 instances atau individuals. Pada tahap pengujian atau evaluasi model ontologi yang dibangun diuji dengan menggunakan SPARQL untuk melakukan query dan menemukan data topeng berdasarkan kriteria seperti fungsi, motif, nama, daerah, dan senimannya. Dalam proses evaluasi, ontologi yang dibuat memberikan hasil yang baik serta dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan. Tujuan utama dari pembuatan model ontologi Topeng Bali ini adalah untuk mengumpulkan dan mendokumentasikan secara digital data Topeng Bali beserta dengan informasinya yang dalam penelitian ini lebih difokuskan pada fungsi atau penggunaan Topeng Bali. Sehingga kedepannya diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi dengan baik kepada masyarakat maupun pelaku seni topeng di Bali.

Daftar Pustaka

- [1] N. M. Alif, Syakir, and E. Sugiarto, "Topeng Bali Sebagai Inspirasi Dalam Berkarya Seni Digital Art," *Jurnal Pendidikan Seni*, vol. 11, no.2, pp. 73-84, 2022.
- [2] I. W. Astraguna, "Komunikasi Estetik Dalam Pementasan Tari *Topeng Sidakarya* Pada Praktik Keagamaan Masyarakat Hindu Bali," *Jurnal Ilmiah Komunikasi Hindu*, vol. 4, no.1, pp. 633-651, 2022.
- [3] I. W. Mudra, *TOPENG BALI*. Denpasar: Pusat Penerbitan LP2MPP Institut Seni Indonesia Denpasar, 2021.
- [4] M. A. Al'izza, A. Jazuli, and M. Nurkamid, "Implementasi Teknologi Semantik Web untuk Pencarian Koleksi Perpustakaan Universitas Muria Kudus," *Jurnal Dialektika Informatika (Detika)*, vol. 2, no. 2, pp 56-62, 2022.
- [5] Himawan, T. W. Harjanti, R. Supriati, and H. Setiyani, "Evolusi Penggunaan Teknologi Web 3.0: Semantic Web," *Journal Of Information System, Graphics, Hospitality And Technology*, vol. 2, no.2, pp. 54-60, 2020.
- [6] K. W. Triyoga, D. E. Cahyani, and S. W. Sihwi, "Pembangunan Ontology Berbasis Metode Methontology Untuk Domain Tuberculosis," *Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, vol. 3, no.1, pp. 47-54, 2019.
- [7] H. Jusuf and A. Azimah, "Perancangan Repository Pengetahuan Berbasis Ontology Untuk Mengidentifikasi Tumbuhan Obat Menggunakan Kunci Determinasi", *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*, Nov. 2, 2015.
- [8] M. Wardana, and C. Pramatha, "Development of Semantic Ontologi Modeling in Knowledge Representation of Balinese Gamelan Instruments," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana*, vol. 8, no. 2, pp. 145-152, 2019.
- [9] C. Pramatha, "Pengembangan Ontologi Tujuan Wisata Bali Dengan Pendekatan Kulku Knowledge Framework," *Science and Information Technology (SINTECH) Journal*, vol.3, no. 2, pp. 77-89, 2020.
- [10] I. M. Y. Mahendra, C. Pramatha, I. P. G. H. Suputra, I. M. Widiartha, I. G. A. Wibawa, and I. W. Supriana, "Pengembangan Model Ontologi Pada Sistem Informasi Bahasa Bali," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana*, vol. 11, no. 3, pp. 489-498, 2023.
- [11] I. K. D. Adnyana and I. P. G. H. Suputra, "Perancangan Model Ontologi untuk Sistem Pencarian Sepeda Motor Bekas," *Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya*, vol. 2, no.2, pp. 345-356, 2024.
- [12] k. k. Noviyantia and L. G. Astuti, "Pengembangan Model Ontologi Pada Domain Bimbingan Belajar," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana*, vol. 12, no.1, pp. 135-144, 2023.
- [13] A. A. S. Trisnajayanti, I. P. G. H. Suputra, "Perancangan Model Ontologi pada Sistem Pencarian Informasi Proposal Tugas Akhir Berbasis Web Semantik," *Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya*, vol. 1, no.1, pp. 559-568, 2022

Implementasi Metode Analytical Hierarchy Process dalam Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Karyawan Baru

Ida Bagus Putu Ryan^{a1}, I Made Widiartha^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹rian.putra2003@gmail.com
²madewidiartha@unud.ac.id

Abstract

Decision support system as problem solving for accepting job applicants with objective assessment. This system has the function of getting the best way or solution in providing decisions that require complex calculations, with the best way being provided by mathematical algorithms combined with computing. In this case, the recommendation system will be able to help find a list of permanent employees from a collection of data in the database easily and efficiently. The application of this decision support system cannot be separated from a method that supports it, as applied in this research, namely the Analytical Hierarchy Process (AHP) to run an appropriate algorithm with weighting for many criterias at the system. Using this method to develop a recommendation system will be in accordance with the aim of creating a system for determining decisions for prospective employees in a business element.

Keywords: recommendation system, analytical hierarchy process, applicant, employee, complex calculations, weighting

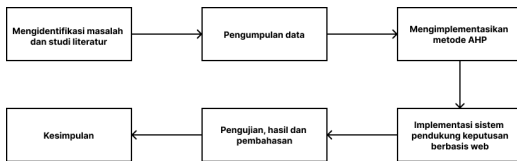
1. Pendahuluan

Suatu perusahaan memiliki berbagai macam komponen penopang dalam bertahan dan berkembangnya kualitas dari perusahaan itu sendiri. Perusahaan tersebut perlu dalam memperhatikan kebutuhan yang semakin meningkat seiring bertambah besarnya cakupan kerja dari perusahaan itu sendiri. Sehingga diperlukan pengelolaan internal perusahaan yang lebih besar agar menciptakan kinerja yang sama atau lebih baik. Dengan terlebih dahulu melihat faktor-faktor penting perusahaan yang paling besar persentasenya untuk mempengaruhi kinerja dari perusahaan itu. Seperti contohnya faktor karyawan yang termasuk ke dalam pilar utama suatu perusahaan untuk bertahan dan berkembang. Dengan menimbang kepuasan kerja karyawan juga mempunyai pengaruh terhadap produktivitas kerja karyawan [1]. Maka dari itu perlu diperhatikan mengenai pengelolaan dari segi manajemen dan penambahan karyawan yang memiliki kapabilitas yang sesuai untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Oleh karena itu perlu dilakukannya pengembangan suatu inovasi yang dapat membantu dan mempermudah pekerjaan dalam mengelola karyawan di suatu perusahaan. Salah satu solusinya adalah dengan mengembangkan sebuah Sistem Informasi Manajemen. Memiliki definisi sebagai platform yang mencerminkan ketersediaan data yang komprehensif yang tersimpan dengan baik, dimaksudkan untuk menyajikan informasi yang mendukung operasional, manajemen, dan proses pengambilan keputusan di suatu organisasi [3]. Dengan secara spesifik berbentuk Sistem Informasi Manajemen Karyawan yang tujuan utamanya adalah mengurus segala sesuatu yang berkaitan dengan karyawan. Dan secara khusus akan dipergunakan sebagai pengelola penerimaan karyawan baru. Solusi yang lebih berkaitan dengan melakukan pengembangan sebuah sistem pendukung keputusan ini perlu diperhatikan metode yang diterapkan dalam pengaplikasiannya, untuk menentukan penerimaan pelamar menjadi seorang karyawan baru dalam suatu perusahaan. Dari metodenya sendiri telah dipilih *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai algoritma perhitungan untuk menentukan keputusan terbaik dari siapa-siapa saja yang nantinya

akan diterima sebagai karyawan baru dalam perusahaan tersebut. Nantinya metode AHP akan memberikan pembobotan pada setiap kriteria penilaian yang telah ditentukan, kemudian dari perhitungan tersebut akan nilai-nilai yang didapatkan oleh setiap pelamar akan diumumkan dan sedemikian rupa sehingga mendapatkan daftar pelamar yang berpotensi besar diterima.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian simulasi pengaplikasian sistem pendukung keputusan dengan metode AHP dan mengimplementasikan sistem informasi manajemen. Dengan menggunakan sebuah alur guna merancang sistem yang baik dan memastikan lancarnya dalam pengembangan sistem tersebut. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Penelitian Terkait

Terkait dengan perancangan sistem pendukung keputusan telah menjadi inovasi membantu menciptakan pilihan terbaik, yang diimplementasikan pada saat situasi tertentu oleh pengembangnya dalam periode waktu yang sebelumnya. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) juga dapat berfungsi sebagai sarana bagi pengambil keputusan untuk menyarankan keputusan yang sesuai berdasarkan penelitian pada berbagai metode, sehingga mengungkapkan beragam dan relevan dari alternatif suatu keputusan [2]. Dalam mengembangkannya Sistem Pendukung Keputusan memiliki beragam metode terkait perhitungan algoritma tertentu untuk mendapatkan hasil keputusan yang paling akurat dan sesuai dengan keinginan dari pengembangnya. Salah satu metode yang biasa diterapkan adalah AHP, atau merupakan singkatan dari *Analytical Hierarchy Process*, adalah sebuah model yang dibuat oleh Thomas L. Saaty sebagai alat pendukung pengambilan keputusan [3]. Proses dari metode ini adalah membuat beberapa macam hirarki-hirarki dari uraian suatu masalah multi kriteria yang kompleks. Dimana multi kriteria tersebut dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang pertama adalah tujuan, selanjutnya adalah berbagai kriteria yang dalam beberapa kasus memiliki subkriteria, sampai pada tingkat yang terakhir adalah alternatif.

2.2. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan mengambil tipe data sekunder yang dikumpulkan melalui beberapa sumber dengan sumber utama sebagai penilaian kriteria diambil dari perusahaan PT. *Wakatobi Dive Resort*. Kemudian untuk sumber lainnya dikumpulkan melalui keggle, github, dan beberapa jurnal terkait. Seluruh data tersebut digunakan untuk keperluan menjadi data latih dan data uji dalam tujuan pengaplikasian dan pengujian metode AHP dalam Sistem Pendukung Keputusan.

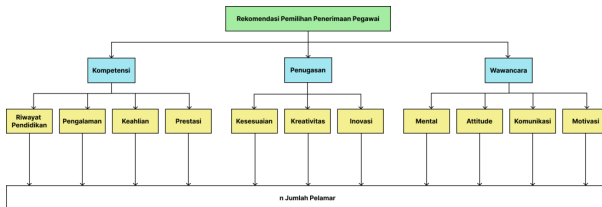
2.3. Implementasi Perhitungan Metode AHP dan Nilai Performanya

Dalam mengimplementasikan metode AHP terdapat indikator yang menjadi penilaian dari hasil pendapat dengan perhitungan skala yang bernilai satu sampai sembilan yang digunakan pada penelitian ini. Skala penilaian tersebut memiliki istilah sebagai Skala Saaty yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Skala Saaty bernilai satu sampai sembilan

Skala	Keterangan
1	Sama pentingnya diantara yang lain
3	Cukup pentingnya diantara yang lain
5	Lebih pentingnya diantara yang lain
7	Sangat pentingnya diantara yang lain
9	Ekstrem pentingnya diantara yang lain
2,4,6	Nilai-nilai yang merepresentasi nilai terdekat diantara dua nilai

Dalam penelitian ini telah merancang diagram hierarki dari metode AHP itu sendiri dengan menimbang berbagai faktor untuk meningkatkan akurasi dari sistem pendukung keputusan penerimaan karyawan baru ini yang dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Diagram hirarki metode AHP dari SPK Penerimaan Karyawan

Dari diagram tersebut dapat dilihat bahwa ada pembagian sejumlah tiga untuk menentukan tingkatan hirarki yang pertama. Pembagiannya adalah Kompetensi atau dengan kata lain yang mewakili CV dari pelamar yang memiliki cakupan seperti sub kriterianya, kemudian ada Penguasaan dimana saat mengajukan lamaran akan disediakan suatu penguasaan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu dengan beberapa ketentuan yang menjadi sub kriterianya. Dan yang terakhir adalah Wawancara menjadi tahapan akhir untuk pelamar diterima menjadi karyawan dengan penilaiannya seperti yang ada di sub kriteria di atas. Dan semua perancangan tersebut akan menjadi faktor utama penilaian dan pembobotan untuk metode AHP sebagai algoritma penentu keputusan penerimaan karyawan. Berikutnya akan dilakukannya proses analisa data dengan perhitungan dari beberapa data yang telah didapatkan dengan langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

- Melakukan penentuan terhadap klasifikasi elemen perbandingan antara pasangan kriteria yang telah diberikan. Setelah itu akan dilakukan penentuan matriks dengan nilainya adalah perbandingan berpasangan dengan nilai elemen yang diberikan sesuai Skala Saaty yang ada pada Tabel 1.
- Melakukan proses normalisasi matriks perbandingan berpasangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (1).

$$\alpha_{ik} = \frac{\alpha_k}{\sum_{i=1}^m \alpha_{ik}} \quad (1)$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

- α_{ik} = Nilai dari normalisasi matriks
- α_k = Nilai dari elemen

α_{ik} = Nilai dari setiap elemen yang ada pada satu kriteria
 m = Banyak kriteria yang ada

- c. Untuk tahapan ini akan dilakukan penjumlahan nilai-nilai setiap barisnya kemudian akan dibagi dengan jumlah dari kriteria tersebut, lalu akan mendapatkan nilai bobot kriteria dimana perhitungannya dapat menggunakan rumus seperti berikut (2).

$$w_i = \frac{\sum_{k=1}^m \alpha_{ik}}{m} \tag{2}$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

w_i = Nilai bobot prioritas
 m = Jumlah dari kriteria
 α_{ik} = Nilai dari normalisasi matriks
 m = Banyak kriteria yang ada

- d. Tahapan berikutnya adalah melakukan pengujian terhadap tingkat konsistensi dari seluruh nilai yang diberikan pada matriks perbandingan berpasangan dengan menggunakan rumus perhitungan seperti di bawah ini (3).

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \tag{3}$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

CI = Nilai indeks konsistensi
 n = Nilai ukuran matriks
 λ_{max} = Nilai dari eigen maksimum

Untuk berikutnya terdapat perhitungan dari nilai eigen dari setiap kriteria dengan menggunakan rumus sebagai berikut (4).

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^m \alpha_{ik}}{w_k} \tag{4}$$

Yang berikutnya adalah perhitungan untuk menentukan rasio konsistensi dengan cara menggunakan rumus di bawah ini (5).

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{5}$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

CR = Nilai rasio konsistensi
 CI = Nilai indeks konsistensi
 RI = Nilai *random index*

Untuk *random index* sendiri dapat menggunakan nilai-nilai dari Alonso-Lamata RI Values dengan isi dari nilainya dapat dilihat dari Tabel 2 di bawah ini.

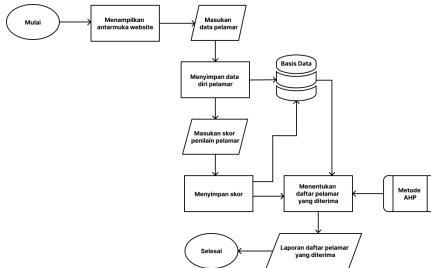
Tabel 2. Nilai-nilai Alonso-Lamata RI

Nilai Matriks	Alonso-Lamata RI Values
3	0,5245
4	0,8815
5	1,1086
6	1,2479

- e. Kemudian nilai matriks akan dilakukan penilaian berdasarkan dari konsistensinya, apabila nilai rasio konsistensi (CR) kurang dari 0,1. Jika nilainya melebihi maka dinyatakan tidak konsisten dan diperlukan penilaian ulang dari matriks tersebut.

2.4. Analisis Data dan Desain Sistem

Kemudian dari tahapan pengumpulan data dan pemahaman tahapan perhitungan metode AHP dalam pengembangan sistem pendukung keputusan dapat dirancang *flowchart* sistem yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. *Flowchart* Sistem Informasi Manajemen dan Pendukung Keputusan.

Diperlukannya beberapa orang yang menjadi *master data* atau *admin* dari perusahaan untuk mengatur dan mengelola data karyawan. Peran tersebut dapat dilakukan oleh HRD ditambah juga diperlukannya memasukan penilaian terhadap seluruh pelamar berdasarkan beberapa kriteria dan subkriteria penilaian yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam hal ini pada diagram di atas akan lebih memetakan alur kerja sistem yang dimulai dari menampilkan antarmuka website yang hanya bisa diakses oleh *admin*, jika ingin menggunakan SPK akan perlu memasukan beberapa data yang terkait dengan penilaiin kriteria pelamar. Selanjutnya kedua data tersebut disimpan ke dalam basis data yang telah dirancang, kemudian setelahnya algoritma metode AHP akan melakukan perhitungan sehingga didapatkan laporan dari beberapa daftar karyawan baru yang telah lolos tahap seleksi.

2.5. Tahapan Pengujian dengan *Black Box Testing*

Pengujian termasuk hal yang sangat penting dilakukan dalam perancangan suatu sistem dengan tujuan agar mendapatkan apa yang sesuai dengan rencana dalam membangun Sistem Pendukung Keputusan ini. Pengujian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode *Blackbox Testing* guna mendapatkan hasil pengujian yang baik dan terstruktur. *Blackbox Testing* atau sering disebut juga pengujian kotak hitam, merupakan suatu metode pengujian yang dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian fungsi sistem berdasarkan masukan dan keluaran yang diamati tanpa memperhatikan struktur internal sistem tersebut. Melalui *Blackbox Testing* memiliki tujuan untuk mengidentifikasi dan mendeteksi berbagai masalah yang mungkin timbul dalam sistem, seperti kesalahan fungsional, ketidaksesuaian antarmuka, dan kesalahan dalam deklarasi [4].

3. Hasil dan Diskusi

Dari seluruh tahapan yang dilakukan untuk penelitian ini dilaksanakan proses perancangan yang menghasilkan luaran beberapa hasil perhitungan yang sesuai dengan rumus-rumus yang ada pada metode AHP. Kemudian hasil-hasil tersebut akan dimasukkan ke dalam sistem sebagai algoritma perhitungan Sistem Pendukung Keputusan. Sehingga didapatkan hasil beberapa sampel pengujian implementasi sistem.

3.1. Pengumpulan dan Proses Data Dengan AHP

Data yang akan ditampilkan disini adalah data yang terlibat untuk proses pembobotan dan penilaian dengan beberapa kriteria yang ditetapkan dalam suatu perusahaan tersebut. Kemudian ini akan menjadi tolak ukur untuk penyeleksian pelamar di dalam sistemnya nanti. Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung pembobotan dari kriteria utama seperti berikut ini.

- a. Proses memberikan nilai matriks perbandingan berpasangan sesuai dengan hasil data yang telah dikumpulkan. Tahapan pertama adalah menjadikan nilai perbandingan yang masuk ke dalam matriks menjadi bentuk desimal. Dengan caranya hanya melakukan pembagian dari nilai yang memiliki perbandingan.

Tabel 4. Matriks perbandingan berpasangan dari kriteria utama

Kriteria	Kompetensi	Penugasan	Wawancara
Kompetensi	1	0.3333333333	0.2
Penugasan	3	1	0.3333333333
Wawancara	5	3	1
Jumlah	9	4.333333333	1.533333333

Tabel 5. Matriks perbandingan berpasangan dari sub kriteria kompetensi

Kriteria	Riwayat Pendidikan	Pengalaman	Keahlian	Prestasi
Riwayat Pendidikan	1	0.1666666667	0.5	0.2
Pengalaman	6	1	4	2
Keahlian	2	0.25	1	0.3333333333
Prestasi	5	0.5	3	1
Jumlah	14	1.916666667	8.5	3.533333333

Tabel 6. Matriks perbandingan berpasangan dari sub kriteria penugasan

Kriteria	Kesesuaian	Kreativitas	Inovasi
Kesesuaian	1	3	2
Kreativitas	0.3333333333	1	0.3333333333
Inovasi	0.5	3	1
Jumlah	1.833333333	7	3.333333333

Tabel 7. Matriks perbandingan berpasangan dari sub kriteria wawancara

Kriteria	Mental	Attitude	Komunikasi	Motivasi
Mental	1	3	0.5	3
Attitude	0.3333333333	1	0.25	2
Komunikasi	2	4	1	5
Motivasi	0.3333333333	0.5	0.2	1
Jumlah	3.666666667	8.5	1.95	11

b. Proses melakukan normalisasi matriks atau dengan kata lain adalah mencari nilai eigen dari masing-masing sub kriteria.

Tabel 8. Hasil perhitungan normalisasi matriks dari kriteria utama

Kriteria	Nilai Eigen	Jumlah	Nilai bobot
Kompetensi	0.1111111111	0.0769230769 0.1304347826	0.3184689706 0.1061563235
Penugasan	0.3333333333	0.2307692308 0.2173913043	0.7814938685 0.2604979562
Wawancara	0.5555555556	0.6923076923 0.652173913	1.900037161 0.6333457203

Tabel 9. Hasil perhitungan normalisasi matriks dari sub kriteria kompetensi

Kriteria	Nilai Eigen	Jumlah	Nilai bobot
Riwayat Pendidikan	0.07142857	0.08695652 0.05882352 0.05660377	0.27381239 0.068453099
Pengalaman	0.42857142	0.52173913 0.47058823 0.56603773	1.98693653 0.496734132
Keahlian	0.14285714	0.13043478 0.11764705 0.09433962	0.48527860 0.121319651
Prestasi	0.35714285	0.26086956 0.35294117 0.28301886	1.25397246 0.313493116

Tabel 10. Hasil perhitungan normalisasi matriks dari sub kriteria penugasan

Kriteria	Nilai Eigen	Jumlah	Nilai bobot
Kesesuaian	0.5454545455	0.4285714286 0.6	1.574025974 0.5246753247
Kreativitas	0.1818181818	0.1428571429 0.1	0.4246753247 0.1415584416
Inovasi	0.2727272727	0.4285714286 0.3	1.001298701 0.3337662338

Tabel 11. Hasil perhitungan normalisasi matriks dari sub kriteria wawancara

Kriteria	Nilai Eigen	Jumlah	Nilai bobot
Mental	0.27272727	0.35294117 0.25641025 0.27272727	1.15480597 0.28870149
Attitude	0.09090909	0.11764705 0.12820512 0.18181818	0.51857945 0.12964486
Komunikasi	0.54545454	0.47058823 0.51282051 0.45454545	1.98340874 0.49585218
Motivasi	0.09090909	0.05882352 0.10256410 0.09090909	0.34320581 0.08580145

c. Tahapan yang terakhir adalah melakukan perhitungan nilai rasio konsistensi untuk mengecek apakah perhitungan nilai kriteria tersebut sudah konsisten dengan syarat

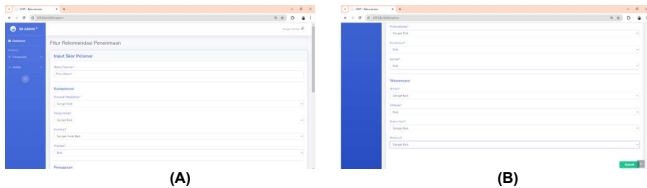
nilainya kurang dari 0,1. Sebelum mendapatkan hasil dari nilai rasio konsistensi, diperlukan terlebih dahulu perhitungan *lambda max*. Kemudian akan dilanjutkan dengan perhitungan *CI* (indeks konsistensi), setelahnya akan dapat dihitung konsistensi rasio dengan membagi indeks konsistensi dengan *random index* sesuai dengan nilai dari Alonso-Lamata RI dan mengikuti dengan jumlah kriterianya. Dengan hasil yang telah konsisten seperti tabel berikut ini.

Tabel 12. Hasil perhitungan Rasio Konsistensi

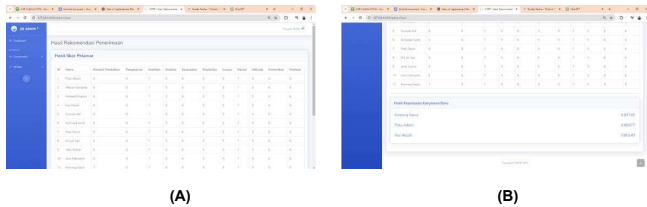
Perhitungan	Kriteria Utama	Subkriteria Kompetensi	Subkriteria Penugasan	Subkriteria Wawancara
CR	0.0527	0.0186	0.0623	0.027

3.2. Implementasi Sistem

Pada bagian ini merupakan hasil setelah dilakukannya implementasi dalam bentuk website dan digabungkan dengan algoritma yang berasal dari metode AHP. Pengembangan sistem ini menggunakan *framework* dari bahasa pemrograman PHP yaitu Laravel. Kemudian didapatkan hasil-hasil seperti gambar-gambar di bawah ini, dan nantinya akan dilakukan pengujian berdasarkan dengan *Blackbox Testing*.



Gambar 4. (A) Halaman pengisian form penilaian pelamar pertama, (B) Halaman pengisian form kedua



Gambar 5. (A) Halaman hasil dari penilaian, (B) halaman hasil daftar pelamar yang diterima

Tabel 13. Pengujian semua tahapan dari penggunaan sistem

Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Keterangan
Admin memasukan seluruh data pelamar	Berhasil memasukan data berupa nama pelamar ke dalam database	Sesuai
Admin memberikan nilai pada setiap aspeknya, di rentan periode waktu tertentu	Berhasil memasukan seluruh data penilaian ke dalam database	Sesuai
Sistem menghitung skor dan memberikan daftar karyawan baru yang diterima	Berhasil menghitung skor secara otomatis dan menampilkan daftar karyawan baru dengan nilai tertinggi	Sesuai

4. Kesimpulan

Dari pengembangan Sistem Pendukung Keputusan dengan mengaplikasikan algoritma perhitungan dari metode Analytical Hierarchy Process (AHP), didapatkan hasil pembobotan yang terkategori baik dan konsisten. Dengan menganalisis berbagai macam ketentuan untuk menjadi karyawan baru, kemudian didapatkan pembobotan dari perhitungan AHP dari kriteria utama seperti kompetensi bernilai 0.106 diikuti sub kriteria yang diantaranya riwayat pendidikan bernilai 0.068, pengalaman bernilai 0.496, keahlian bernilai 0.121, dan prestasi bernilai 0.313. Selanjutnya pada kriteria utama yaitu penugasan memiliki bobot 0.260, diikuti dengan sub kriterianya yaitu kesesuaian bernilai 0.524, kreativitas bernilai 0.141, dan inovasi bernilai 0.333. Lalu kriteria utama yang terakhir adalah wawancara dengan bobot 0.633, diikuti dengan sub kriterianya mental bernilai 0.288, attitude bernilai 0.129, komunikasi bernilai 0.495, dan paling akhir adalah motivasi bernilai 0.085. Selanjutnya setelah didapatkan hasil dari pembobotan tersebut dilakukan implementasi ke dalam website yang didapatkan hasil uji seluruh fiturnya berjalan dengan baik sesuai hasil yang diharapkan. Dari seluruh hasil penelitian didapatkan bahwa pengembangan sistem telah sesuai dan berhasil diterapkan dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Andriani, M., & Andriani, N. Y. (2021). Pengaruh Motivasi Dan Kepuasan Kerja Terhadap Peningkatan Produktivitas Kerja Karyawan Pada Divisi Pu Midsole PT. Pratama Abadi Industri (Jx). *Jurnal Mahasiswa Manajemen*, Vol. 2(2), 98-116. <https://journal.stiepasim.ac.id/index.php/JMM/article/download/217/198/204>.
- [2] D. Kurnia, "Rekrutmen Karyawan Baru Berbasis Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)," *J. Teknoif Tek. Inform. Inst. Teknol. Padang*, vol. 9, no. 2, pp. 64–72, Oct. 2021, doi: 10.21063/JTIF. 2021.V9.2.64-72.
- [3] I Made Rian, I Gusti Ngurah Anom, "Implementasi Metode AHP Pada Sistem Pendukung Keputusan Gaji Bonus Karyawan di PT Sadhana Adiwidya Bhuana," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayanap-ISSN: 2301-5373 Volume 12, No 3. Februari 2024*.
- [4] M. Yanto, "Sistem Penunjang Keputusan Dengan Menggunakan Metode Hap Dalam Seleksi Produk," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 3, no. 1, pp. 167–174, 2021, doi: 10.47233/jteksis. v3i1.161.
- [5] N. Permatasari, R. W. S. Insani S.Kom., M.Cs, and A. C. Siregar S.Kom., M.Cs, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lokasi Strategis Usaha Warung Kopi Berbasis Web Menggunakan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process) dan SAW (Simple Additive Weighting) (Studi Kasus: Kelurahan Sungai Bangkok)," *Digit. Intell.*, vol. 2, no. 2, p. 85, Apr. 2022, doi: 10.29406/diligent. v2i2.3297.
- [6] S. R. Yulistina, T. Nurmalia, R. M. A. T. Supriawan, S. H. I. Juni, and A. Saifudin, "Penerapan Teknik Boundary Value Analysis untuk Pengujian Aplikasi Penjualan Menggunakan Metode Black Box Testing," *J. Inform. Univ. Pamulang*, vol. 5, no. 2, p.

Analisis Sentimen Ulasan Aplikasi GoTube Menggunakan *Naive Bayes* Berbasis *Particle Swarm Optimization*

Maedeli Tiffany Kariesta Simatupang^{a1}, I Putu Gede Hendra Suputra^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹adelsimatupang26@gmail.com
²hendra.suputra@gmail.com

Abstract

This research employs the sentiment analysis of GoTube application reviews using Naive Bayes based on Particle Swarm Optimization (PSO). The study focuses on addressing the challenge of efficiently managing and analyzing user comments in the development of the GoTube application. By implementing automated sentiment analysis using text mining techniques, developers can enhance user experience and save resources. The methodology involves data collection, preprocessing, feature extraction using TF-IDF, classification using Naive Bayes, and evaluation with various parameters. Additionally, Particle Swarm Optimization is utilized for feature selection to enhance the performance of the Naive Bayes Classifier. The study aims to contribute to the improvement of GoTube's service quality and user satisfaction.

Keywords: *Sentiment Analysis, Naive Bayes, Particle Swarm Optimization, GoTube Application*

1. Pendahuluan

Pada era di mana penggunaan internet semakin meluas dan konten video menjadi semakin populer, Media sosial telah menjadi elemen yang sangat penting dalam rutinitas sehari-hari penduduk Indonesia. Masyarakat menggunakan media sosial sebagai alat komunikasi yang beragam untuk berinteraksi dengan orang lain [1]. Munculah aplikasi GoTube salah satu cara berkomunikasi melalui video sebagai alternatif bebas iklan dari platform sejenis seperti YouTube. GoTube menawarkan pengalaman menonton yang bebas gangguan iklan, memungkinkan pengguna untuk menikmati konten video favorit tanpa gangguan yang mengganggu. Dengan fitur-fitur seperti mode malam, pemutaran *pop-up*, dan pembuatan daftar putar yang disesuaikan, GoTube menjadi pilihan utama bagi mereka yang mencari kenyamanan maksimal dalam menonton video secara online. Dalam pengembangan aplikasi GoTube, salah satu tantangan adalah mengelola dan menganalisis komentar pengguna secara efisien. Pengecekan secara manual kurang praktis karena membutuhkan banyak waktu dan sumber daya manusia. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan solusi otomatis yang menggunakan teknik *text mining* dan analisis sentimen. Implementasi fitur ini akan memberikan manfaat bagi pengguna dalam mengeksplorasi komentar pengguna, sementara pengembang akan menghemat sumber daya dan meningkatkan kualitas layanan. Dengan fitur ini, GoTube akan menjadi pilihan utama bagi pengguna yang menghargai kualitas dan inovasi dalam menonton konten video online. Analisis sentimen adalah proses ekstraksi dan identifikasi opini atau sentimen dari teks, kemudian mengelompokkannya menjadi kategori sentimen positif atau negatif [2]. Pada penelitian sebelumnya menganalisis sentimen pada aplikasi Spotify, dengan judul "Peningkatan Layanan Aplikasi Spotify Menggunakan *Naive Bayes*" [3]. Pada penelitian tersebut mendapatkan 61586 ulasan yang diperoleh dari *Kaggle*, dan menghasilkan akurasi sebesar 85%. Adapun penelitian dengan judul "Analisis Sentimen Transportasi Online Menggunakan *Support Vector Machine* Berbasis *Particle Swarm Optimization*" [4]. Penelitian tersebut mengkonfirmasi bahwa pendekatan SVM yang menggunakan optimasi berbasis PSO memberikan tingkat akurasi yang lebih baik, jika hanya menggunakan metode SVM sebesar 95,46% sedangkan SVM-PSO mendapatkan akurasi sebesar

96,04%. Dalam penelitian ini, pemilihan *Naive Bayes* yang berbasis *Particle Swarm Optimization* (PSO) sebagai metode analisis sentimen di GoTUBE didasarkan pada hasil penelitian sebelumnya pada aplikasi lain. Penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat meningkatkan akurasi dibandingkan dengan pendekatan konvensional. Oleh karena itu, penggunaan *Naive Bayes* berbasis PSO diharapkan dapat meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna di GoTUBE.

2. Metode Penelitian

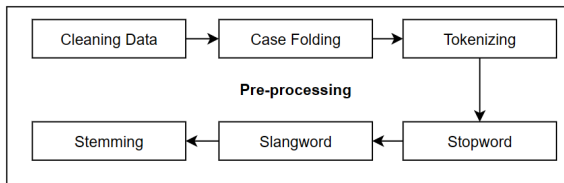
Pada tahap ini, akan diuraikan jalur penelitian yang akan diambil dalam analisis sentimen ulasan aplikasi GoTUBE menggunakan *Naive Bayes* berbasis *Particle Swarm Optimization* (PSO). Data yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari evaluasi dan ulasan tentang aplikasi GoTUBE. Informasi akan dipisahkan menjadi dua segmen, yakni satu untuk proses pelatihan dan yang lainnya untuk proses pengujian, yang akan diklasifikasikan sebagai ulasan yang bersifat positif dan negatif. Output yang diharapkan adalah evaluasi hasil yang meliputi kinerja algoritma *Naive Bayes* tanpa melakukan seleksi fitur, dan kinerja algoritma *Naive Bayes* setelah dilakukan pemilihan fitur menggunakan PSO. Alur penelitian ini terdiri dari dua jalur yang berbeda: Pada jalur pertama, proses dimulai dengan pengumpulan data, diikuti oleh tahap preprocessing untuk membersihkan dan mempersiapkan data. Langkah berikutnya melibatkan ekstraksi fitur menggunakan metode TF-IDF untuk mengonversi teks menjadi representasi vektor. Setelah itu, dilakukan klasifikasi menggunakan algoritma *Naive Bayes*. Terakhir, model akan diuji menggunakan berbagai parameter untuk evaluasi performa., sedangkan jalur kedua menambahkan langkah seleksi fitur menggunakan *Particle Swarm Optimization* sebelum menjalankan proses klasifikasi dengan menggunakan algoritma *Naive Bayes*, dan kemudian juga dievaluasi menggunakan parameter yang sama.

2.1 Pengumpulan Data

Studi ini memanfaatkan dataset berupa ulasan aplikasi GoTUBE dari PlayStore. Ulasan diambil secara acak menggunakan metode web scraping dengan bantuan alat bawaan Google, yaitu Scraper, yang dijalankan menggunakan bahasa pemrograman Python. Data yang digunakan akan diberi label positif dan negatif berdasarkan rating pada ulasan produk.

2.2 Pre-Processing Data

Dalam kegiatan penambangan teks, Dokumen teks perlu melewati tahap persiapan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Tahapan ini dikenal sebagai *pre-processing* teks, dimana tujuan utamanya adalah mengkonversi data teks yang tidak terstruktur menjadi data yang terstruktur. Dengan *pre-processing*, dataset bisa dibersihkan dari gangguan, ketidakonsistenan, sehingga proses pemrosesan dokumen lebih efisien. [5]. Tahapan preprocessing ini biasanya dilakukan secara berurutan, sesuai dengan gambaran yang diberikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahap Pre-Processing Data

a. Cleaning Data

Langkah ini dilakukan untuk menghilangkan data duplikat, nilai yang hilang, data yang tidak valid, atau noise dari data [6]. Selain itu, atribut-atribut yang tidak relevan untuk klasifikasi, seperti mention, hashtag, dan link, akan dihapus. Tahapan ini dibutuhkan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis adalah bersih dan relevan.. Proses ini penting karena data yang tidak terstruktur atau mengandung noise dapat mempengaruhi hasil analisis. Oleh karena itu, dengan membersihkan dan mempersiapkan data dengan baik, hasil klasifikasi dapat menjadi lebih akurat dan dapat diandalkan.

b. Case Folding

Langkah selanjutnya dikenal sebagai proses case folding, di mana seluruh karakter dalam teks diubah huruf kecil. Tujuannya adalah untuk menjaga konsistensi dalam pemrosesan teks, sehingga tidak ada perbedaan dalam analisis berdasarkan perbedaan huruf besar dan kecil.

c. Tokenizing

Langkah selanjutnya adalah tokenisasi yang bertujuan untuk memecah teks menjadi potongan-potongan kalimat atau kata-kata terpisah. Proses ini penting karena memungkinkan analisis lebih lanjut terhadap setiap unit teks secara terpisah, sehingga mempermudah pemrosesan dan pemahaman terhadap isi teks secara keseluruhan.

d. Stopword

Setelah tahap tokenizing, setiap kata berdiri sendiri. Namun, ada kata-kata seperti "ini", "itu", "adalah", yang tidak memberi makna penting dalam menentukan ciri dokumen. Kata-kata ini disebut stop word. Proses menghapus stop word disebut stopword removal, yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas analisis dan mengurangi fitur yang tidak relevan dalam model.

e. Slangword

Langkah berikutnya adalah slangword, yang bertujuan untuk menggantikan kata-kata slang dengan bentuk yang sebenarnya. Ini dilakukan untuk memastikan konsistensi dan kejelasan dalam data, serta untuk menghindari ambiguitas yang dapat mempengaruhi analisis.

Tabel 1. Contoh Slangword

Sebelum Slangword	Susudah Slangword
bgss	bagus
mntp	mantap
benerin	benarkan
tdk	tidak

f. Stemming

Tahap terakhir dalam proses preprocessing adalah stemming, yang memiliki tujuan untuk menghapus sufiks, prefiks, dan konflikts dari kata-kata dalam teks, mengubahnya menjadi bentuk dasarnya. Dalam Bahasa Indonesia, stemming penting sebelum *text mining* karena Bahasa Indonesia memiliki afiks yang membuat kata dasar bervariasi. Contohnya, sufiks seperti "-an", prefiks seperti "per-", dan konflikts seperti "ke-...an". Ini membuat pencarian kata dasar sulit.

2.3 Pembobotan Kata

Pemberian bobot kepada setiap kata adalah bagian dari proses term weighting yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan analisis sentimen dalam kegiatan penambangan teks. [4]. TF-IDF, sebagai metode pembobotan term yang sering digunakan, kerap dipilih sebagai alternatif

yang umum. Dalam skema TF-IDF, bobot term dalam sebuah dokumen dihitung berdasarkan frekuensi kemunculan kata (Term Frequency, TF) dan inversenya dari frekuensi kemunculan kata tersebut di seluruh dokumen (Inverse Document Frequency, IDF). Dalam tahap TF, nilai kemunculan kata dalam dokumen dihitung, sementara pada tahap IDF, nilai kemunculan kata dalam seluruh dokumen dihitung. Nilai IDF berbanding terbalik dengan nilai TF, sehingga semakin sering suatu kata muncul dalam seluruh dokumen, semakin kecil nilai IDF-nya. Persamaan untuk menghitung TF-IDF adalah sebagai berikut: [6].

$$W_{dt} = TF_{dt} \times IDF_{ft} \tag{1}$$

Keterangan:

- W_{dt} = Bobot dokumen ke-d terhadap kata ke-t
- TF_{dt} = Banyaknya kata yang dicari pada sebuah dokumen
- IDF_{ft} = Inverse Document Frequency $\log \frac{N}{df}$

2.4 Particle Swarm Optimization (PSO)

James Kennedy dan Russ Eberhart menemukan *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada tahun 1995. PSO mengambil inspirasi dari pola perilaku sosial yang teramati pada kawanan burung yang terbang secara berkelompok atau gerombolan ikan yang berenang bersama-sama. PSO adalah metode penelitian populasi yang memperbaharui individu-individu populasi pada setiap iterasi. Dalam PSO, setiap partikel mengarah ke dua posisi, yakni posisi terbaik sebelumnya (pbest) dan posisi global terbaik (gbest), dengan tujuan mencapai solusi optimal. Metode ini diterapkan untuk meningkatkan ketepatan atribut dalam metode Naive Bayes. [5]

$$v_i(t) = v_i(t-1) + c_1r_1(X_{pbesti} - X_{i(t)}) + c_2r_2(X_{gbest} - X_{i(t)}) \tag{2}$$

$$X_i(t) = X_i(t-1) + v_i(t) \tag{3}$$

Keterangan:

- $v_i(t)$ = Kecepatan partikel i saat iterasi t
- $X_i(t)$ = Posisi partikel i saat iterasi t
- c_1 dan c_2 = Learning rates untuk kemampuan individu dan pengaruh sosial
- r_1 dan r_2 = Bilangan random yang berdistribusi uniformal dalam interval 0 dan 1
- X_{pbesti} = Posisi terbaik partikel
- X_{gbest} = Posisi terbaik global

2.5 Naive Bayes

Naive Bayes ialah sebuah metode klasifikasi yang sederhana dan efisien, terutama pada klasifikasi teks, dan sering digunakan karena performanya yang baik. Namun, metode ini memiliki Salah satu kelemahan PSO yaitu kepekaannya terhadap pemilihan fitur. Jumlah fitur yang berlebihan dapat meningkatkan waktu komputasi dan bahkan mengurangi akurasi klasifikasi. Klasifikasi Bayes, yang menggunakan Teorema Bayes sebagai dasar, merupakan sebuah teknik yang dapat mengklasifikasikan data dengan ketepatan golongan tinggi dan efisiensi baik, terutama saat diterapkan pada dataset yang besar. Di bawah ini adalah formula dari Teorema Bayes [1].

$$P(H|X) = \frac{p(X|H) \times p(H)}{p(X)} \tag{4}$$

- $P(H|X)$ = Probabilitas hipotesis H berdasar kondisi X (*posteriori probability*)
- $P(X|H)$ = Probabilitas X berdasar kondisi pada hipotesis H
- $P(H)$ = Probabilitas hipotesis H (*prior probability*)
- $P(X)$ = Probabilitas dari X

2.6 Performance Evaluation Measure (PEM)

Penilaian Kinerja (PEM) adalah langkah yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja suatu sistem. Validasi dijalankan dengan membagi dataset menjadi dua bagian: data pelatihan dan data pengujian, menggunakan metode 'train_test_split'. Untuk mengukur akurasi, confusion matrix digunakan seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Confusion Matrix

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

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN}$$

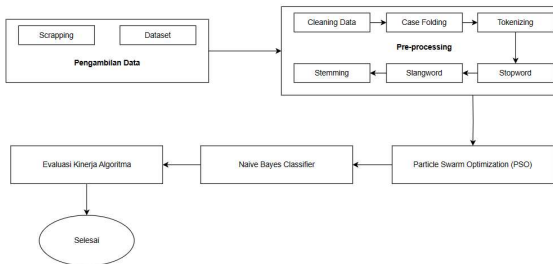
$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

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

3. Hasil dan Pembahasan

Alur penelitian ini dapat direpresentasikan dalam diagram alir, yang memberikan gambaran tentang tahapan yang akan dijalankan dari awal hingga selesai. Dalam diagram alir ini, setiap tahapan penelitian akan dijelaskan secara berurutan, memberikan pandangan umum tentang proses penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir

3.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini memanfaatkan jenis kualitatif yang berasal dari teks ulasan produk yang diselidiki. Data yang dianalisis dalam penelitian ini berdasarkan analisis ulasan aplikasi GoTube yang terdapat di platform *Google Play Store*. Melalui teknik web scraping, data yang dikumpulkan mencakup tanggal, nama pengguna, ulasan, dan rating. Total data ulasan yang berhasil diambil sebanyak 1.060 pada rentang waktu dari September 2023 hingga Mei 2024. Proses labeling dilakukan secara manual dengan membagi ulasan Ulasan dikelompokkan menjadi dua kategori, yakni positif dan negative, berdasarkan skala penilaian yang diberikan oleh pengguna, ulasan dengan rating 4-5 dikategorikan kelas positif, sedangkan rating 1-2 dikategorikan kelas negatif..

score	content	Label	
0	5	Bagus but ada bug kek tekeluar, pop up nya ila...	Positif
1	5	Gotube memang tidak mengecewakan mantap benar,...	Positif
2	2	Mengapa tampilan awal GoTube sekarang seperti ...	Negatif
3	5	Lebih asik dengerin music ,bebas iklan yg meng...	Positif
4	1	Aplikasi apa sih ini gak jelas banget katanya ...	Negatif
...
1055	1	Sangat kecewa sekali dengan perubahan gotube.....	Negatif
1056	5	Wow sangat mudah dan gampang.. Tidak ada kenda...	Positif
1057	1	Kenapa daftar putar video saya malah tidak mun...	Negatif
1058	1	Kenapa setiap putar lagu yg di pilih nanti nexn...	Negatif
1059	5	Bagus dan saya merasa terhibur serta memang ta...	Positif

1060 rows x 3 columns

Gambar 3. Ulasan GoTube

3.2 Pre-Processing

a. **Cleaning Data**

Proses ini melibatkan pembersihan data dari duplikat, nilai yang hilang, data tidak valid, atau noise, serta penghapusan atribut yang tidak relevan seperti mention, hashtag, dan link.

Tabel 3. Cleaning Data

Data Awal	Cleaning Data
Bagus banget kok, heran banget sama yang ga bilang bagus padahal pertama ak download ini apk tahun 2023 sampe skrg ga ad bedanya masih bagus bngt	Bagus banget kok heran banget sama yang ga bilang bagus padahal pertama ak download ini apk tahun sampe skrg ga ad bedanya masih bagus bngt

b. **Case Folding**

Selanjutnya merupakan *Case Folding*, yakni merubah huruf kapital ke huruf kecil.

Tabel 4. Case Folding

Cleaning Data	Case Folding
Bagus banget kok heran banget sama yang ga bilang bagus padahal pertama ak download ini apk tahun sampe skrg ga ad bedanya masih bagus bngt	bagus banget kok heran banget sama yang ga bilang bagus padahal pertama ak download ini apk tahun sampe skrg ga ad bedanya masih bagus bngt

c. **Tokenizing**

Berikutnya proses *Tokenizing* dimana membuat teks menjadi potongan kata.

Tabel 5. Tokenizing

Case Folding	Tokenizing
bagus banget kok heran banget sama yang ga bilang bagus padahal pertama ak download ini apk tahun sampe skrg ga ad bedanya masih bagus bngt	['bagus', 'banget', 'kok', 'heran', 'banget', 'sama', 'yang', 'ga', 'bilang', 'bagus', 'padahal', 'pertama', 'ak', 'download', 'ini', 'apk', 'tahun', 'sampe', 'skrg', 'ga', 'ad', 'bedanya', 'masih', 'bagus', 'bngt']

d. Stopword

Lalu proses *Stopword* yaitu menghilangkan kata yang tidak memiliki makna ataupun tidak berpengaruh pada hasil akurasi

Tabel 6. Stopword

Tokenizing	Stopword
['bagus', 'banget', 'kok', 'heran', 'banget', 'sama', 'yang', 'ga', 'bilang', 'bagus', 'padahal', 'pertama', 'ak', 'download', 'ini', 'apk', 'tahun', 'sampe', 'skrg', 'ga', 'ad', 'bedanya', 'masih', 'bagus', 'bngt']	['bagus', 'banget', 'heran', 'banget', 'ga', 'bilang', 'bagus', 'ak', 'download', 'apk', 'sampe', 'skrg', 'ga', 'ad', 'bedanya', 'bagus', 'bngt']

e. Slangword

Selanjutnya, terdapat tahap slangword, yang bertujuan mengubah kata-kata slang menjadi bentuk yang sebenarnya.

Tabel 7. Slangword

Stopword	Slangword
['bagus', 'banget', 'heran', 'banget', 'ga', 'bilang', 'bagus', 'ak', 'download', 'apk', 'sampe', 'skrg', 'ga', 'ad', 'bedanya', 'bagus', 'bngt']	['bagus', 'banget', 'heran', 'banget', 'enggak', 'bilang', 'bagus', 'aku', 'download', 'apk', 'sampai', 'sekarang', 'enggak', 'ada', 'bedanya', 'bagus', 'banget']

f. Stemming

Proses ini menstandarisasi kata-kata berimbuhan menjadi kata dasar sesuai dengan aturan tata Bahasa Indonesia.

Tabel 8. Stemming

Slangword	Stemming
['bagus', 'banget', 'heran', 'banget', 'enggak', 'bilang', 'bagus', 'aku', 'download', 'apk', 'sampai', 'sekarang', 'enggak', 'ada', 'bedanya', 'bagus', 'banget']	bagus banget heran banget enggak bilang bagus aku download apk sampai sekarang enggak ada beda bagus banget

3.3 Splitting Data dan Pembobotan TF-IDF

Setelah *pre-processing* selesai, langkah berikutnya adalah melakukan klasifikasi menggunakan metode Multinomial *Naive Bayes* dengan menggunakan library MultinomialNB. Data dibagi menjadi dua bagian, di mana 80% digunakan sebagai data latih dan 20% sebagai data uji. Sehingga, terdapat 848 data latih dan 212 data uji.

3.4 Performance Evaluation Measure (PEM)

Tabel 9 Data menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes berhasil mencapai tingkat ketepatan sebesar 83,01%, sedangkan *Naive Bayes* yang telah ditingkatkan dengan PSO berhasil mencapai tingkat ketepatan sebesar 85,37%. Dengan perbedaan 2,36% dalam akurasi, metode *Naive Bayes*-PSO menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan *Naive Bayes* biasa. Penemuan ini mengindikasikan bahwa PSO dapat meningkatkan kinerja *Naive Bayes*, karena PSO mampu mencari parameter terbaik dengan menyesuaikan diri terhadap *local best* serta memperhatikan posisi partikel terbaik secara global. Detail dari *confusion matrix* untuk kedua algoritma dapat ditemukan di Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 9. Hasil pengujian data menggunakan *Naive Bayes* dan *Naive Bayes-PSO*

Algoritma	Accuracy
Naive Bayes	83,01%
Naive Bayes-PSO	85,37%

Tabel 10. Presentase Hasil Pengujian Data Menggunakan *Naive Bayes*

	Precision	Recall	f1-score
Negatif	81%	75%	77%
Positif	84%	88%	86%
accuracy			83%
marco avg	82%	82%	82%
weighted avg	83%	83%	83%

Tabel 11. Presentase Hasil Pengujian Data Menggunakan *Naive Bayes-PSO*

	Precision	Recall	f1-score
Negatif	78%	83%	81%
Positif	90%	87%	88%
accuracy			85%
marco avg	84%	85%	84%
weighted avg	86%	85%	85%

4. Kesimpulan

Secara ringkas, penelitian ini sukses menerapkan analisis sentimen terhadap ulasan aplikasi GoTube memanfaatkan pendekatan Klasifikasi Naive Bayes yang dikembangkan dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan Naive Bayes dengan seleksi fitur PSO berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 85,37%, mengungguli Naive Bayes standar yang hanya mencapai 83,01%. Peningkatan ini menegaskan keefektifan PSO dalam meningkatkan kinerja Naive Bayes. Dengan demikian, peningkatan ini akan membantu memperbaiki pengalaman pengguna dan kualitas layanan dalam aplikasi GoTube.

Daftar Pustaka

- [1] M. Christianto, J. Andjarwirawan, and A. Tjondrowiguno, "Aplikasi Analisa Sentimen Pada Komentar Berbahasa Indonesia Dalam Objek Video di Website YouTube Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier," 2020.
- [2] M. Hermiani *et al.*, "Analisis Ulasan Produk Menggunakan Metode *Naive Bayes Classifier*," *JNATIA*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [3] E. Wahyuni, I. Ketut, G. Suhartana, and B. Jimbaran, "Peningkatan Layanan Aplikasi Spotify Menggunakan Naïve Bayes," 2022.
- [4] V. Kevin, S. Que: Analisis, S. Transportasi, A. Iriani, and H. D. Purnomo, "Analisis Sentimen Transportasi Online Menggunakan Support Vector Machine Berbasis *Particle Swarm Optimization* (Online Transportation Sentiment Analysis Using Support Vector Machine Based on Particle Swarm Optimization)," 2020. [Online]. Available: www.tripadvisor.com,
- [5] A. Santoso, A. Nugroho, and A. S. Sunge, "Analisis Sentimen Tentang Mobil Listrik Dengan Metode Support Vector Machine Dan Feature Selection Particle Swarm Optimization," 2022.
- [6] K. Sriwenda Putri, R. Setiawan, and A. Pambudi, "Analisis Sentimen Terhadap Brand Skincare Lokal Menggunakan Naïve Bayes Classifier," 2023.
- [7] M. Christianto, J. Andjarwirawan, and A. Tjondrowiguno, "Aplikasi Analisa Sentimen Pada Komentar Berbahasa Indonesia Dalam Objek Video di Website YouTube Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier," 2020.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong

Perancangan User Interface Aplikasi Layanan Kesehatan Mental Melalui Pendekatan Design Thinking

Ni Made Viona Rara Santhi^{a1}, I Wayan Santiyasa^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹vionararasanthi14@gmail.com
²santiyasa@unud.ac.id

Abstract

Mental health apps have attracted significant attention as a digital solution to address psychological well-being issues. This study aims to design an intuitive and user-friendly interface for a mental health app using a design thinking approach. The methodology used involved five stages: empathy, problem definition, idea development, prototyping, and user testing. Through empathy mapping and interviews with stakeholders, user needs and challenges were identified. Based on these insights, core problems were defined, and idea development techniques were used to generate design concepts. An interactive prototype was developed and evaluated using the System Usability Scale (SUS) method involving 10 participants. The average SUS score of 76.5 indicated good usability and user acceptance. However, user feedback was integrated for further optimization. This study concludes that the design thinking approach effectively facilitated the creation of an intuitive and user-centered interface for a mental health app. Future research can explore the integration of advanced features and evaluate the app's impact on mental well-being outcomes.

Keywords: User Interface, Design Thinking, Mental Health Application

1. Pendahuluan

Kesehatan mental merupakan sebuah konsep yang mencakup kesejahteraan multidimensi individu, meliputi aspek fisik dan psikologis. Konsep Kesehatan mental tidak hanya merujuk pada absensi gangguan mental, tetapi juga mempertimbangkan kemampuan individu dalam mengatasi stres dan tekanan, beradaptasi dengan lingkungan sekitar, membangun hubungan interpersonal yang sehat, serta mengambil keputusan tepat [1]. Dengan demikian, Kesehatan mental menjadi faktor penting yang memengaruhi kualitas hidup dan fungsi optimal individu dalam menjalani kehidupan sehari-hari. Menurut survei Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) yang dilaksanakan pada tahun 2018, diketahui pula gangguan mental emosional pada warga Indonesia dengan lebih dari 19 juta individu yang berusia di atas 15 tahun mengalami kondisi tersebut. Selain itu, data tersebut juga mengungkapkan bahwa sebanyak 12 juta warga pada usia di atas 15 tahun mengalami gejala gangguan mental emosional [2]. Sebuah penelitian yang dilaksanakan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan melalui Sistem Registrasi Sampel pada tahun 2016 mengungkapkan data yang mengkhawatirkan terkait kasus bunuh diri di Indonesia. Setiap tahunnya, terdapat sekitar 1.800 kasus bunuh diri, yang berarti rata-rata terjadi 5 kasus bunuh diri per hari. Dari data tersebut, diketahui bahwa 47,7% dari korban bunuh diri berada dalam rentang usia 10-39 tahun, yang merupakan periode usia anak remaja dan usia produktif [2]. Data tersebut menyoroti urgensi dalam mengatasi masalah kesehatan mental, terutama pada kelompok usia tersebut guna mencegah terjadinya tindakan bunuh diri yang mempengaruhi kehidupan individu dan masyarakat secara signifikan. Gangguan mental dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, faktor aspek biologis atau gangguan mental organik seperti adanya disfungsi sel-sel saraf di dalam otak yang dapat mempengaruhi regulasi fungsi kognitif serta emosional individu, dan faktor psikologis seperti pengalaman traumatis seperti kekerasan fisik yang dapat menimbulkan gejala-gejala gangguan mental pada individu yang mengalaminya [3]. Berdasarkan informasi tersebut, menjadi sangat penting untuk melakukan upaya-upaya

penanganan gangguan kesehatan mental secara dini dengan mempertimbangkan faktor-faktor risiko yang dapat memicu munculnya kondisi tersebut. Untuk mengatasi tantangan dalam penanganan gangguan kesehatan mental, solusi yang ditawarkan adalah perancangan desain antarmuka pengguna (UI) untuk aplikasi layanan kesehatan mental yang efektif dan ramah pengguna melalui metode *design thinking*. Lewat pendekatan metode *design thinking*, proses perancangan aplikasi dimulai dengan fase empati, ideate, dan prototyping. Beberapa penelitian sebelumnya [4] dan [5] menekankan bahwa pendekatan *design thinking* merupakan metode yang tepat untuk menghasilkan solusi inovatif yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dalam rangka menilai kualitas dan kegunaan dari desain UI yang telah dirancang, penulis melakukan evaluasi *usability* dengan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). Hasil evaluasi tersebut akan menjadi masukan penting untuk melakukan penyempurnaan desain dan memastikan bahwa desain akhir memenuhi kriteria *usability* yang optimal.

2. Metode Penelitian

2.1. Design Thinking

Design thinking merupakan sebuah pendekatan metodologis yang berfokus pada pencarian solusi permasalahan yang dihadapi. Metodologi ini terbukti efektif dalam mengatasi permasalahan yang kompleks, tidak terdefinisikan dengan baik, atau belum sepenuhnya dipahami. Kekuatan utama *design thinking* terletak pada kemampuannya dalam memahami kebutuhan manusia yang terlibat secara mendalam, mereformulasikan permasalahan dengan perspektif yang berpusat pada manusia, menghasilkan berbagai ide kreatif melalui sesi curah pendapat, serta mengadopsi pendekatan praktis dengan membuat prototipe dan melakukan pengujian iteratif [6].



Gambar 1. Tahapan Proses Design Thinking

Metode *design thinking* terdiri dari lima tahapan proses yang dapat dilihat pada Gambar 1 yang saling terkait dan berkesinambungan yaitu sebagai berikut.

- a. Empathize, pada tahap ini akan dilakukan riset mendalam untuk memahami kebutuhan pengguna secara komprehensif melalui observasi. Pada tahap empathize dalam proses perancangan aplikasi layanan kesehatan mental, peneliti melakukan observasi dan pengumpulan data melalui wawancara dengan calon pengguna potensial. Wawancara ini dilakukan secara langsung dengan individu yang memiliki pengalaman atau ketertarikan dalam mengelola kesehatan mental mereka. Responden yang diwawancarai berusia diantara 15-49 tahun, dan berasal dari latar belakang yang beragam seperti siswa, mahasiswa, dan pekerja. Dalam wawancara tersebut, peneliti mengajukan serangkaian pertanyaan yang bertujuan untuk mengeksplorasi pengalaman responden dalam mengelola kesehatan mental mereka, tantangan yang dihadapi, kebutuhan yang belum terpenuhi, serta harapan terhadap layanan atau aplikasi kesehatan mental yang ideal.
- b. Define, berdasarkan hasil dari tahap empathize kemudian dirumuskan pernyataan yang menegaskan kebutuhan dan permasalahan yang dihadapi pengguna.

- c. Ideate, tahapan ini melibatkan upaya untuk menantang asumsi-asumsi yang ada dan menghasilkan ide-ide kreatif serta inovatif sebagai solusi potensial untuk permasalahan yang telah didefinisikan sebelumnya.
- d. Prototype, pada tahap ini mulai diciptakan solusi nyata dalam bentuk prototipe.
- e. Test, setelah prototipe dibuat kemudian dilakukan pengujian dengan melibatkan pengguna untuk mendapatkan umpan balik dan evaluasi. Hasil evaluasi ini akan menjadi masukan untuk penyempurnaan lebih lanjut.

2.2. Usability Testing

Pengujian kebergunaan (*usability testing*) merupakan sebuah metode evaluasi yang dilakukan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan suatu desain produk atau sistem oleh pengguna. Praktik ini melibatkan observasi terhadap perilaku dan pengalaman pengguna saat mereka berusaha menyelesaikan tugas-tugas tertentu menggunakan desain yang diuji [7]. *System Usability Scale* (SUS) merupakan sebuah instrumen pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kebergunaan suatu produk yang dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan telah menjadi standar yang diakui secara luas dalam menilai kebergunaan pada berbagai jenis produk, seperti perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), aplikasi seluler (*mobile app*), hingga situs web [8]. *System Usability Scale* (SUS) merupakan metrik yang menggunakan skala *Likert* dengan rentang skor dari 1 hingga 5, di mana 1 mewakili sangat tidak setuju, 2 untuk tidak setuju, 3 untuk netral, 4 untuk setuju, dan 5 untuk sangat setuju. Kuesioner SUS terdiri dari 10 pertanyaan yang disusun secara berurutan sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar Pertanyaan System Usability Scale

No	Pertanyaan
1	Saya merasa akan sering menggunakan sistem ini
2	Saya menemukan sistem ini tidak rumit
3	Saya menilai sistem ini mudah digunakan
4	Saya merasa tidak membutuhkan bantuan teknis untuk dapat menggunakan sistem ini
5	Saya menemukan berbagai fungsi dalam sistem ini terintegrasi dengan baik
6	Saya tidak menemukan adanya ketidakkonsistenan dalam sistem ini
7	Saya merasa orang lain akan cepat memahami cara menggunakan sistem ini
8	Saya merasa sistem ini tidak membingungkan untuk digunakan
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan sistem ini
10	Saya tidak perlu mempelajari banyak hal sebelum menggunakan sistem ini

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Perancangan Sistem

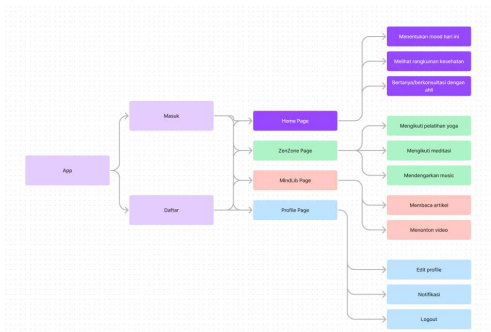
a. Information Architecture



Gambar 1. Perancangan Information Architecture

Information architecture berfungsi sebagai peta atau kerangka kerja yang memandu pengorganisasian konten dan fungsionalitas dalam aplikasi, sehingga pengguna dapat dengan mudah menemukan dan mengakses fitur-fitur yang dibutuhkan.

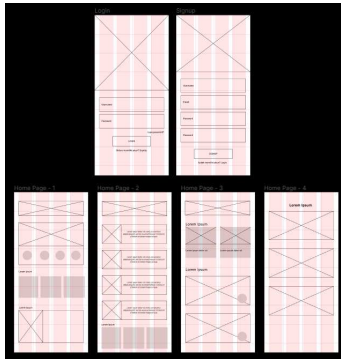
b. Workflow



Gambar 2. Alur Kerja Aplikasi

Alur tersebut menggambarkan langkah-langkah yang harus diikuti pengguna untuk memanfaatkan fitur-fitur utama dalam aplikasi secara efektif.

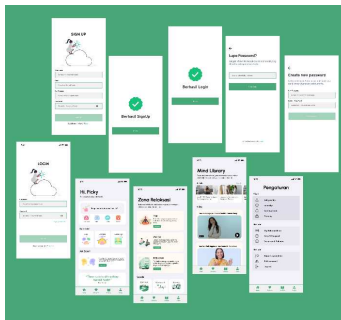
c. Low-Fidelity Wireframe



Gambar 3. Low-Fidelity Wireframe

Low-fidelity wireframe merupakan tahap awal dalam proses desain user interface, di mana tata letak dan elemen-elemen utama direncanakan sebelum dikembangkan menjadi prototipe atau desain akhir yang lebih rinci.

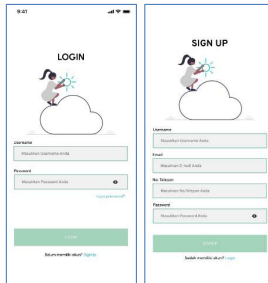
d. High-Fidelity Wireframe



Gambar 4. High-Fidelity Wireframe

Wireframe ini dibuat menggunakan desain high-fidelity untuk memberikan gambaran jelas tentang tampilan aplikasi layanan kesehatan mental dan fungsi keseluruhan aplikasi kepada pengguna.

- Login dan Sign Up



Gambar 5. Tampilan Fitur Login dan Sign Up

Fitur login memungkinkan pengguna pada aplikasi Emo;u untuk membuat akun baru atau masuk ke dalam akun yang sudah terdaftar sebelumnya, agar dapat membuka akses ke beragam fitur yang disediakan aplikasi.

- Home



Gambar 6. Tampilan Fitur Home

Fitur home merupakan tampilan utama aplikasi, di mana pengguna dapat mengakses berbagai layanan dan fitur yang tersedia dalam aplikasi. Pada halaman home terdapat fitur tugas harian untuk mencatat mood pengguna setiap hari, sehingga memungkinkan pengguna untuk secara teratur merefleksikan perasaan mereka dan melacak perubahan suasana hati seiring waktu. Selain itu, pada halaman home juga menyediakan ringkasan tingkat mood, stres, dan kualitas tidur pengguna per bulan. Dan yang terakhir yaitu, fitur ask expert yang memungkinkan pengguna untuk langsung bertanya pada ahli atau konselor dalam bidang kesehatan mental.

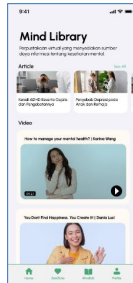
- ZenZone



Gambar 7. Tampilan Fitur ZenZone

Fitur ZenZone atau zona relaksasi merupakan ruang virtual yang dirancang untuk membantu pengguna mengelola stres. Fitur ini menawarkan berbagai macam kegiatan relaksasi seperti yoga, meditasi, daily moves, dan suara atau musik yang menenangkan. Fitur yoga dan meditasi memberikan pengguna latihan fisik dan mental yang dapat membantu menenangkan pikiran. Sementara itu fitur daily moves menyediakan latihan sederhana yang dapat dilakukan setiap hari untuk meningkatkan energi dan kebugaran. Pengguna dapat memilih dari berbagai sesi yang berbeda sesuai dengan preferensi dan kebutuhan.

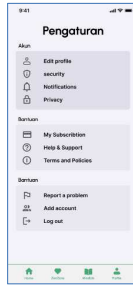
- MindLib



Gambar 8. Tampilan Fitur MindLib

Fitur mindlib atau mind library adalah fitur yang dirancang untuk menyediakan akses mudah dan beragam terhadap artikel dan video yang berkaitan dengan kesehatan mental. Fitur ini bertujuan memberikan dukungan tambahan kepada pengguna.

- Profile



Gambar 9. Tampilan Fitur Profil

Fitur profil berfungsi untuk mengelola pengguna, fitur ini menyediakan pengaturan terhadap akun, yang memungkinkan pengguna untuk mengubah informasi pribadi, seperti nama pengguna, kata sandi, dan preferensi lainnya. Terakhir, fitur profil juga menyertakan opsi untuk *logout*, yang memungkinkan pengguna untuk keluar dari aplikasi dengan aman. Dengan menyediakan akses mudah ke pengaturan akun, sumber daya bantuan, dan opsi *logout*, fitur profil bertujuan untuk meningkatkan pengalaman pengguna

3.2. Test

Langkah terakhir dalam proses pengembangan adalah testing, yang melibatkan evaluasi rancangan desain yang telah selesai dibuat. Dalam proses pengujian ini, terdapat dua tahap yang dilakukan secara berturut-turut. Tahap awal melibatkan pengguna dalam menjalankan sejumlah tugas yang telah ditetapkan. Tujuannya adalah untuk mengukur pemahaman pengguna terhadap desain antarmuka yang telah diimplementasikan dalam prototipe aplikasi. Berikut adalah daftar tugas yang harus diselesaikan pengguna.

Tabel 2. Tugas Pengujian Prototipe

No	Tugas
1	Melakukan proses masuk dan daftar pada aplikasi
2	Melakukan task pencatatan harian mood pada halaman home
3	Melihat halaman zona relaksasi
4	Melihat salah satu artikel pada halaman mindlib
5	Melakukan logout

Selanjutnya, tahap kedua pengguna diminta untuk mengisi kuesioner yang terdiri dari sepuluh pertanyaan. Data yang diperoleh dari tanggapan dan penilaian pengguna akan diolah menggunakan metode *System Usability Scale (SUS)*. Berikut merupakan hasil tanggapan dari kuesioner yang telah dibagikan kepada pengguna.

Tabel 3. Hasil Kuesioner SUS dari Pengguna

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
2	4	1	4	1	2	3	1	3	2	1
3	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
4	4	1	4	1	4	1	4	1	4	3
5	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
6	4	2	4	3	3	2	4	2	3	3
7	4	2	4	2	3	2	4	2	4	3
8	4	2	4	3	4	2	3	3	3	3
9	4	2	4	2	5	3	4	1	3	3
10	5	1	5	2	5	2	3	2	3	3

Tabel 4 merepresentasikan data skor dari kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang telah mengalami proses transformasi nilai. Proses ini melibatkan pengurangan nilai dari setiap pertanyaan ganjil dengan 1, sedangkan untuk pertanyaan nomor genap 5 dikurangi dengan nilai pada pertanyaan. Skor dari setiap responden dijumlahkan untuk menghasilkan nilai.

Tabel 4. Skor Akhir Kuesioner SUS

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Jumlah	Nilai
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
2	3	4	3	4	1	2	0	2	1	4	24	60
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	2	33	82.5
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	75
6	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	26	65
7	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	28	70
8	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	25	62.5
9	3	3	3	3	4	2	3	4	2	2	29	72.5
10	4	4	4	3	4	3	2	3	2	2	31	77.5
SUS Skor											76.5	

Berdasarkan hasil akhir yang didapat, nilai rata-rata skor *System Usability Scale* (SUS) yang diperoleh dari 10 partisipan mencapai angka 76,5. Skor tersebut berada dalam rentang yang diklasifikasikan sebagai tingkat "Acceptable" pada *Acceptability Ranges*, serta termasuk kedalam *Grade Scale* kelas B. Dengan demikian, desain antarmuka aplikasi kesehatan mental ini dinilai layak untuk dilanjutkan ke tahap pengembangan lebih lanjut.

4. Kesimpulan

Melalui penelitian yang telah dilaksanakan dalam merancang antarmuka pengguna untuk aplikasi layanan kesehatan mental dengan menggunakan pendekatan *design thinking*, tahapan-tahapan seperti memahami pengguna, mendefinisikan masalah, mengembangkan ide, membuat

prototipe, dan melakukan pengujian berhasil mengidentifikasi kebutuhan dan preferensi pengguna secara mendalam. Prototipe yang dihasilkan diuji dengan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) dan memperoleh skor rata-rata 76,5 yang mengindikasikan tingkat kebergunaan dan penerimaan yang baik dari pengguna.

Daftar Pustaka

- [1] D. V. Fakhriyani, *Kesehatan Mental*.
- [2] Rokom, "Kemenkes Beberkan Masalah Permasalahan Kesehatan Jiwa di Indonesia," <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/>.
- [3] Tim Promkes RSST - RSUP dr. Soeradji Tirtonegoro Klaten, "Mengenal Gangguan Mental," https://yanke.kemkes.go.id/view_artikel/2697/mengenal-gangguan-mental.
- [4] I. Adhiya Adha *et al.*, "Perancangan Uui/Ux Aplikasi Ogan Lopian Diskominfo Purwakarta Menggunakan Metode Design Thinking," *JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering*, vol. 7, no. 1, 2023.
- [5] Z. , Shafarazaq, V. A. , Bramasta, L. A. , Avdillah, and Y. Sahlia, "Penerapan Metode Design Thinking Dalam Perancangan Uui/Ux Aplikasi Edukasi Dan Konsultasi Kondisi Kesehatan Mental," *Jurnal Rekayasa Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 1, pp. 82–95, 2023.
- [6] Rikke Friis Dam, "The 5 Stages in the Design Thinking Process," <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process>.
- [7] Interaction Design Foundation, "What is Usability Testing?," <https://www.interaction-design.org/literature/topics/usability-testing>.
- [8] J. R. Lewis, "Can I Leave This One Out? The Effect of Dropping an Item From the SUS," 2017. [Online]. Available: <http://www.upassoc.org>.

Case-Based Reasoning untuk Diagnosis Penyakit Campak Menggunakan Metode Bayesian Model

I Wayan Adhi Surya Gemilang^{a1}, I Wayan Supriana^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹cool.gemilang@gmail.com
²wayan.supriana@unud.ac.id

Abstract

In the medical world, measles is an infectious disease that has long been known and is still a global health problem. Measles is divided into two main types, rubeola measles and rubella measles. This study is conducted to build a diagnose system for measles disease with Case-Based Reasoning (CBR). Case-based reasoning (CBR) is a method in artificial intelligence that solves problems by analyzing solutions from similar cases that have occurred before. CBR can eliminate the need to extract models or sets of rules. Knowledge acquisition in CBR is based on a collection of experiences or previous cases. The Bayesian model is used as indexing to find the type of measles CBR in this study. The test was carried out by using 35 cases that were stored in case base and 20 case bases serve as a new case.

Keywords: Case Based Reasoning, Campak, Bayesian Model

1. Pendahuluan

Dalam dunia medis, penyakit campak merupakan salah satu penyakit menular yang telah lama dikenal dan masih menjadi masalah kesehatan global. Campak terbagi menjadi dua jenis utama: campak *rubeola* dan campak *rubella*. Keduanya disebabkan oleh virus yang berbeda dan memiliki karakteristik klinis yang berbeda pula. Campak *rubeola*, juga dikenal sebagai campak merah atau campak biasa, disebabkan oleh virus RNA dari genus *Morbillivirus* dalam keluarga *Paramyxoviridae* [1]. Sementara itu, campak *rubella*, atau disebut juga campak Jerman, disebabkan oleh virus RNA dari genus *Rubivirus* [2]. Penyakit campak, terutama campak *rubeola*, masih menjadi kekhawatiran kesehatan masyarakat di beberapa wilayah di dunia, terutama di negara-negara dengan akses terbatas terhadap vaksinasi. Meskipun campak *rubella* cenderung memiliki dampak yang lebih ringan, penyakit ini tetap menjadi perhatian karena dapat menyebabkan komplikasi serius pada janin jika terjadi pada wanita hamil. Dalam pengaplikasian *Case Based Reasoning* (CBR), pendekatan ini dapat digunakan sebagai metode untuk memecahkan masalah dalam diagnosis dan manajemen penyakit campak. CBR menggunakan pengetahuan dari kasus-kasus sebelumnya untuk menyelesaikan kasus baru yang mirip [4]. Dalam konteks penyakit campak, CBR dapat membantu dokter dalam mengenali gejala, mendiagnosis penyakit dengan lebih akurat, serta merencanakan strategi pengobatan dan manajemen berdasarkan informasi dari kasus-kasus sebelumnya.

2. Metode Penelitian

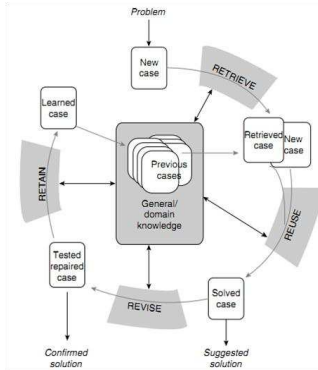
2.1. Data Penelitian

Penelitian ini mendapatkan data dari berbagai sumber seperti buku dan media internet yang berhubungan dengan penelitian yang terkait yang dapat membantu proses penelitian ini.

2.2. Case Based Reasoning (CBR)

CBR merupakan teknik dalam kecerdasan buatan yang memecahkan masalah dengan mempelajari solusi dari kasus serupa yang telah terjadi sebelumnya. CBR menghilangkan keperluan untuk mengekstraksi model atau seperangkat aturan. Pengetahuan dalam CBR berasal dari berbagai pengalaman atau kasus sebelumnya yang telah dikumpulkan. Di sisi lain, CBR masih bisa digunakan untuk berpikir logis meskipun datanya tidak lengkap atau salah [3]. Metode ini berdasarkan pada keyakinan bahwa mengacu pada solusi yang telah berhasil digunakan untuk masalah serupa di masa lalu adalah cara terbaik untuk menyelesaikan masalah baru. Umumnya, langkah-langkah ini terdiri dari empat tahap.:

- a. *Retrieve*, Proses ini melibatkan pencarian dan identifikasi kasus-kasus yang relevan dari basis pengetahuan.
- b. *Reuse*, Proses ini melibatkan penggunaan kembali pengetahuan dan pengalaman dari kasus-kasus sebelumnya untuk memecahkan masalah baru.
- c. *Revise*, Proses ini melibatkan perubahan dan adopsi solusi yang ditawarkan jika perlu.
- d. *Retain*, Pada proses ini, solusi dan informasi yang dihasilkan dari proses CBR dapat disimpan kembali ke dalam *knowledge base*.



Gambar 1. Case Based Reasoning Cycle

2.3. Representasi Kasus

Sebuah kasus bisa diatasi dengan menggunakan kembali kasus-kasus yang telah diatasi sebelumnya. *Frame* adalah representasi kasus yang digunakan pada penelitian ini. Pada Tabel 1 diperlihatkan gejala-gejala umum dari penyakit campak *rubeola* dan campak *rubella* [6].

Tabel 1. Gejala Penyakit Campak

No	Penyakit	Gejala
1	Campak <i>rubeola</i>	Demam tinggi Batuk dan sakit tenggorokan Pilek

No	Penyakit	Gejala
2	Campak <i>rubella</i>	Mata berair dan tampak kemerahan
		Konjungtivitis
		Ruam merah
		Letih, lesu, nafsu makan menurun
		Demam ringan
		Letih, lesu, nafsu makan menurun
		Ruam merah muda
		Nyeri sendi
		Sakit Kepala
		Mata berair dan tampak kemerahan
Pembengkakan kelenjar getah bening di leher		

2.4. Indexing

Indexing adalah proses pengorganisasian data untuk memungkinkan akses cepat dan efisien ke informasi yang relevan. Dalam konteks basis data, *indexing* melibatkan pembuatan struktur data tambahan yang memetakan nilai atau kunci pencarian ke lokasi fisik data yang terkait. *Indexing* digunakan untuk mempercepat operasi pencarian seperti pencarian, penyaringan, atau pengurutan data. Bayesian model adalah metode *indexing* yang diterapkan dalam penelitian ini. Bayesian didefinisikan sebagai hipotesis yang dikenal dengan HMAP atau Hypothesis Maximum Probability menurut persamaan (1)[5].

$$P(C_i|X) = \frac{P(X|C_i)}{P(X)} = \frac{P(X|C_i)P(C_i)}{\sum_{i=1}^n P(X|C_i)P(C_i)} \tag{1}$$

Keterangan:

- $P(C_i|X)$ = Probabilitas hipotesis C_i didasarkan pada kondisi X (*posterior probability*)
- $P(X|C_i)$ = Probabilitas X didasarkan pada kondisi hipotesis C_i
- $P(C_i)$ = Probabilitas hipotesis C_i tanpa mendukung bukti atau *evidence* apapun (*prior probability*)
- X = Data yang memiliki kelas yang belum diketahui
- C_i = Hipotesis data X adalah suatu kelas yang spesifik

2.5. Similaritas

Similaritas dalam *Case-Based Reasoning* (CBR) mengacu pada seberapa mirip atau seberapa dekat sebuah kasus dengan kasus yang sedang dihadapi. Ini adalah konsep kunci dalam CBR karena sistem perlu menemukan kasus-kasus yang mirip dengan masalah yang sedang dihadapi agar dapat menggunakan pengetahuan dari kasus-kasus tersebut untuk menyelesaikan masalah baru. Berikut merupakan rumus perhitungan similaritas pada metode *Case Based Reasoning*:

$$\frac{s_1 x w_1 + s_2 x w_2 + \dots + s_n x w_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} \tag{2}$$

Keterangan:

- s = *similarity* (nilai kemiripan)
- w = *weight* (bobot yang diberikan)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Sistem CBR

Sistem CBR diuji dengan memasukkan kasus baru dan melakukan proses *indexing* menggunakan *Bayesian model*. Contoh kasus baru dapat dilihat pada Tabel 2 jika diasumsikan penyakit tersebut merupakan penyakit campak.

Tabel 2. Contoh Kasus Baru

No Penyakit Gejala	
1	x
	Demam ringan
	Nyeri sendi
	Sakit Kepala
	Mata berair dan tampak kemerahan
	Letih, lesu, nafsu makan menurun

a. Proses *Indexing*

Adapun langkah-langkah proses *indexing* yaitu:

Langkah 1:

Mencari nilai pada setiap kelas yaitu, penyakit campak *rubeola* (C1) dan penyakit campak *rubella* (C2).

$$P(001) = \frac{23}{35} = 0,6571$$

Hasil P(P0001) didapatkan dari total kasus penyakit campak *rubeola* dibagi dengan jumlah seluruh kasus.

$$P(002) = \frac{12}{35} = 0,3428$$

Hasil P(P0002) didapatkan dari total kasus penyakit campak *rubella* dibagi dengan jumlah seluruh kasus.

Langkah 2:

Menghitung nilai $P(x_1, \dots, x_n|C_i)$, dimana X adalah input dari fitur.

Untuk P001:

$$\text{Untuk } P(x_1|P01) = P(\text{Gejala} = \text{Demam ringan}|P001) = \frac{0}{23} = 0$$

$$\text{Untuk } P(x_2|P01) = P(\text{Gejala} = \text{Nyeri sendi}|P001) = \frac{0}{23} = 0$$

$$\text{Untuk } P(x_3|P01) = P(\text{Gejala} = \text{Sakit kepala}|P001) = \frac{10}{23} = 0,4347$$

$$\text{Untuk } P(x_4|P01) = P(\text{Gejala} = \text{Mata berair dan tampak kemerahan}|P001) = \frac{15}{23} = 0,652$$

$$\text{Untuk } P(x_5|P01) = P(\text{Gejala} = \text{Letih, lesu, nafsu makan menurun}|P001) = \frac{23}{23} = 1$$

Untuk P002:

$$\text{Untuk } P(x_1|P02) = P(\text{Gejala} = \text{Demam ringan}|P001) = \frac{12}{12} = 1$$

$$\text{Untuk } P(x_2|P02) = P(\text{Gejala} = \text{Nyeri sendi}|P001) = \frac{12}{12} = 1$$

$$\text{Untuk } P(x_3|P02) = P(\text{Gejala} = \text{Sakit kepala}|P001) = \frac{10}{12} = 0,833$$

Untuk $P(x4|P02) = P(\text{Gejala} = \text{Mata berair dan tampak kemerahan}|P001) = \frac{7}{12} = 0,583$
 Untuk $P(x5|P02) = P(\text{Gejala} = \text{Letih, lesu, nafsu makan menurun}|P001) = \frac{12}{12} = 1$

Perhitungan $P(X|Ci)$
 $P(X|P01) = 0,4347 \times 0 \times 0 \times 0,652 \times 1 = 0$
 $= 1 \times 1 \times 0,833 \times 0,583 \times 1 = 0,485$

Langkah 3:
 Menghitung nilai probabilitas posterior $P(Ci|X)$.

Menghitung $P(X|Ci)P(Ci)$
 $P(X|P01).P(01) = 0 \times 0,6571 = 0$
 $P(X|P02).P(02) = 0,485 \times 0,3428 = 0,166$
 $P(01|X) = \frac{0}{0 + 0,166} = 0$
 $P(02|X) = \frac{0,166}{0 + 0,166} = 1$

Langkah 4:
 Mencari kemungkinan terbesar untuk direkomendasikan atau dipilih sebagai hasil. Nilai tertinggi merupakan hasil penyakit P002 yaitu campak *rubella*.

b. Perhitungan Similaritas

Dari proses *indexing* sebelumnya, bisa disimpulkan bahwa campak yang didiagnosis adalah penyakit campak rubella. Pada proses similaritas ini setiap penyakit P002 akan dibandingkan untuk mencari tahu *case* mana yang memiliki kemiripan dengan *case* yang telah disimpan dalam basis kasus.

Tabel 3. Contoh Proses Similaritas Kasus Baru

No	Gejala	Nilai	Bobot	Similaritas lokal
1	Demam Ringan	1	1	1
2	Nyeri Sendi	1	1	1
3	Sakit Kepala	1	1	1
4	Mata berair dan tampak kemerahan	1	0,5	0,5
5	Letih, lesu, nafsu makan menurun	1	0,5	0,5
6	Ruam merah muda	0	1	0
7	Pembengkakan kelenjar getah bening di leher	0	1	0

Perhitungan similaritas global bisa dilakukan dengan menggunakan persamaan (2).

Similaritas global $= \frac{1 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 0,25 + 1 \times 0,25 + 0 \times 1 + 0 \times 1}{1 + 1 + 1 + 0,25 + 0,25 + 1 + 1}$
 $= \frac{4}{6}$
 $= 0,66$

Hasil dari proses CBR yang dilakukan adalah nilai similaritas sebesar 0.66.

3.2. Analisis Kemampuan Sistem

Pada penelitian ini telah diuji 20 data uji dan *case base* sebanyak 35 basis kasus. Berdasarkan 3 nilai batasan atau *threshold* yang ditetapkan pada saat dilakukannya uji kemampuan dari sistem, hasil dari pengujian tersebut bisa diamati dalam Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Pengujian Akurasi Sistem

Metode	Threshold	Akurasi Sesuai
CBR	≥0,80	30%
	≥0,70	50%
	≥0,60	70%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap system dapat disimpulkan hal-hal berikut, penerapan *Case-Based Reasoning* ini dapat menjadi alat yang sangat efektif dalam membantu diagnosis dan pengobatan penyakit campak. Dalam CBR, kasus-kasus sebelumnya yang terkait dengan penyakit campak dipelajari dan disimpan dalam basis pengetahuan. Namun, kesuksesan CBR dalam diagnosa campak tergantung pada keakuratan dan kelengkapan data yang digunakan untuk melatih sistem. Diperlukan data yang komprehensif dan relevan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan rekomendasi yang tepat. Secara keseluruhan, dengan menggunakan CBR, diagnosis penyakit campak dapat dilakukan secara lebih cepat dan efisien, dengan meningkatkan akurasi diagnosis.

Daftar Pustaka

- [1] Wilder-Smith, A.B. & Qureshi, K. (2020). Resurgence of Measles in Europe: A Systematic Review on Parental Attitudes and Beliefs of Measles Vaccine. *Journal of Epidemiology and Global Health*, doi: 10.2991/jegh.k.191117.001.
- [2] Lambert N, Strebel P, Orenstein W, Icenogle J, Poland GA. Rubella. *Lancet*. 2015 Jul 4;385(9984):2297-307. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60539-0. Epub 2015 Mar 12. PMID: 25777628.
- [3] Wicaksono, B.S., Ramadhony, Ade., dan Sulistiyo, M.D., 2014, Analisis dan Implementasi Sistem Pendiagnosis Penyakit Tuberculosis Menggunakan Metode Case Based Reasoning, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI), ISSN: 1997-5022, Yogyakarta.
- [4] Aamir UB, Badar N, Mehmood MR, Alam MM, Kazi BM, Naeem M, Zaidi SS, Kazi AN. Role of Case Based Reasoning in medical domain: A systematic review. *J Biomed Inform*. 2017 Dec; 76:30-42. doi: 10.1016/j.jbi.2017.10.005. Epub 2017 Oct 17. PMID: 29054751.
- [5] Nurfalinda dan Nikentari, Nerfita, 2017, Case Based Reasoning untuk Diagnosis Penyakit Gizi Buruk pada Balita, *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, ISSN: 2087-5347, Yogyakarta.
- [6] *Perbedaan Campak Biasa Dan Campak Jerman*. Alodokter. (2023, January 24). [https://www.alodokter.com/perbedaan-campak-biasa-dan-campak-jerman#:~:text=Campak%20biasa%20\(rubeola\)%20dan%20campak,orang%20lain%20dan%20menyebabkan%20virus](https://www.alodokter.com/perbedaan-campak-biasa-dan-campak-jerman#:~:text=Campak%20biasa%20(rubeola)%20dan%20campak,orang%20lain%20dan%20menyebabkan%20virus).

Perancangan UI/UX Website Pengenalan Budaya Bali dengan Metode *User Centered Design*

Ida Ayu Made Putri Santiani^{a1}, I Wayan Supriana^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹dayusantiani1234@gmail.com
²wayan.supriana@unud.ac.id

Abstract

Culture is a collection of beliefs and traditions passed down from generation to generation by a group of people. The island of Bali is one of the places rich in culture and traditions. Each district in Bali has its own unique culture and traditions. This cultural diversity and tradition serve as an attraction for domestic and international tourists who want to visit the island of Bali. To help tourists get to know more about Balinese culture and find places to eat according to their preferences, this research aims to develop a website-based application. This website is developed using the User-Centered Design method. This website can be a solution for tourists who want to visit Bali to see local traditions and culture or enjoy the typical dishes found on the island of Bali.

Keywords: *User Centered Design, Budaya Bali, UI/UX*

1. Pendahuluan

Potensi pariwisata Indonesia sangat beragam, dengan setiap wilayah memiliki daya tarik wisata yang unik. Bali, sebagai salah satu wilayah yang kaya akan budaya, menjadi salah satu contohnya [1]. Pulau Bali adalah destinasi pariwisata yang menakjubkan dengan keindahan alamnya dan keberagaman budaya yang unik. Setiap tahun, ribuan wisatawan, baik domestik maupun mancanegara, mengunjungi pulau ini untuk mengeksplorasi keajaiban alamnya, menikmati keramahan penduduknya, dan merasakan kekayaan budayanya. Budaya Bali tidak hanya menjadi daya tarik bagi wisatawan, tetapi juga merupakan warisan berharga yang perlu dijaga dan dilestarikan dari generasi ke generasi. Namun, di era teknologi informasi yang pesat, tantangan muncul dalam mempertahankan dan mengenalkan kekayaan budaya Bali kepada dunia luar. Sebagai upaya mengatasi tantangan tersebut, penelitian terdahulu telah mengembangkan sebuah aplikasi berbasis mobile dengan judul "Aplikasi Pengenalan dan Pelestarian Wisata Kebudayaan Provinsi Bali". Penelitian ini menggunakan metode *Design Thinking* dan *Sistem Usability Scale*, berhasil mencapai skor 75 dari skor maksimal 100, menunjukkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi terhadap aplikasi tersebut. [2] Dalam konteks ini, pengembangan sebuah aplikasi berbasis website menjadi solusi yang tepat untuk mengakomodasi kebutuhan wisatawan dalam mengenal lebih dalam tentang budaya Bali. Dengan menggunakan metode *User-Centered Design*, aplikasi ini akan memberikan informasi yang komprehensif tentang kekayaan budaya Bali serta memberikan pengalaman pengguna yang intuitif dan memuaskan. Melalui pendekatan yang berorientasi pada pengguna, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi panduan yang berguna bagi wisatawan yang ingin menelaajah keindahan dan keberagaman budaya Pulau Bali, serta membantu dalam mempromosikan dan melestarikan kekayaan budaya Bali sebagai warisan budaya dunia.

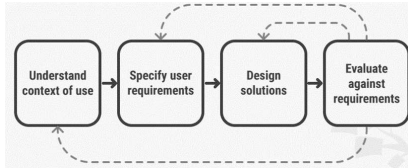
2. Metode Penelitian

Dalam Pengembangan ini Metode yang digunakan adalah Metode *User Centered Design*. Metode UCD digunakan untuk membantu perancangan karena aspek utama dalam UCD adalah keterlibatan pengguna pada keseluruhan proses [3], UCD bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang karakteristik pengguna dan persyaratan sistem. Dalam metode desain yang

berfokus pada pengguna, pengembangan dilakukan secara terstruktur dan bertahap, memerlukan penelitian yang cermat di setiap langkahnya.

2.1 User Centered Design

Dengan metode ini design yang dibuat dengan UCD akan dioptimalkan dan berfokus pada kebutuhan pengguna. Prinsip dari UCD antara lain:

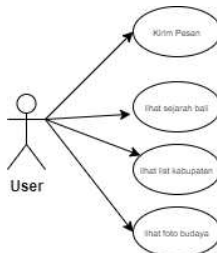


Gambar 1. Metode User Centered Design

- a. *Understand Context of Use*
Specify the context of use dilakukan dengan melakukan identifikasi pengguna yang nantinya akan menggunakan produk yang akan dihasilkan[4].
- b. *Specify user requirements*
Menentukan kebutuhan user (*User Requirements*). Pada tahap ini perancang harus dapat menentukan user di dalam bisnis dan tujuan yang dicapai.
- c. *Design Solutions*
Melakukan perancangan Solusi dari *user Requirement*. Pada Design Solution proses ini akan melewati beberapa tahapan mulai dari konsep kasar, prototype hingga design lengkap.
- d. *Evaluate Against Requirements*
Evaluasi akan dilakukan dengan melibatkan user yang akan menggunakan dan dilakukan dari 1 proses ke proses lainnya.

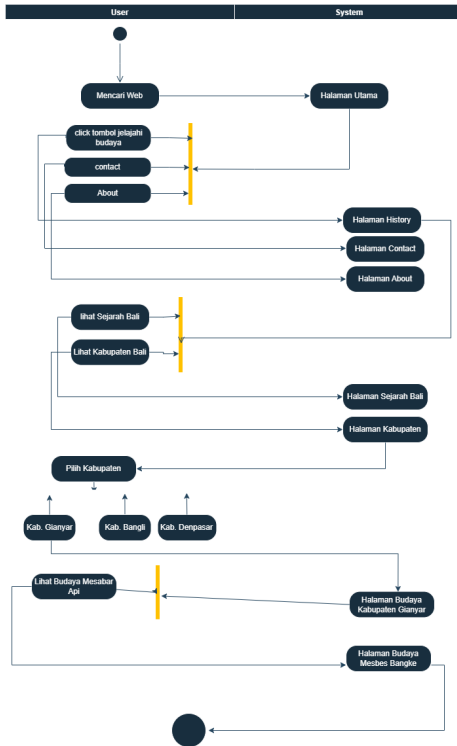
2.2 Unified Modelling Language (UML)

- a. Use Case Diagram



Gambar 2. Use Case Diagram

b. Activity Diagram



Gambar 3. Activity Diagram

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Halaman Utama

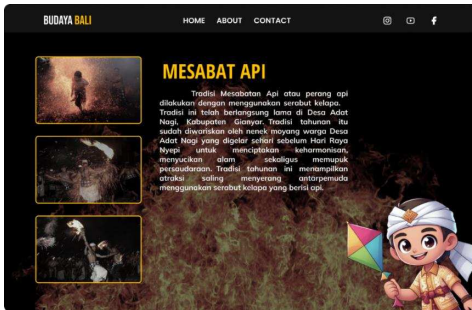
Gambar 4 menampilkan tampilan utama website. Navigasi memungkinkan pengguna untuk mengakses Halaman Tentang dan Halaman Kontak. Pengguna dapat melihat akun media sosial, termasuk Instagram, Youtube, dan Facebook. Kemudian, dengan menekan tombol "Jelajahi Budaya", pengguna akan diarahkan ke Halaman Sejarah.



Gambar 4. Halaman Utama

3.2. Halaman Budaya Mesbes Bangke

Gambar 5 Menampilkan Tampilan Halaman Budaya. Dalam contoh ini, ketika pengguna memilih budaya "Mesabar Api", halaman budaya yang dipilih akan menampilkan foto yang terkait dengan budaya tersebut.



Gambar 5. Halaman Mesbes Bangke

3.3. Halaman About

Gambar 6 Menampilkan Tampilan Halaman Tentang Kami. Yang berisi alasan mengapa website ini dibuat.



Gambar 6. Halaman About

3.4. Halaman Contact

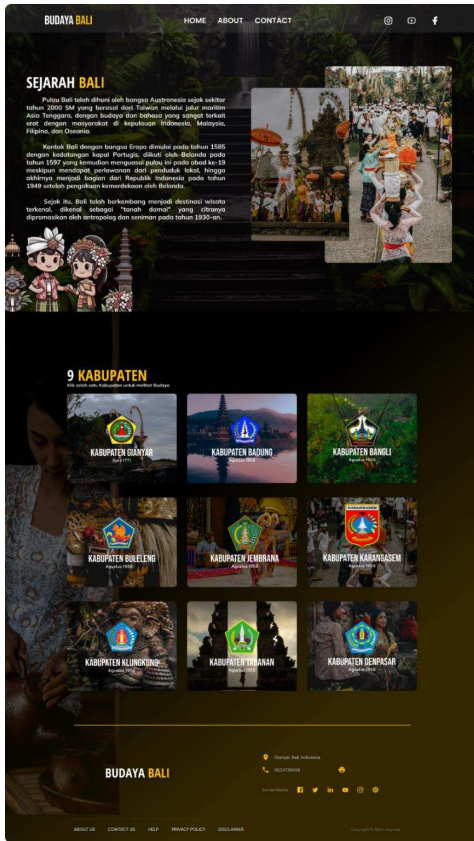
Gambar 7 Menampilkan Tampilan Halaman Kontak . Pengguna dapat mengirimkan pertanyaan terkait website atau budayabali pada email/nomor telpon.



Gambar 7. Halaman Contact

3.5. Halaman Sejarah

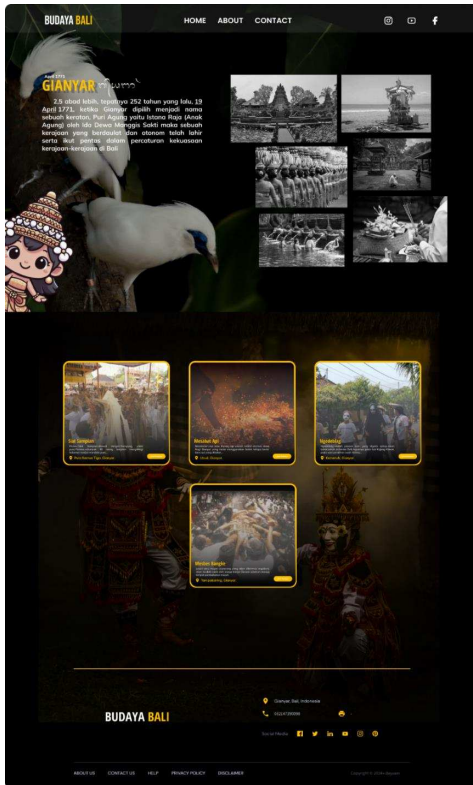
Gambar 8 menampilkan tampilan Halaman Sejarah website. Pengguna dapat melihat dan menekan nama kabupaten yang ingin dijelajahi budayanya, sehingga mereka akan diarahkan ke Halaman Budaya khusus untuk kabupaten tersebut.



Gambar 8. Halaman Sejarah

3.6. Halaman Budaya Kabupaten Gianyar

Gambar 9 menampilkan tampilan Halaman Sejarah website. Pengguna dapat melihat Sejarah kabupaten gianyar. Pengguna dapat melihat Budaya Kaupaten Gianyar dan menekan salah satu budaya yang ingin ditelusuri sehingga akan beralih ke page Budaya tertentu yang ditekan oleh pengguna.



Gambar 9. Halaman Budata Kabupaten Gianyar

3.7. Usability Testing Single Ease Question

Metode SEQ digunakan sebagai langkah awal untuk mengetahui apakah website berjalan sesuai harapan dan mudah digunakan atau tidak.[5]

Tabel 1. Responden

Seberapa mudah Anda menemukan informasi tentang Budaya Bali yang Anda cari di Website ini?	Seberapa mudah Anda menavigasi website ini untuk menemukan konten tentang budaya dan Objek Wisata di Bali?	Seberapa mudah bagi Anda untuk memahami penjelasan tentang Budaya Bali yang disediakan di Website ini?	Seberapa mudah Anda menemukan informasi tentang Objek Wisata di Bali di Website ini?	Seberapa mudah bagi Anda untuk Menemukan Informasi sejarah Bali melalui Website ini?
7	6	6	5	7
4	4	6	5	6
5	5	6	7	6
4	4	7	5	7
7	5	7	5	6
5	5	7	6	7
5	5	7	5	6

Tahap akhir dari penelitian ini melibatkan penjelasan mengenai hasil pengujian usability menggunakan Single Ease Question (SEQ) yang melibatkan 7 responden. Responden diminta untuk menjawab 5 pertanyaan mengenai kegunaan fitur-fitur dari UI/UX Website dengan skala Likert dari 1 sampai 7, di mana 1 menunjukkan sangat sulit dan 7 menunjukkan sangat mudah. Berdasarkan Hasil Perhitungan Mendapatkan Nilai Rata -Rata Sebesar 5,7.

4. Kesimpulan

Pada Penelitian ini fokus utamanya adalah merancang antarmuka dan pengalaman pengguna dengan menggunakan Metode Desain Berbasis Pengguna. Selama proses penelitian, ditemukan bahwa banyak pengguna mengalami kesulitan dalam mencari informasi tentang budaya Bali. Sebagai solusi, sebuah website budaya Bali dirancang dengan harapan dapat membantu pengguna dalam menemukan informasi tersebut. Hasil dari pengujian ketergunaan menggunakan Pertanyaan Kecepatan Tunggal Single Ease Question (SEQ) menunjukkan skor 5,7, yang menunjukkan bahwa situs web ini dapat membantu pengguna dalam menemukan informasi dengan mudah.

Daftar Pustaka

- [1] Kevin Harlim, Nina Setiyawan, "Perancangan User Experience Aplikasi Mobile Majuli Menggunakan Metode Design Thinking," *Journal of Information Technology Ampera*, vol. 3, no. 2 pp. 2774-2121, 2022.
- [2] I Putu Bayu Bimantara, Dian Safira Yusuf., dkk "Aplikasi Pengenalan dan Pelestarian Wisata Kebudayaan Provinsi Bali Berbasis Mobile," *Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 3, pp. pp. 264-273, 2023.
- [3] Rizky Fauziah Lubis, "Perancangan Antarmuka Aplikasi Berbasis Web Menggunakan User Centered Design Dalam Pembelajaran Keragaman Budaya," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol.IV, no. 1, hlm. 1-6, 2017
- [4] Fata Nidaul Khasanah, Syahbaniar Rofiah, dan Ddidid Setyadi, "Metode User Centered Design dalam Merancang Tampilan Antarmuka Ecommerce Penjualan Pupuk Berbasis Website Menggunakan Aplikasi Balsamiq Mockups," *Jurnal Aplikasi Sains dan Teknologi*" vol. 3, no. 2, pp. 14-33, 22019.
- [5] Mardiana Dwi Muliiani, Ismiarta Akniuranda dan Alfi Nur Rusydi "Perancangan Antarmuka Pengguna Sistem Informasi Penilaian Kinerja Guru Menggunakan Human Centered Design (HCD) (Studi Kasus: SMP Islam Sabilurrosyad Malang)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 9, hlm. 2772-2781, 2020.

Evaluasi pada Aplikasi Belajar Programming Menggunakan System Usability Scale

I Komang Bisma Bendesa Jaya^{a1}, Ida Ayu Gde Suwiprabayanti Putra^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹bismabendesa09@gmail.com
²iaguwiprabayantiputra@unud.ac.id

Abstract

In this digital era, using learning applications is an alternative way to master programming. Conventional methods are considered less efficient, so a programming learning application is needed that can be adapted to user needs and provide a satisfactory user experience. Usability is an important factor in determining effectiveness and user comfort level. To meet success, a system or application must meet user expectations and produce a positive user experience. The data collected is primary data of a qualitative nature. To evaluate the system, the system usability scale method is used. The research results show that on average 23 respondents, the system usability scale score is 40 (worst imaginable). This score is still below the average, namely 68, so a redesign is needed to improve the user experience of the system.

Keywords: System Usability Scale, Usability Testing, Web Programming, UI/UX, Learning Programming

1. Pendahuluan

Perkembangan transformasi digital yang terus berubah secara dinamis mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan tenaga ahli di bidang teknologi. Hal ini mendorong banyak individu untuk memperoleh pengetahuan tentang pemrograman, baik melalui pendekatan formal maupun informal. Pembelajaran dalam era digital ini dapat dilakukan secara fleksibel, kapan pun dan di mana pun. Penggunaan aplikasi pembelajaran menjadi salah satu opsi yang bisa digunakan untuk mendalami keterampilan dalam pemrograman. Perkembangan teknologi juga menuntut seorang *programmer* untuk terus belajar agar tidak tertinggal dengan teknologi terbaru. Untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja yang berkompoten dan siap bekerja, diperlukan pelatihan yang intensif untuk mencapai kebutuhan. Namun menjadi seorang penekun di bidang teknologi tidaklah mudah. Banyak tantangan yang harus dihadapi untuk menjadi seorang programmer. Metode tradisional dan konvensional seperti penggunaan buku sudah tidak relevan dan efektif untuk pengajaran dalam pembelajaran programming [1]. Oleh karena itu diperlukan suatu aplikasi belajar programming yang memadai dan sesuai kebutuhan pengguna untuk meningkatkan motivasi pengguna dan kemudahan dalam melakukan pembelajaran. Kepuasan pengguna atau pengalaman pengguna (UX) merupakan aspek yang sangat signifikan dalam sebuah aplikasi. Untuk memenuhi kesuksesan, sistem atau aplikasi harus memenuhi ekspektasi user dan menghasilkan pengalaman pengguna (UX) yang positif [2]. Aplikasi belajar pemrograman menawarkan berbagai kemudahan bagi penggunaannya untuk mempelajari pemrograman. Penggunaan aplikasi belajar pemrograman juga akan membuat kegiatan pembelajaran lebih terstruktur dan lebih mudah. Namun, tidak semua aplikasi belajar programming memiliki tingkat kegunaan yang baik. Usability merupakan faktor penting yang menentukan efektivitas dan efisiensi penggunaan suatu aplikasi. Ada beberapa metode yang bisa dipakai untuk menilai seberapa berguna sebuah sistem, salah satunya adalah skala kegunaan sistem (System Usability Scale/SUS). System Usability Scale adalah Tujuan utama dari system usability scale adalah untuk mengetahui bagaimana persepsi pengguna secara umum terhadap aplikasi yang dinilai. Dalam penelitian ini akan dilakukan evaluasi terhadap sistem aplikasi belajar programming X untuk mengetahui bagaimana persepsi pengguna terhadap aplikasi secara umum. Hasil dari

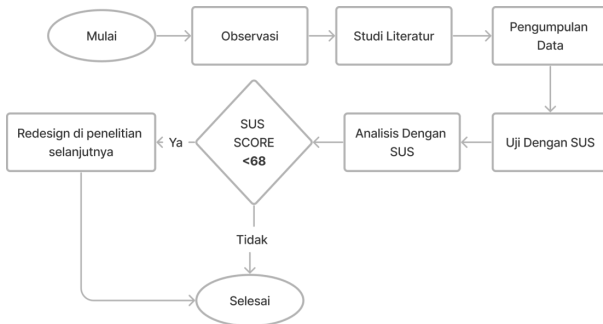
system usability testing ini nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk bahan evaluasi dalam penelitian di masa depan untuk meningkatkan pengalaman pengguna terhadap aplikasi pembelajaran. Penulis berharap dapat memberikan hasil evaluasi sistem aplikasi berdasarkan penilaian pengguna.

2. Metode Penelitian

Fokus penelitian ini adalah pada aplikasi pembelajaran bahasa pemrograman X yang diakses melalui situs web. Evaluasi penelitian didasarkan pada 10 pertanyaan dari skala kegunaan sistem (System Usability Scale/SUS), yang akan diuraikan secara lebih detail. Tahapan penelitian dimulai dari observasi terhadap objek penelitian, studi literatur untuk mendapatkan landasan teori, pengumpulan data kuantitatif dengan penyebaran kuesioner, Uji hasil pengumpulan data dengan *system usability scale*, dan yang terakhir adalah analisis hasil skor. Jika hasil skor yang diperoleh kurang dari 68 maka akan ada redesign pada penelitian selanjutnya, jika tidak maka penelitian akan selesai. Untuk melihat rangkaian penelitian secara menyeluruh, silakan lihat di Gambar 1.

2.1 Observasi

Penelitian dimulai dengan tahap observasi. Pada tahap observasi, objek penelitian menjadi fokus utama dari tahap ini yaitu aplikasi berbasis website belajar programming X. Pada aplikasi X, dilakukan pengamatan terhadap fitur aplikasi, tampilan aplikasi, bagaimana alur dari aplikasi X. Tahap observasi akan menghasilkan beberapa tugas ataupun skenario uji coba untuk user. Skenario ini akan digunakan di tahap pengumpulan data dan akan dijelaskan lebih rinci pada metode pengumpulan data.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.2 Studi Literatur

Langkah kedua dari penelitian ini melibatkan studi literatur. Tahap ini mencakup analisis sejumlah penelitian terdahulu yang membahas topik-topik seperti UI/UX, evaluasi sistem, dan System Usability Scale. Tujuannya adalah untuk membangun landasan teoritis yang kuat sebagai pedoman dalam menjalankan penelitian, sehingga hasil yang didapatkan dapat lebih terstruktur. Studi literatur ini bertujuan untuk mendapatkan referensi tentang proses pengujian System Usability Scale serta metode yang optimal untuk pengumpulan data.

2.3 Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui distribusi kuesioner secara daring, yang berisi serangkaian tugas yang harus dilakukan oleh pengguna dan berisi 10 pertanyaan untuk evaluasi aplikasi dengan *system usability scale* versi standar. Pengguna akan diminta untuk melakukan beberapa tugas yang sudah dibuat pada tahap observasi sebelum mengisi kuesioner. Data yang terhimpun merupakan data asli dan berupa data numerik yang nantinya akan digunakan untuk menentukan skor aplikasi berdasarkan data yang terkumpul. Target dari responden adalah mahasiswa jurusan informatika atau penekun di bidang teknologi dari segala level (pemula, menengah, lanjut).

2.4 Uji dan Analisis Dengan SUS (*System Usability Scale*)

System Usability Scale (SUS) adalah sebuah instrumen pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat kegunaan suatu produk, aplikasi, atau sistem. [3]. Metode ini ditemukan oleh John Brooke pada tahun 1986 dan dapat diterapkan untuk menguji beragam jenis produk, termasuk situs web dan aplikasi. [4]. SUS memungkinkan para peneliti atau pengembang untuk mengukur seberapa mudah dan nyaman produk, aplikasi, atau sistem digunakan oleh pengguna. SUS bekerja dengan cara menyajikan kuesioner kepada pengguna yang berisi 10 pernyataan standar terkait pengalaman mereka dalam menggunakan produk, aplikasi, atau sistem. Para pengguna akan memberikan nilai pada setiap pernyataan berdasarkan skala Likert. Nilai total SUS yang diperoleh kemudian diinterpretasikan untuk menentukan tingkat kegunaan produk, aplikasi, atau sistem. Nilai yang tinggi menunjukkan bahwa produk, aplikasi, atau sistem mudah dan nyaman digunakan, sedangkan nilai yang rendah menunjukkan sebaliknya. Pada kuesioner SUS, Ada lima opsi jawaban yang akan menjadi indikator penilaian dari pengguna. Jawaban tersebut diantaranya, Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Cukup (C), Tidak Setuju (TS), Sangat Tidak Setuju (STS). Masing-masing jawaban memiliki poinnya tersendiri. Berikut adalah penjabaran lebih lengkapnya dapat dilihat di tabel 1. Untuk pertanyaan pada SUS, terdapat 10 pertanyaan secara umum mengenai sistem yang harus dijawab pengguna. Informasi tentang pertanyaan-pertanyaan tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 1. Nilai jawaban kuesioner

Jawaban	Nilai
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Cukup (C)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Tabel 2. Daftar Pertanyaan SUS

No.	Pertanyaan
Q1	Saya pikir saya akan sering menggunakan sistem ini.
Q2	Saya menemukan sistem ini terlalu rumit.
Q3	Saya pikir sistem ini mudah digunakan
Q4	Saya pikir saya memerlukan dukungan dari orang teknis untuk dapat menggunakan sistem ini.
Q5	Saya menemukan berbagai fungsi atau fitur dalam sistem ini terintegrasi dengan baik.
Q6	Saya pikir ada terlalu banyak ketidakkonsistenan dalam sistem ini.

No. Pertanyaan

- Q7 Saya membayangkan bahwa kebanyakan orang akan belajar menggunakan sistem ini dengan sangat cepat.
- Q8 Saya menemukan sistem ini membingungkan untuk digunakan.
- Q9 Saya merasa sangat percaya diri menggunakan sistem ini.
- Q10 Saya perlu mempelajari banyak hal sebelum saya bisa menggunakan sistem ini.

Rata-rata standar SUS Score berada di angka 68. Bila ditemukan bahwa nilai skor SUS berada di bawah angka 68, maka harus ada pembenahan atau perbaikan dari desain tampilan untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Interpretasi skor dari SUS dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 3. Interpretasi skor SUS

Score	Grade	Rating
> 80.3	A	Excellent
68 - 80.3	B	Good
68	C	Okay
51 - 68	D	Poor
< 51	F	Worst Imaginable

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data Responden

Seluruh responden dari kuesioner berjumlah 23 orang. Kuesioner disebarikan di lingkungan kampus untuk menargetkan mahasiswa informatika yang menjadi pengguna dari aplikasi belajar programming. Data dari kuesioner ini akan dihitung dan di analisis menggunakan metode SUS. Untuk informasi lebih rinci mengenai data kuesioner, silakan lihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Data Responden Kuesioner SUS

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
R1.	2	4	3	2	4	5	1	3	2	4
R2.	1	4	2	3	1	5	2	5	3	5
R3.	3	5	2	4	2	5	1	5	2	5
R4.	3	3	3	5	3	3	4	3	3	3
R5.	3	5	2	3	4	3	2	3	1	2
R6.	5	2	5	2	5	2	4	2	4	2
R7.	4	3	4	4	4	2	4	2	4	4
R8.	2	5	1	4	1	5	1	5	2	5
R9.	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
R10.	2	4	2	4	4	3	4	2	2	4
R11.	4	2	4	2	4	2	4	2	4	1
R12.	4	2	3	2	4	2	3	2	4	3
R13.	3	4	2	3	3	3	3	3	3	4
R14.	2	4	2	4	2	5	1	4	2	4

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
R15.	4	3	3	2	3	3	4	2	3	4
R16.	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4
R17.	2	2	2	3	1	5	3	4	2	4
R18.	1	5	2	4	3	5	3	5	2	5
R19.	2	5	3	4	2	5	2	4	2	5
R20.	3	4	2	4	3	5	2	5	2	5
R21.	2	5	2	4	2	5	4	5	2	5
R22.	2	3	3	4	3	5	4	3	2	2
R23.	1	4	1	4	3	5	2	5	3	2

Data yang diperoleh dari kuesioner ini akan dianalisis untuk mencari berapa sus score yang diperoleh oleh sistem aplikasi belajar programming X. Cara penghitungan SUS adalah sebagai berikut

- x = jumlah poin pertanyaan ganjil
- y = jumlah poin pertanyaan genap
- r = jumlah responden

$$X0 = x - 5$$

$$Y0 = 25 - y$$

$$\text{Skor SUS} = (X0 + Y0) * 2.5$$

$$\text{Rata-rata Skor SUS} = \text{Skor SUS} / r$$

Dari hasil perhitungan seluruh data responden, diperoleh skor sus dari setiap pengguna yang dapat dilihat pada tabel 5. Seluruh skor akan dijumlahkan untuk mencari rata-rata dari skor SUS. Setelah mendapatkan rata-rata dari skor SUS, selanjutnya adalah menginterpretasikan rata-rata tersebut ke dalam *grade*.

Tabel 5. Akumulasi Skor SUS

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	SUS Score
R1.	2	4	3	2	4	5	1	3	2	4	35
R2.	1	4	2	3	1	5	2	5	3	5	17.5
R3.	3	5	2	4	2	5	1	5	2	5	15
R4.	3	3	3	5	3	3	4	3	3	3	47.5
R5.	3	5	2	3	4	3	2	3	1	2	40
R6.	5	2	5	2	5	2	4	2	4	2	82.5
R7.	4	3	4	4	4	2	4	2	4	4	62.5
R8.	2	5	1	4	1	5	1	5	2	5	7.5
R9.	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100
R10.	2	4	2	4	4	3	4	2	2	4	42.5
R11.	4	2	4	2	4	2	4	2	4	1	77.5
R12.	4	2	3	2	4	2	3	2	4	3	67.5
R13.	3	4	2	3	3	3	3	3	3	4	42.5
R14.	2	4	2	4	2	5	1	4	2	4	20
R15.	4	3	3	2	3	3	4	2	3	4	57.5

Responden	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	SUS Score
R16.	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	27.5
R17.	2	2	2	3	1	5	3	4	2	4	30
R18.	1	5	2	4	3	5	3	5	2	5	17.5
R19.	2	5	3	4	2	5	2	4	2	5	20
R20.	3	4	2	4	3	5	2	5	2	5	22.5
R21.	2	5	2	4	2	5	4	5	2	5	20
R22.	2	3	3	4	3	5	4	3	2	2	42.5
R23.	1	4	1	4	3	5	2	5	3	2	25
Rata-Rata Skor SUS											40
Grade											F

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kalkulasi SUS, rata-rata skor sus adalah 40. Jika diperhatikan lagi skor rata-rata masih berada di bawah standar di angka 68, yang berarti memiliki *grade F (Worst Imaginable)*. Untuk meningkatkan pengalaman pengguna pada aplikasi, penelitian akan dilanjutkan ke tahap *redesign*. Data diperoleh dari hasil penilaian kuesioner pengguna terhadap aplikasi belajar programming X yang sudah dikumpulkan sebelumnya. Perkiraan awal mengenai penyebab penilaian ini adalah tampilan catalog course yang belum konsisten (masih ada konten yang menutupi konten lain). Kecepatan website yang tidak baik, dan juga konten pembelajaran yang kurang interaktif dan menarik. Evaluasi lebih lanjut akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya sebagai bahan untuk redesign untuk meningkatkan kembali pengalaman pengguna pada aplikasi belajar programming X.

Daftar Pustaka

- [1] C. S. Cheah, "Factors contributing to the difficulties in teaching and learning of computer programming: A literature review," *Contemp. Educ. Technol.*, vol. 12, no. 2, 2020, doi: 10.30935/cedtech/8247.
- [2] L. Marques et al., "Understanding ux better: A new technique to go beyond emotion assessment," *Sensors*, vol. 21, no. 21, 2021, doi: 10.3390/s21217183.
- [3] M. A. Kosim, S. R. Aji, dan M. Darwis, "Pengujian Usability Aplikasi Peduli Lindungi Dengan Metode System Usability Scale (SUS)," *J. Sist. Inf. dan Sains Teknol.*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.31326/sistek.v4i2.1326.
- [4] "SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale," in *Usability Evaluation in Industry*, 2020. doi: 10.1201/9781498710411-35.

Perancangan Ontologi untuk Sistem Rekomendasi Tempat Makan di Bali

Ni Putu Diva Damayanthi¹, Ida Ayu Gde Suwiprabayanti Putra²

¹Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹yanthidama96@gmail.com

²iagsuwiprabayantiputra@unud.ac.id

Abstract

As we know, Bali is one of the world destinations and can develop its tourism well. Apart from being famous for its natural beauty nature, culture and friendly people, Bali also offers a variety of culinary delights for tourists that can be ordered at restaurants, tourist objects or at hotels there. Many recommendations for places or restaurants/eating places with various mainstay menus are needed to make it easier for tourists to find the food menus they want and meet their budget. In this research expected to be solved by combining the Methodology technique with a semantic ontology model. Designing an ontology model for restaurant/dining recommendations in Bali using the protégé application, the ontology model was developed into a structure for students with classes, attributes, and other elements arranged hierarchically. To get the right answers, the ontology assessment procedure using SPARQL queries is employed.

Keywords: Restaurant in Bali, Ontologi, Methontology, SPARQL, Protégé

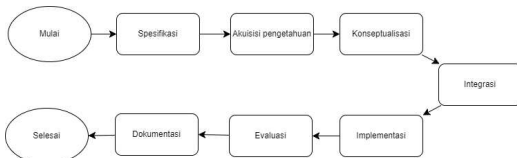
1. Pendahuluan

Bali merupakan salah satu dari berbagai puluh destinasi dunia yang sangat terkenal akan keindahan alam, budaya, dan keramahmatan warga sekitarnya. Hal ini menjadikan Bali sebagai daerah pariwisata yang banyak diminati para wisatawan baik wisatawan domestik ataupun mancanegara. Pertumbuhan pariwisata di era modern membantu proses globalisasi dan tumbuhnya kesadaran akan sumber daya daerah. [1]. Selain keindahan alamnya, Bali juga menyajikan berbagai macam kuliner dimulai dari kuliner dengan menu tradisional dan juga menu kuliner yang diadaptasi dari menu-menu mancanegara. Hal ini memberikan dampak positif bagi para wisatawan baik wisatawan domestik atau mancanegara saat berkunjung ke pulau Dewata. Terdapat hubungan yang kuat antara makan dan perjalanan. Dalam industri pariwisata, kuliner daerah mendorong pariwisata dan pada gilirannya pariwisata mendukung kuliner daerah. Subsektor kuliner menyumbang 41,4 persen dari total kontribusi ekonomi kreatif, atau sebesar 922 triliun pada tahun 2017, menurut data Badan EkonomiKreatif (Bekraf) Republik Indonesia. Dibandingkan dengan subsektor lain di Bekraf RI, jumlah ini adalah yang terbesar. Menteri Pariwisata Indonesia juga telah memilih sepuluh destinasi kuliner terbaik di Indonesia, dengan Bali, Bandung, dan Yogyakarta sebagai tiga daerah teratas (Kompas, 2019). Namun, tidak semua tempat kuliner di Bali yang memiliki menu-menu khas tradisional dan andalan diketahui dan ditemukan para wisatawan terutama wisatawan mancanegara. Oleh karena itu diperlukan rekomendasi tempat atau restaurant/tempat makan dengan berbagai menu andalan lengkap dengan harga di setiap menu untuk mempermudah para wisatawan mencari menu-menu makanan yang mereka inginkan serta memenuhi anggaran yang dimiliki. Pada penelitian ini, sistem pencarian restaurant/tempat makan yang disertai dengan tarif masing-masing menu akan digunakan sistem perancangan model ontologi. Model ini yang digunakan untuk memodifikasi informasi saat ini sesuai dengan kebutuhan pengguna adalah ontologi, yang diambil dari web semantic yang dapat menggambarkan informasi pengetahuan berdasarkan ide semantik dari makna objek, atribut objek, dan relasi objek yang mungkin ada pada domain tertentu. Sehingga diharapkan model ontologi akan dapat menjelaskan struktur semantik domain pengetahuan yang memungkinkan untuk beralih dari perspektif yang

berorientasi pada dokumen ke perspektif yang terhubung dan memungkinkan penggabungan dan penggunaan kembali pengetahuan yang lebih fleksibel dan dinamis. (Azhari, dkk., 2008). Tujuan dari model ontologi ini adalah membantu pengguna dalam menentukan restaurant/tempat makan yang sesuai dengan selera dan keuangan mereka. Methontology, sebuah pendekatan pembuatan ontologi yang menyarankan ekspresi ide, akan digunakan untuk membangun model ontologi. Selanjutnya, penelitian ini akan menguji model tersebut dengan pertanyaan-pertanyaan umum yang dimiliki konsumen ketika mencoba untuk mendapatkan informasi tentang restoran atau tempat makan lainnya. Hal ini dimaksudkan agar penelitian ini dapat memudahkan penduduk lokal dan pengunjung untuk menemukan tempat makan yang sesuai dengan preferensi, kebutuhan, dan kendala keuangan mereka.

2. Metode Penelitian

Dalam perancangan ontologi restaurant di Bali, digunakan metode Mentholology. Metode Mentholology digunakan untuk membangun model yang detail dari setiap aktivitas yang dilakukan. Metode ini memungkinkan untuk melakukan integrasi ontologi yang telah dibangun sebelumnya. Metode pengembangan ontologi ini terdiri atas beberapa bagian. Bagian pertama merupakan aktivitas yang bersikan kegiatan perencanaan, akuisisi pengetahuan, dokumentasi dan evaluasi. Pada bagian kedua, terdapat pembangunan states yang terdiri dari spesifikasi, konseptualisasi, integrasi dan implementasi [6].



Gambar 1. Metode Pengembangan Ontologi

2.1. Spesifikasi

Spesifikasi ini bertujuan untuk menghasilkan definisi ontologi dengan menggunakan pertanyaan kompetensi atau sekumpulan representasi perantara, yang dinyatakan dalam bahasa alami [2]. Ontologi Restaurant dijelaskan sebagai berikut:

- Domain: Restaurant di Bali
- Tujuan: Membangun model ontologi yang bergungsi sebagai representasi dalam web semantik untuk sistem rekomendasi restaurant di Bali
- Tingkat Formalitas: Semi formal
- Sumber Pengetahuan: Internet

2.2. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah salah satu fase yang terlibat dalam membuat ontologi. Akuisisi pengetahuan merupakan fase independen dalam membangun sebuah ontologi. Dalam penelitian ini, sumber pengetahuan yang digunakan untuk membangun ontologi diperoleh melalui beberapa situs web yang relevan untuk mendapatkan data mengenai restaurant di Bali.

2.3. Konseptualisasi

Konsep, contoh, kata kerja, dan properti, seluruhnya tercakup dalam tahap konseptualisasi dengan tujuan untuk meningkatkan pengetahuan. Terminologi domain yang ditemukan dalam aktivitas pendefinisian ontologi akan digunakan untuk menggambarkan masalah dan

solusinya pada model konseptual. Istilah dan atribut yang akan dimasukkan ke dalam ontologi akan dicatat oleh penulis.

2.4. Integrasi

Tahap integrasi bertujuan untuk mempercepat pembangunan ontologi dengan mengevaluasi kembali penggunaan konsep yang telah diintegrasikan ke dalam ontologi lain, dibandingkan membuatnya dari awal [3].

2.5. Implementasi

Implementasi merupakan tahapan untuk melanjutkan proses implementasi berdasarkan perancangan yang sudah disusun, yaitu:

- a. *Class*
Class digunakan untuk mendefinisikan objek yang telah dirancang sehingga objek akan memiliki *class* sesuai dengan maknanya
- b. *Property*
Property merupakan hubungan antara individu dan RDF
- c. *Individual*
Individual disebut juga sebagai *instance*, merupakan anggota dari sebuah *class* yang dapat dihubungkan dengan individual lainnya.

Perancangan ontologi dilakukan menggunakan aplikasi Protégé 5.6.3. Protégé merupakan aplikasi untuk memodelkan ontologi melalui editor Protégé-Frames dan Protégé-OWL. SPARQL merupakan bahasa yang akan digunakan untuk mengakses model semantik yang telah dirancang pada format data RDF. RDF adalah standar untuk mendeskripsikan suatu kata. RDF digunakan dalam membentuk konsep triple dalam bentuk subjek, predikat, dan objek. Konsep RDF mirip dengan ERD namun berbeda penggunaannya [4].

2.6. Evaluasi

Pada tahap evaluasi, penulis melakukan pengujian dokumentasi ontologi dan aspek teknisnya sesuai dengan kerangka acuan masing-masing fase. Tujuan dari tahap evaluasi adalah untuk menentukan konsistensi prinsip-prinsip yang dimaksud. Langkah selanjutnya adalah merumuskan pertanyaan-pertanyaan yang akan dijawab melalui kueri SPARQL.

2.7. Dokumentasi

Tahap dokumentasi tidak memiliki pedoman khusus tentang tata cara pendokumentasiannya. Kode ontologi, teks, bahasa alami, dan artikel yang membahas isu-isu terkait ontologi yang signifikan yang dipublikasikan dalam prosiding, konferensi, dan jurnal adalah sumber umum dokumentasi ontologi.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Perancangan Ontologi

Perancangan ontologi dengan domain Restaurant di Bali menggunakan data yang didapat dari beberapa website yang relevan seperti Tripadvisor dan Google. Data tersebut berisikan data terkait nama restaurant, alamat, harga, jenis idangan, kelebihan yang dimiliki restaurant, dan jenis makanan sesuai waktu santapnya. Untuk merancang ontologi dari domain restaurant di Bali, pembuatan *class* dan *subclass* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 merupakan tahap awal dalam mengembangkan ontologi domain Restaurant di Bali.

Tabel 1. Rancangan *Class* dan *Subclassof*

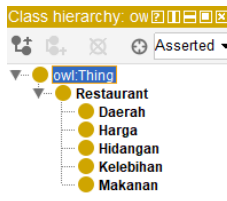
<i>Class</i>	<i>Subclassof</i>
Restaurant	Thing
Daerah	Restaurant
Harga	Restaurant
Hidangan	Restaurant
Kelebihan	Restaurant
Makanan	Restaurant

Tabel 2. Rancangan *Property*

<i>Nama Property</i>	<i>Type</i>	<i>Domain</i>	<i>Range</i>
diDaerah	<i>Object Property</i>	Restaurant	Daerah
memilikiKelebihan	<i>Object Property</i>	Restaurant	Kelebihan
memilikiMakanan	<i>Object Property</i>	Restaurant	Makanan
jenisHidangan	<i>Object Property</i>	Restaurant	Hidangan
startHarga	<i>Object Property</i>	Restaurant	Harga
memilikiAlamat	<i>Data Property</i>	Restaurant	String
memilikiRating	<i>Data Property</i>	Restaurant	String
memilikiHarga	<i>Data Property</i>	Restaurant	String

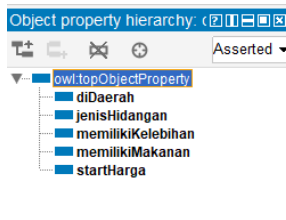
3.2. Implementasi

Berdasarkan perancangan *class*, *subclass*, dan *property* diatas, dilakukan implementasi menggunakan aplikasi Protégé.



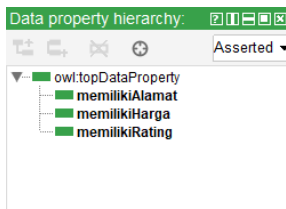
Gambar 2. Implementasi Struktur *Class*

Pada Gambar 2 terdapat gambar hasil implementasi struktur class ontologi yang memiliki 6 *class* pada ontologi Restaurant. *Class* Restaurant memiliki 5 *subclass* yaitu Daerah, Hidangan, Kelebihan, Harga, dan Makanan.



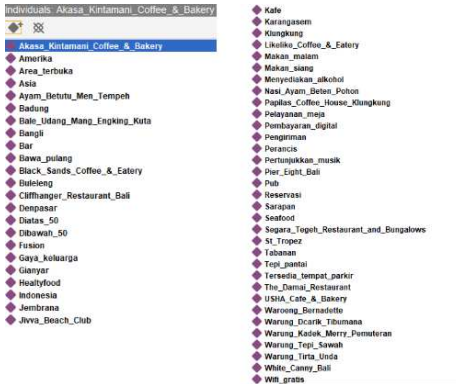
Gambar 3. Implementasi *Object Property*

Selanjutnya diimplementasikan *object property* pada Gambar 3 untuk ontologi Restaurant. Terdapat 4 object ontologi yaitu diDaerah yang nantinya akan menghubungkan antara individu dengan *class* Daerah, jenisHidangan akan menghubungkan individu dengan *class* Hidangan, memilikiKelebihan akan menghubungkan individu dengan *class* Kelebihan, startHarga akan menghubungkan antara individu dengan *class* Harga, dan memilikiMakanan akan menghubungkan individu dengan *class* Makanan.



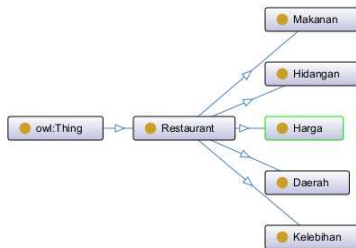
Gambar 4. Implementasi *Object Property*

Pada Gambar 4 merupakan implementasi *data property* dari ontologi Restaurant. *Data property* digunakan untuk menghubungkan individu dengan *data type* seperti *value*, *string*, maupun *number*. Terdapat tiga *data property*, yaitu memilikiAlamat, memilikiHarga, dan memilikiRating yang akan menghubungkan individu dengan *data type* string.



Gambar 5. Implementasi Individu

Pada Gambar 5, terdapat individu yang dihasilkan setiap kelas yang telah dibuat pada ontologi Restaurant. Secara keseluruhan, terdapat 56 individu pada ontologi restaurant yang terbagi menjadi 20 individu pada *class* Restaurant, 9 Individu pada *class* Daerah, 10 individu pada *class* Hidangan, 12 individu pada *class* Kelebihan, 2 individu pada *class* Harga, dan 3 individu pada *class* Makanan.



Gambar 6. Ontograf dari Ontologi Restaurant

Pada Gambar 6, terdapat ontograf yang menggambarkan hubungan masing masing *class* yang direpresentasikan ke dalam bentuk gambar secara otomatis.

3.3. Evaluasi

Evaluasi merupakan tahap dilakukannya pengujian pada ontologi yang telah dirancang. Tahap ini dilakukan dengan melakukan query menggunakan SPARQL yang tersedia pada aplikasi Protégé. Beberapa pertanyaan disiapkan pada Tabel 3 untuk selanjutnya diubah kedalam bentuk SPARQL yang dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 3. Daftar Pertanyaan dan Hasil

Pertanyaan	SPARQL Query	Hasil
Restaurant apa saja yang berada di daerah Badung?	SELECT ?resto WHERE { ?resto rdf:type a:Restaurant. ?resto a:diDaerah a:Badung. }	Sesuai
Restaurat apa saja yang berada di tepi pantai?	SELECT ?resto WHERE { ?resto rdf:type a:Restaurant. ?resto a:memilikiKelebihan a:Tepi_pantai. }	Sesuai
Restaurant apa saja yang menyajikan hidangan Indonesia?	SELECT ?resto WHERE { ?resto rdf:type a:Restaurant. ?resto a:jenisHidangan a:Indonesia. }	Sesuai
Restaurant apa saja yang harganya dimulai dibawah 50.000?	SELECT ?resto WHERE { ?resto rdf:type a:Restaurant. ?resto a:startHarga a:Dibawah_50. }	Sesuai
Apa saja jenis hidangan yang tersedia? Tampilkan beserta nama restaurant	SELECT ?restoran ?hidangan WHERE { ?restoran rdf:type a:Restaurant. ?restoran a:jenisHidangan ?hidangan. }	Sesuai

```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX a: <http://www.semanticweb.org/deni/ontologies/2024/4/untitled-ontology-16#>
SELECT ?resto
WHERE {
    ?resto rdf:type a:Restaurant.
    ?resto a:jenisHidangan a:Indonesia.
}

resto
-----
Waroeng_Bernadette
Bale_Uding_Mang_Engking_Kuta
Warung_Kadek_Meriy_Pemuteran
Ayam_Betulu_Men_Tempoh
Nasi_Ayam_Beten_Pohon
Warung_Tirta_Unda
Segara_Teguh_Restaurant_and_Bungalows
Jiwa_Beach_Club
Likelike_Coffee_&_Eatery
Warung_Tepi_Sawah
White_Canny_Bali
    
```

Gambar 7. Hasil SPARQL Query

Dari hasil pengujian terhadap beberapa pertanyaan yang disiapkan, ontologi dengan domain Restaurant di Bali sudah menunjukkan hasil yang cukup baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lima butir pertanyaan yang diuji memberikan jawaban yang sesuai. Hal ini menunjukkan jika model ontologi yang dibangun mampu merepresentasikan informasi dengan baik dan dapat diandalkan untuk keperluan sistem rekomendasi restaurant di Bali

4. Kesimpulan

Ontologi dengan domain Restaurant di Bali dibangun menggunakan aplikasi Protégé 5.6.3 dengan metode menthology. Terdapat 6 class, 5 object property, 3 data property, dan 56 individual yang terbedi di setiap kelasnya. Pada tahap evaluasi, query SPARQL digunakan untuk menguji pertanyaan yang telah disediakan. Terdapat total 5 pertanyaan dengan hasil untuk seluruh pertanyaan adalah sesuai. Sehingga, diharapkan model ontologi Restaurant dapat menjadi sumber informasi yang sistematis terkait restaurant yang ada di Bali. Pembangunan ontologi dengan domain Restaurant selanjutnya dapat digunakan seagai dasar untuk mengembangkan sistem rekomendasi maupun yang lainnya yang terkait dengan restaurant di Bali.

Daftar Pustaka

- [1] Antara, I. B. K. S., & Trimandala, N. A. (2023). Potensi Kuliner Tradisional Bali sebagai Daya Tarik Wisat Kuliner di Sanur. *Jurnal Manajemen Perhotelan Dan Pariwisata*, 6(1).
- [2] Azzahra, F., & Indah Ratnasari, C. (2021). Implementasi Ontologi untuk Klasifikasi atau Pencarian: Kajian Literatur.
- [3] Diah Pramesti, K., & Gede Astuti, L. (2024). Rancang Model Ontologi untuk Representasi Pengetahuan Rumah Tradisional di Indonesia. *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana*, 12(3).
- [4] Dipati Bangsa, P., & Hermawan, I. (2020). Rancang Bangun Sistem Repositori Berbasis Web Semantik Menggunakan Ontologi. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 6(2), 58–65. <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/JTT>
- [5] Pramatha, C. (2020). Pengembangan Ontologi Tujuan Wisata Bali Dengan Pendekatan Kulkul Knowledge Framework. *Sintech Journal*, 3(2). <https://doi.org/10.31598>

Rancangan Sistem Monitoring Penyimpanan Beras Menggunakan IoT Berbasis Website

Ida Bagus Satrya Masyana Citarsa^{a1}, Ida Bagus Gede Dwidasmara^{a2},

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹citarsa.2208561088@student.unud.ac.id
²dwidasmara@unud.ac.id

Abstract

With the current technological advancements, there has been significant progress in monitoring systems, one of which is the rice storage monitoring system. Monitoring systems that were previously manual can now be automated and more efficient using IoT technology. This system is designed to monitor the temperature, air humidity, and air quality in rice storage facilities. IoT devices that can be used to design this system include NodeMCU ESP 8266, DHT 11 sensor and MQ-2 sensor. Additionally, a server and website are required for monitoring purposes. By utilizing NodeMCU ESP8266, which can connect to a Wi-Fi network, data from the sensors can be monitored online through a website. The design of this system employs the Research and Development method commonly used for product development. The aim of this system design is to simplify the monitoring of rice storage facilities for increased efficiency.

Keywords: Monitoring System, IoT, NodeMCU ESP 8266, DHT11 sensor, MQ-2 sensor.

1. Pendahuluan

Pada era digital yang semakin berkembang saat ini, integrasi antara teknologi informasi dan internet telah membuka pintu untuk berkembangnya berbagai inovasi di berbagai bidang. Inovasi yang berkembang salah satunya adalah mengenai sistem pemantauan dan manajemen penyimpanan. Salah satu inovasi tersebut adalah sistem monitoring penyimpanan beras menggunakan *Internet of Thing (IoT)* berbasis website. Penyimpanan beras merupakan hal penting, karena beras merupakan salah satu bahan pangan pokok yang penting dalam kehidupan sehari-hari di Indonesia [1]. Penyimpanan yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada beras karena kondisi lingkungan tempat penyimpanan kurang sesuai. Oleh karena itu, pengembangan sistem monitoring penyimpanan beras menjadi sebuah solusi untuk permasalahan tersebut. Sistem monitoring penyimpanan beras menggunakan IoT berbasis website memungkinkan melakukan pemantauan kondisi terhadap tempat penyimpanan beras secara real-time melalui jarak dekat maupun jauh melalui internet. Sistem ini memanfaatkan berbagai macam sensor yang terhubung ke jaringan internet, sensor yang terhubung ke jaringan internet ini dapat dimanfaatkan untuk melakukan pengukuran dan perekaman terhadap berbagai macam parameter seperti suhu, kelembaban dan kadar gas di sekitar area penyimpanan. Parameter tersebut dipilih karena suhu dan kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap penyimpanan beras [2]. Selain itu juga kadar gas di lingkungan sekitar tempat penyimpanan berperan penting untuk menjaga kualitas udara yang baik, kualitas udara yang baik menjadi salah satu faktor penting untuk menjaga beras agar tetap dalam kondisi baik [3]. Hasil dari pengukuran sensor tersebut selanjutnya dapat dipantau melalui website yang telah terhubung kedalam sensor-sensor tersebut. Melalui antarmuka dari website, pengguna dapat mengakses data yang terkumpul dan akan menerima notifikasi secara langsung jika terjadi perubahan kondisi yang signifikan pada tempat penyimpanan beras. Notifikasi tersebut memungkinkan pengguna untuk melakukan sebuah tindakan yang tepat untuk mencegah dan mengurangi risiko yang ditimbulkan. Dengan adanya sistem monitoring penyimpanan beras menggunakan IoT berbasis website ini, diharapkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam penyimpanan beras. Selain itu, inovasi dari teknologi ini dapat memberikan kontribusi yang positif di dalam upaya untuk mengurangi kerugian pangan,

serta dapat membantu meningkatkan kualitas dan keamanan beras yang disediakan untuk masyarakat.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah metode penelitian pengembangan atau yang dikenal dengan *Research and Development (R&D)*. Metode Penelitian Pengembangan (R&D) merupakan metode untuk memperluas pengetahuan yang ada. Metode ini biasanya digunakan untuk menghasilkan sistem atau sebuah teknologi baru dari suatu produk [4].



Gambar 1. Rancangan Alur Penelitian

2.1. Analisis Awal

Pada tahap analisis awal adapun beberapa tahapan yang dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Identifikasi masalah
Pada tahapan ini merupakan tahapan untuk mengidentifikasi masalah yang ingin diselesaikan, dalam penelitian ini yang ingin diselesaikan adalah masalah di dalam melakukan monitoring tempat penyimpanan beras yang tidak terkontrol dengan baik.
- b. Studi Literatur
Pada tahapan ini diperlukan untuk melakukan tinjauan mengenai teknologi IoT yang terkait, penyimpanan beras yang baik dan pengembangan website yang diperlukan.
- c. Identifikasi Kebutuhan Pengguna
Pengumpulan informasi mengenai penelitian ini dilakukan dengan melakukan wawancara terhadap para petani atau pedagang beras yang ingin melakukan pemantauan secara real-time terhadap tempat penyimpanan beras yang dimiliki.

d. Penentuan Fitur Utama

Tahapan ini dilakukan untuk menentukan fitur-fitur apa yang diperlukan untuk permasalahan yang ada. Pada permasalahan mengenai monitoring penyimpanan beras yang perlu diperhatikan adalah suhu, kelembaban dan kadar gas di sekitar tempat penyimpanan beras. Sistem ini nantinya akan memiliki fitur monitoring suhu, kelembaban dan kadar gas di tempat penyimpanan beras dan jika terjadi perubahan yang signifikan terhadap suhu, kelembaban, dan kadar gas maka akan dikirimkan notifikasi peringatan ke pengguna melalui website yang telah terintegrasi dengan sistem.

2.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem monitoring penyimpanan beras menggunakan IoT berbasis website menggunakan beberapa sensor dan alat IoT sebagai berikut:

a. NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah mikrokontroler dengan didesain menggunakan ESP8266. ESP8266 ini memiliki fungsi untuk memberikan konektivitas dengan jaringan Wi-Fi sehingga dapat berkomunikasi dengan server atau perangkat lain melalui jaringan Wi-Fi [5].

b. Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT11)

Sensor DHT11 merupakan sensor digital yang dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitar. Sensor ini memiliki keunggulan lebih responsif terhadap pembacaan suhu dan kelembaban [6].

c. Sensor Gas (MQ-2)

Sensor MQ-2 merupakan sebuah sensor yang dapat mendeteksi gas yang mudah terbakar dan asap. Gas yang dapat dideteksi sensor ini adalah LPG, Propana, Metana, Hidrogen, dan Karbon monoksida [7].

d. Breadboard

Breadboard merupakan sebuah perangkat IoT yang biasanya digunakan untuk menghubungkan antara NodeMCU dengan sensor, penggunaan breadboard bertujuan untuk memudahkan pembuatan prototype tanpa proses solder [8].

e. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel yang digunakan untuk menghubungkan NodeMCU ESP8266 dengan sensor dan breadboard.

f. Adaptor 3.3 Volt

Adaptor 3.3-volt merupakan perangkat elektronik yang dapat memberikan daya sebesar 3.3-volt, adapter ini biasa digunakan untuk berbagai perangkat elektronik seperti Perangkat IoT.

g. Server

Server digunakan sebagai tempat menyimpan dan pemrosesan data yang telah dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266. Server yang dipakai menggunakan protokol HTTPS POST.

h. Antarmuka Pengguna

Antarmuka pengguna pada sistem ini berupa website yang dibuat menggunakan HTML, CSS dan JavaScript.

i. Data Base

Sistem ini menggunakan MySQL sebagai basis data.

- j. Logika Fuzzy
Logika fuzzy digunakan untuk mengimplementasikan sistem notifikasi dalam sistem. Logika fuzzy dapat digunakan untuk menghasilkan aturan notifikasi berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan oleh sensor.

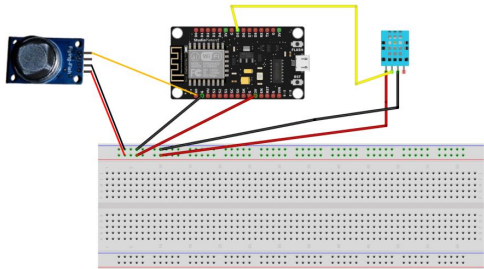
2.4. Pengujian dan Evaluasi

Melakukan pengujian terhadap rancangan sistem untuk memastikan semua sensor berkerja dengan baik, memastikan konektivitas NodeMCU ESP8266 dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi dan dapat mentransfer data ke server dan melakukan pengujian terhadap performa dari sistem. Melakukan evaluasi dan peningkatan terhadap sistem setelah dilakukan pengujian.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Rancangan Rangkaian Sistem

Perancangan sistem ini dibuat menggunakan aplikasi Fritzing. Rancangan sistem menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kontrol dari sistem. NodeMCU ESP8266 bertugas untuk mengumpulkan semua data-data dari sensor dan memrosesnya agar informasi dapat di simpan dan dikirimkan kedalam database. Pada rancangan ini semua sensor pada bagian VOC dihubungkan dengan pin 3v pada NodeMCU dan pada bagian GND dihubungkan dengan pin G pada NodeMCU. Rancangan sistem ini menggunakan breadboard untuk memudahkan menghubungkan sensor dengan NodeMCU, dengan menghubungkan pin 3v pada NodeMCU ke bagian positif dan pin G kebagian negatif breadboard, sehingga sensor hanya perlu menghubungkan pin VOC kebagian positif dan pin GND kebagian negative breadboard. Setelah itu sensor DHT 11 pada bagian pin DA dihubungkan ke pin D5 pada NodeMCU dan untuk sensor MQ-2 pin AO dihubungkan ke pin AO pada NodeMCU. Rancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 2.

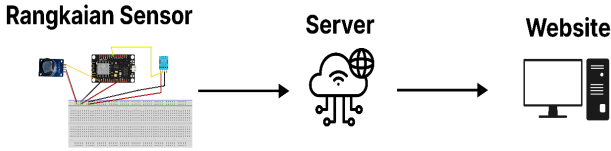


Gambar 2. Rancangan Rangkaian Sistem

3.2. Rancangan Alur Sistem

Rancangan alur sistem dapat dilihat pada Gambar 3. tahap awal, NodeMCU akan membaca data yang diberikan oleh sensor DHT 11, yang berupa data suhu dan kelembaban di sekitar. Tahap kedua, NodeMCU akan menerima data dari sensor MQ-2 mengenai kadar gas di sekitar. Data yang diperoleh dari sensor-sensor tersebut selanjutnya diproses agar dapat ditampilkan pada di tampilan kedalam website. Pada rangkaian tersebut terdapat adaptor 3.3-volt yang digunakan untuk memberikan daya kepada komponen-komponen rangkaian. Semua data yang telah dikumpulkan dan diterima oleh NodeMCU ESP8266 selanjutnya dikirimkan ke server melalui

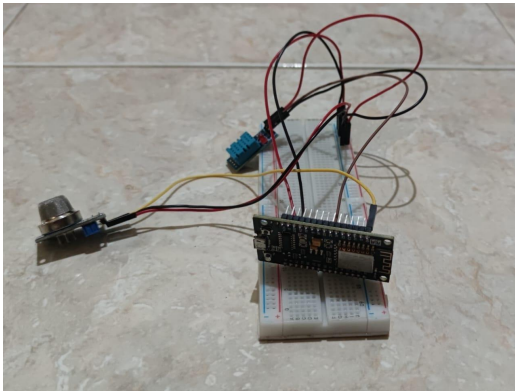
koneksi jaringan Wi-Fi. NodeMCU ESP8266 dihubungkan dengan jaringan Wi-Fi yang tersedia dengan mengatur informasi SSID dan kata sandi yang sesuai. Selanjutnya NodeMCU akan mengumpulkan data-data yang diperoleh dari sensor untuk dikirimkan kedalam database. Selanjutnya data-data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan secara teratur melalui protokol HTTP POST dan data yang diterima akan diproses dan disimpan. Data tersebut selanjutnya akan dapat ditampilkan ke website yang telah dibuat. Rancangan alur sistem dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur Sistem

3.3. Hasil Perancangan Sistem

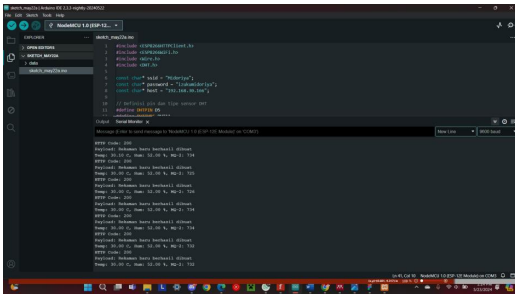
Pembuatan rancangan sistem dibuat sesuai dengan rancangan rangkaian sistem pada Gambar 4. Pembuatan rangkaian sistem ini menggunakan kabel jumper male to female untuk menghubungkan pin 3v dan G pada Node MCU ke breadboard, menghubungkan pin VOC sensor ke breadboard dan menghubungkan pin GND sensor ke breadboard. Kabel jumper untuk menghubungkan pin Ao pada sensor MQ-2 ke NodeMCU menggunakan kabel jumper female to female dan juga kabel ini digunakan untuk menghubungkan bagian pin DA pada sensor DHT 11 ke pin D5 pada Node MCU. Hasil dari perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Perancangan Sistem

3.4. Hasil Sensor Pada Arduino IDE

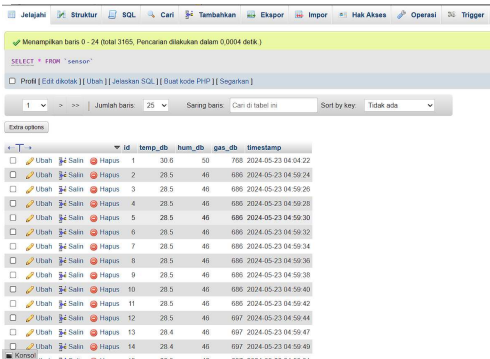
Programan NodeMCU ESP8266 agar dapat menerima dan mengirimkan data sensor dapat dilakukan pada aplikasi Arduino IDE. Pada Arduino IDE dilakukan program untuk menyambungkan NodeMCU ESP8266 ke Wi-Fi agar bisa terkoneksi ke internet dan dapat mengirimkan data sensor ke database. Hasil pemrograman sensor dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Sensor Pada Arduino IDE

3.5. Hasil Pengukuran Sensor Pada Database

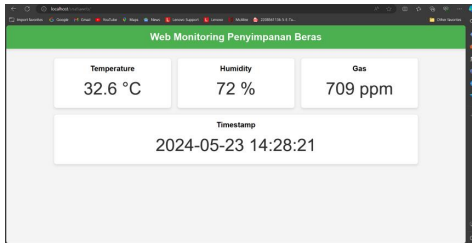
Hasil dari pengukuran sensor pada NodeMCU ESP8266 akan dikirimkan kedalam server database menggunakan library ESP8266HTTPClient.h pada Arduino IDE, selanjutnya NodeMCU di koneksi dengan wifi agar bisa mengirimkan data ke server, selanjutnya data yang diterima oleh server akan diteruskan ke database.



Gambar 6. Database Data Sensor

3.6. Tampilan Website

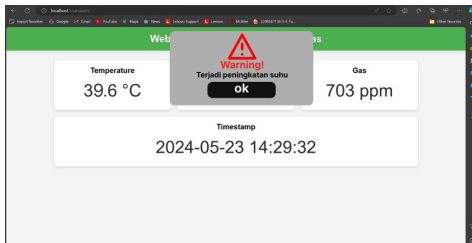
Tampilan website yang dibuat dalam rancangan sistem monitoring penyimpanan beras menggunakan HTML, CSS, Javascript dan PHP. HTML dan CSS digunakan untuk membuat tampilan website, selanjutnya terdapat Javascript yang digunakan untuk menampilkan data sensor dan waktu secara real-time pada website dan PHP digunakan untuk mengambil data dari database agar dapat ditampilkan di website. Tampilan website dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Website

3.7. Rancangan Notifikasi Pada Website

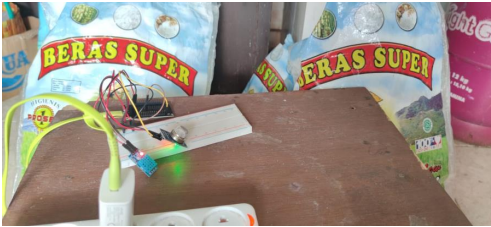
Rancangan notifikasi pada website menggunakan logika fuzzy untuk mengimplementasikan sistem notifikasi didalam sistem. Logika fuzzy dapat digunakan untuk menghasilkan aturan notifikasi berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan oleh sensor, sehingga jika terdapat perubahan nilai sensor yang tidak sesuai dengan aturan maka website akan menampilkan notifikasi yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rancangan Notifikasi Website

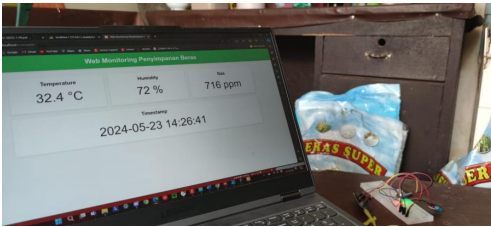
3.8. Hasil Pengujian Sensor

Sensor diuji pada tempat penyimpanan beras untuk menguji keberhasilan sensor untuk mendeteksi suhu, kelembaban dan kadar gas di sekitar tempat penyimpanan. Pengujian sensor dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Sensor

Sensor yang ditempatkan di tempat penyimpanan beras tersebut berhasil untuk mendeteksi suhu, kelembaban dan kadar gas disekitar tempat penyimpanan. Sensor juga berhasil mengirimkan data-data ke database sehingga dapat ditampilkan pada website. Hasil monitoring tempat penyimpanan beras dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Website Monitoring

Hasil dari pengujian sensor dapat dilihat pada Tabel 1 dengan menampilkan perubahan suhu secara realtime dalam beberapa waktu.

Tabel 1. Hasil Pengujian

Timestamp	Temperature	Humidity	Gas
2024-05-23 14:26:41	32.4 °C	72%	716 ppm
2024-05-23 14:26:42	32.5 °C	72%	716 ppm
2024-05-23 14:26:43	32.5 °C	72%	716 ppm
2024-05-23 14:26:44	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:45	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:46	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:47	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:48	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:49	32.3 °C	72%	715 ppm

Timestamp	Temperature	Humidity	Gas
2024-05-23 14:26:50	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:51	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:52	32.3 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:53	32.6 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:54	32.6 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:55	32.5 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:56	32.5 °C	72%	715 ppm
2024-05-23 14:26:57	32.5 °C	72%	714 ppm
2024-05-23 14:26:58	32.4 °C	72%	714 ppm
2024-05-23 14:26:59	32.4 °C	72%	714 ppm
2024-05-23 14:27:00	32.5 °C	72%	713 ppm

Berdasarkan data pada Tabel.1 sistem monitoring tempat penyimpanan beras berhasil untuk mendeteksi suhu, kelembaban, dan kadar gas secara real-time.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, Rancangan sistem monitoring penyimpanan beras menggunakan IoT berbasis website telah berhasil dibuat. Rancangan sistem ini telah berhasil dibuat dan dapat melakukan pengukuran suhu, kelembaban, dan kadar gas pada tempat penyimpanan beras. Pada penelitian ini terdapat juga rancangan antarmuka website bagi pengguna untuk melakukan monitoring dan website juga dilengkapi dengan notifikasi jika terdapat perubahan yang signifikan pada data-data sensor yang dapat menyebabkan kerusakan pada beras. Melalui penelitian ini, berhasil menyelesaikan permasalahan untuk menciptakan rancangan sistem monitoring penyimpanan beras menggunakan IoT berbasis website. Sistem yang terhubung ke website memberikan kemudahan untuk melakukan monitoring, karena monitoring tempat penyimpanan beras dapat dilakukan dalam jarak jauh dan jika terdapat perubahan yang signifikan pada sensor dapat langsung diketahui, karena sensor memberikan data secara real-time dan akan ada notifikasi peringatan pada website. Namun masih banyak kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan dari rancangan sistem monitoring tempat penyimpanan beras ini. Pengembangan sistem dapat mencakup pengembangan sensor-sensor yang digunakan, sehingga dapat melakukan monitoring yang lebih lengkap lagi. Dengan melakukan pengembangan yang lebih lanjut mengenai rancangan sistem monitoring tempat penyimpanan beras menggunakan IoT berbasis website dapat memberikan kemudahan untuk melakukan monitoring tempat penyimpanan beras, sehingga dapat menjaga kualitas beras dan meminimalkan kerugian.

Daftar Pustaka

- [1] N. Muhammad, "Konsumsi Beras Indonesia Terbanyak Keempat di Dunia pada 2022/2023," [katadata.co.id](https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/07/13/konsumsi-beras-indonesia-terbanyak-keempat-di-dunia-pada-20222023). Accessed: May 09, 2024. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/07/13/konsumsi-beras-indonesia-terbanyak-keempat-di-dunia-pada-20222023>
- [2] Ratnawati, M. Djaeni, and D. Hartono, "Perubahan Kualitas Beras Selama Penyimpanan Change of Rice Quality During Storage," *Pangan*, vol. 22, no. 3, pp. 199–207, 2013.
- [3] S. Bishop, "The two-way relationship between agriculture and air pollution," www.clarity.io. Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.clarity.io/blog/the-two-way-relationship-between-agriculture-and-air-pollution>
- [4] Okpatrioka, "Research And Development (R & D) Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan," *J. Pendidikan, Bhs. dan Budaya*, vol. 1, no. 1, pp. 86–100, 2023.

- [5] Handsontec, *Handson Technology User Manual V1.2*. 2017.
- [6] R. P. Yunas and A. B. Pulungan, "Sistem Kendali Suhu dan Kelembaban pada Proses Fermentasi Tempe," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 103, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.106943.
- [7] I. A. Rombang, L. B. Setyawan, and G. Dewantoro, "Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 1, pp. 131–144, 2022, doi: 10.31358/techne.v21i1.312.
- [8] M. F. Pela and R. Pramudita, "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things Pada Rumah Dengan Menggunakan Aplikasi Blynk," *Infotech J. Technol. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 47–54, 2021, doi: 10.37365/jti.v7i1.106.

Klasifikasi Kematangan Buah Manggis dengan Algoritma Support Vector Machine (SVM)

I Kadek Angga Kusuma Diatmika ^{a1}, Luh Arida Ayu Rahning Putri^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹kusumadiatmika02@email.com

²rahningputri@unud.ac.id (Corresponding Author)

Abstract

This research developed an automatic mangosteen fruit maturity classification system utilizing image processing techniques and machine learning algorithms. The proposed system employed the Support Vector Machine (SVM) classifier with feature extraction based on the Hue, Saturation, and Value (HSV) color space from mangosteen fruit images. A dataset consisting of 140 mangosteen fruit images, with 70 ripe and 70 unripe samples, was constructed. Preprocessing steps, including cropping and resizing, were applied to standardize the image dimensions. The RGB color images were converted to the HSV color, and the mean values of Hue, Saturation, and Value were extracted as features for classification. The SVM algorithm with a linear kernel was trained using these features to discriminate between ripe and unripe mangosteen fruits. Evaluation using a confusion matrix demonstrated the system's high classification accuracy of 96%, with satisfactory precision, and recall for both classes. The proposed system exhibits potential for application in the agricultural industry, enabling automated quality assessment, post-harvest management, and maximizing the commercial value of mangosteen fruits. This technology can assist producers in rapidly and accurately classifying mangosteen fruits.

Keywords: Image Processing, HSV, SVM, Machine learning, Buah manggis

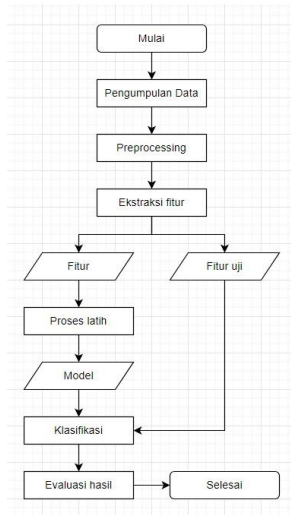
1. Pendahuluan

Manggis merupakan tumbuhan tropis yang berasal dari daerah Asia Tenggara seperti Indonesia, Thailand, dan Malaysia. Manggis merupakan buah yang disukai karena rasa manisnya yang segar dan kandungan nutrisinya yang tinggi. Manggis juga menjadi salah satu komoditas ekspor utama di Indonesia, maka dari itu kualitas buah manggis harus di pertimbangkan dengan memperhatikan tingkat kematangan buah manggis tersebut [1]. Terdapat dua cara yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi kematangan buah manggis yaitu dengan cara manual dan cara komputasi. Cara manual dilakukan berdasarkan pengamatan visual secara langsung pada buah yang akan diklasifikasi [2]. Terdapat beberapa keterbatasan dalam klasifikasi kematangan buah manggis secara manual seperti penilaian kematangan oleh manusia dapat berbeda-beda, tergantung pada pengalaman, tingkat kelelahan dan pengelihatan masing-masing, dan klasifikasi manual membutuhkan waktu dan tenaga yang banyak terutama untuk jumlah buah yang besar. Oleh karena itu dibutuhkan system yang dapat mengklasifikasikan tingkat kematangan buah manggis secara otomatis dan akurat berdasarkan citra digital buah manggis. Sistem ini dapat membantu petani dalam memisahkan buah manggis yang masih mentah dan yang sudah matang. Hingga saat ini, terdapat beberapa makalah penelitian tentang klasifikasi kematangan buah dengan menggunakan objek dan metode pengolahan yang berbeda. seperti yang ditulis oleh Rizal dkk, dan Arief dkk. Makalah tersebut menggunakan objek buah melon dan buah jeruk dengan penggunaan algoritma *Support Vector Machine (SVM)*, ekstraksi fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* pada buah melon menghasilkan tingkat akurasi yaitu 80% sama seperti ekstrasi fitur RGB pada buah jeruk yang juga mendapatkan tingkat akurasi yaitu 80% [3][4]. Melalui studi literatur artikel-artikel terkait, algoritma *Support Vector Machine (SVM)* terbukti efektif dan tepat untuk melakukan klasifikasi berdasarkan ekstraksi fitur yang dipilih. Tujuan dari jurnal ini adalah menjelaskan penelitian yang menerapkan *Hue, Saturation, Value (HSV)* yang

meliputi warna dari buah manggis untuk mengklasifikasikan kematangan secara otomatis dan konsisten serta mencapai kinerja yang baik.

2. Metode Penelitian

Berikut alur penelitian yang dilakukan untuk mendapat hasil klasifikasi kematangan buah manggis yang optimal dengan menggunakan algoritma *Support Vector Machine (SVM)*.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Pada fase awal penelitian, sebuah dataset yang terdiri dari 7282 citra buah manggis telah diperoleh. Namun, untuk keperluan penelitian ini, hanya 140 citra manggis yang akan dipilih, terdiri dari 70 citra manggis matang dan 70 citra manggis mentah. Dataset ini berasal dari sumber publik yang dipublikasikan oleh MangCutDuyv1 melalui platform Roboflow.

2.2. Preprocessing

Citra buah manggis yang sudah dikumpulkan selanjutnya dilakukan proses resizing untuk menyamakan ukuran agar memiliki dimensi yang sama. Hal ini penting untuk memastikan bahwa semua gambar memiliki skala yang sama.

2.3. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur merupakan proses mengambil ciri atau fitur pada sebuah objek. Fitur warna dipilih karena warna pada buah manggis dapat menjadi indikasi tingkat kematangannya. Citra yang

diambil menggunakan kamera terdiri dari komponen penyusun warna dasar yaitu RGB. Untuk menghilangkan efek pencahayaan pada citra buah manggis dapat menggunakan warna *hue*, *saturation*, dan *value* (HSV). *Hue* menunjukkan jenis warna yang ada atau corak warna misalnya hijau. *Saturation* menunjukkan tingkat dominasi kemurnian dari warna sedangkan *Value* menunjukkan ukuran kecerahan warna pada citra [5]. Untuk mentransformasikan citra warna RGB ke warna HSV harus diketahui nilai maksimum dan minimum tiap citra RGB.

$$\begin{aligned} C_{max} &= \max(R, G, B) \\ C_{min} &= \min(R, G, B) \\ C &= C_{max} - C_{min} \end{aligned} \quad (1)$$

2.4. Klasifikasi

Support Vector Machine (SVM) adalah system pembelajaran yang menggunakan fungsi linier pada fitur berdimensi tinggi dan dilatih menggunakan algoritma pembelajaran berdasarkan teori optimasi. Akurasi yang dihasilkan model algoritma ini sangat bergantung pada parameter yang digunakan dan keputusan fungsi kernel. Algoritma SVM dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu SVM linier dan SVM nonlinier. SVM linear digunakan untuk mengolah data yang dapat dipisahkan secara linear dan SVM nonlinier digunakan untuk data yang tidak bisa dibedakan secara linear sehingga menggunakan kernel untuk memisahkannya [6].

2.5. Evaluasi

Evaluasi performa model machine learning sangat penting untuk memastikan performa yang dihasilkan. Metode yang umum digunakan adalah *Confusion matrix*, *confusion matrix* adalah tabel visualisasi performa yang dihasilkan sebuah model berdasarkan nilai aktual dan nilai prediksi. Metode tersebut menghasilkan akurasi, *precision*, *recall*.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (2)$$


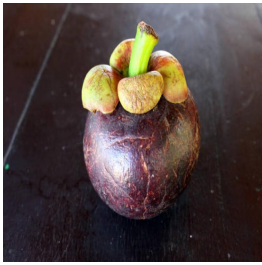
$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

3. Hasil dan Diskusi

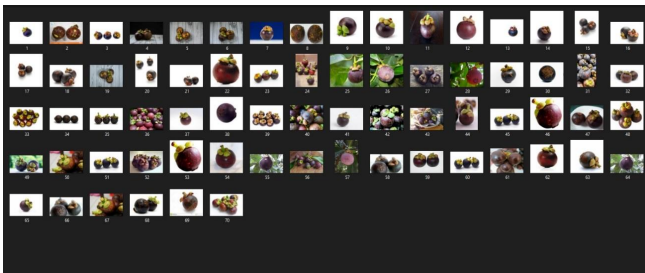
Dalam penelitian ini, Sistem klasifikasi kematangan buah manggis memanfaatkan ekstraksi ciri HSV dan algoritma SVM untuk memisahkan data berdasarkan tingkat kematangannya. Untuk mendukung penelitian, Bahasa pemrograman python digunakan bersama dengan sejumlah pustaka seperti cv2, numpy, sklearn (scikit-learn), dan matplotlib.pyplot. Tingkat kematangan buah manggis yang dianalisis terdiri dari manggis mentah dan matang. Berikut adalah contoh tingkat kematangan buah manggis yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Tingkat Kematangan Buah Manggis

Manggis Mentah	Manggis Matang
	

3.1. Dataset Buah Manggis

Penelitian ini menggunakan 140 Data citra Buah manggis yang diambil dari MangCutDuyv1 melalui website Roboflow. Dari 140 data tersebut telah dikelompokan menjadi dua label yaitu mentah dan matang dengan jumlah data yang sama. 90% dari dataset akan dipakai sebagai data latih dan 20% dari dataset akan digunakan sebagai data uji.



Gambar 2. Contoh Dataset Manggis

3.2. Tahap Preprocessing

Data citra yang telah dikumpulkan akan dilakukan cropping untuk menghilangkan bagian yang kurang penting pada citra setelah itu dilakukan resize untuk mengubah *rasio* ukuran gambar sehingga mempermudah Analisa gambar dan mengurangi ukuran penyimpanan yang digunakan.

Tabel 2. Citra Manggis sebelum dan sudah di crop

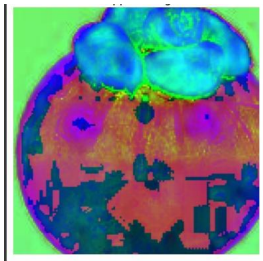


3.3. Ekstraksi fitur HSV

Pada tahapan ini gambar akan diubah kedalam hsv untuk mendapatkan ekstraksi nilai objek gambar. Diawali dengan mengambil nilai gambar rgb yang diubah kedalam hsv lalu nilai dari setiap parameter yaitu hue, saturation, value.



Gambar 3. Gambar data dalam RGB



Gambar 4. Gambar data dalam HSV

Dari gambar rgb tersebut akan diubah menjadi gambar hsv untuk mendapatkan informasi mean dari hue, saturion, value setiap gambar. Berikut adalah gambar buah manggis yang sudah diubah menjadi hsv dan tabel mean dari hsv.

Tabel 3. Nilai mean dari hsv buah manggis

Gambar	Hue	Saturion	Value	Matang/Mentah(0/1)
Gambar_1	52.21	57.54	190.17	1
Gambar_2	21.42	102.32	139.00	1
Gambar_3	42.92	47.59	191.36	1
Gambar_4	19.38	103.50	50.07	1

Gambar	Hue	Saturion	Value	Matang/Mentah(0/1)
Gambar_5	39.36	172.81	141.47	0
Gambar_6	48.49	79.28	207.76	0
Gambar_7	47.72	132.73	166.25	0

3.4. Klasifikasi SVM

Klasifikasi merupakan tahap akhir, metode yang digunakan adalah SVM. SVM merupakan algoritma penyelesaian masalah pengklasifikasian dengan mencari hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas pada ruang input.

```
# Menggabungkan data dan label
features = np.array(data_mentah + data_matang)
labels = np.array(labels_mentah + labels_matang)

# Membagi data menjadi set pelatihan dan pengujian
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(features, labels, test_size=0.2, random_state=42)

# Inisialisasi model SVM dengan kernel linear
model = svm.SVC(kernel='linear')

# Melatih model dengan data pelatihan
model.fit(X_train, y_train)

# Membuat prediksi pada data pengujian
predictions = model.predict(X_test)

# Menampilkan laporan klasifikasi dan akurasi
print(classification_report(y_test, predictions))
print("Accuracy:", accuracy_score(y_test, predictions))
```

Gambar 5. Kodingan klasifikasi SVM

Pertama model dilatih menggunakan `fit` yang mengambil `x_train` (fitur dari data pelatihan) dan `y_train` (label dari data pelatihan). Proses ini melibatkan penyesuaian hyperplane untuk memisahkan kelas. Setelah model dilatih kemudian di evaluasi pada set data pengujian (`x_test`), (`y_test`). Fungsi `predict()` digunakan untuk mendapatkan prediksi label berdasarkan fitur dari data pengujian. Mendapatkan akurasi sebesar 96%.

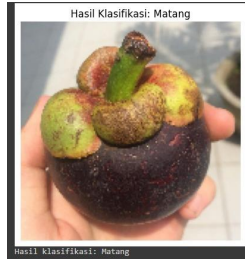
	precision	recall
0	1.00	0.93
1	0.92	1.00
accuracy	0.96	0.97
macro avg	0.96	0.96
weighted avg	0.96	0.96
Accuracy: 0.9615384615384616		

Gambar 6. Akurasi, precision, recall

3.5. Hasil Akhir

Dalam penelitian ini, kami telah mengembangkan dan menguji model klasifikasi SVM dengan kernel linear untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah manggis dari fitur visual yang diekstrak dari gambar. Model ini dilatih menggunakan dataset yang terdiri dari gambar buah manggis yang telah dikategorikan sebagai matang dan mentah. Evaluasi pada set data pengujian menunjukkan bahwa model ini mampu mengklasifikasikan kematangan buah manggis dengan akurasi yang tinggi, mencapai skor akurasi keseluruhan sebesar 96%. Laporan klasifikasi

mengungkapkan nilai precision, dan recall yang memuaskan untuk kedua kelas, menandakan bahwa model efektif dan seimbang dalam mengidentifikasi kedua kategori kematangan.



Gambar 7. Hasil klasifikasi kematangan Buah Manggis

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem klasifikasi kematangan buah manggis menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM) dan fitur ekstraksi nilai Hue, Saturation, dan Value (HSV) dari citra buah manggis. Dataset yang digunakan terdiri dari 140 citra, dengan 70 citra manggis matang dan 70 citra manggis mentah. Proses preprocessing seperti cropping dan resizing dilakukan untuk menyeragamkan ukuran citra. Dengan mengonversi citra RGB ke ruang warna HSV dan mengambil nilai rata-rata HSV sebagai fitur, sistem dilatih menggunakan algoritma SVM kernel linear untuk membedakan buah matang dan mentah. Evaluasi menggunakan confusion matrix menunjukkan sistem mampu mencapai akurasi klasifikasi yang tinggi yaitu 96%, dengan nilai precision, dan recall yang memuaskan untuk kedua kelas. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan label kematangan menjadi tiga kelas yaitu matang, setengah matang, dan mentah. Hal ini dapat meningkatkan keakuratan sistem dalam menilai tingkat kematangan buah secara lebih rinci dan komprehensif.

Daftar Pustaka

- [1] YuM. R. Yusuf, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Manggis Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors Berdasarkan Ekstraksi Ciri Tekstur Local Binary Pattern (Lbp) Dan Ekstraksi Ciri Warna Hsv," Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, 2023.
- [2] T. Lalu Rizki, "Klasifikasi Kematangan Buah Manggis Berdasarkan Warna Dan Tekstur Menggunakan K-Nearest Neighbor," Doctoral dissertation, Universitas Mataram, 2023.
- [3] R. A. Saputra, D. Puspitasari, and T. Baidawi, "Deteksi Kematangan Buah Melon Dengan Algoritma Support Vector Machine Berbasis Ekstraksi Fitur GLCM," Jurnal Infotech, vol. 4, no. 2, pp. 200-206, 2022.
- [4] M. Arief, "Klasifikasi kematangan buah jeruk berdasarkan fitur warna menggunakan metode SVM," Journal of Computer Science and Visual Communication Design, vol. 4, no. 1, pp. 9-16, 2019.
- [5] M. F. Wibawa, M. A. Rahman, and A. W. Widodo, "Penerapan Ruang Warna HSV dan Ekstraksi Fitur Tekstur Local Binary Pattern untuk Tingkat Kematangan Sangrai Biji Kopi," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 5, no. 7, pp. 2819-2825, 2021.
- [6] P. G. D. Wismagatha and I. W. Santiyasaa, "Optimasi SVM untuk Klasifikasi Warna: Investigasi Terhadap Pengaruh Fungsi Kernel dan Penyetelan Parameter."

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong

Klasifikasi Ngengat dan Kupu-Kupu Menggunakan Metode GLCM dan Support Vector Machine

I Dewa Made Mardana^{a1}, Luh Gede Astuti^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
dewamardana33@gmail.com
lg.astuti@unud.ac.id (Corresponding Author)

Abstract

Butterflies and moths are two types of insects that share similarities in their appearance and physical characteristics. Both insects exhibit a variety of colors, patterns, and body shapes that are often difficult to distinguish. This research aims to classify butterflies and moths using feature extraction from the Gray-Level Co-occurrence Matrix. The feature extraction process involves extracting values such as correlation, homogeneity, contrast, and energy from angles of 0°, 45°, 90°, and 135° in each butterfly and moth image. Furthermore, the Support Vector Machine method is used for classification. The research results indicate that using feature extraction from the Gray-Level Co-occurrence Matrix and the Support Vector Machine method can achieve an accuracy of 68.11%, with precision, recall, and F1-Score values of 70.0%, 68.0%, and 68.0%, respectively.

Keywords: Classification, Gray-Level Co-occurrence Matrix, Feature extraction, Support Vector Machine, Butterflies, Moths

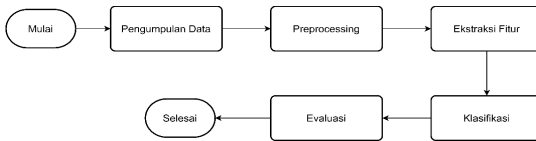
1. Pendahuluan

Akhir akhir ini penelitian di bidang citra mengalami perkembangan yang sangat pesat, Penelitian di bidang citra meliputi pendeteksian objek, analisis emosi wajah dan klasifikasi. Klasifikasi merupakan sebuah penelitian yang dilakukan untuk membedakan antara dua atau lebih objek, klasifikasi bertujuan untuk mempermudah membedakan sebuah objek tertentu seperti membedakan jenis cengkeh berdasarkan tekstur daun [1], klasifikasi penyakit pada padi berdasarkan daun [2] dan klasifikasi jenis kupu – kupu [3]. Ngengat adalah sebuah serangga yang sangat mirip dengan kupu – kupu, cukup sulit membedakan ngengat dan kupu – kupu sehingga ini menjadi landasan penelitian ini untuk melakukan klasifikasi untuk membedakan ngengat dan Kupu – kupu. Untuk melakukan klasifikasi kupu – kupu dan ngengat perlu dilakukan analisis untuk mencari struktur pola supaya bisa dilakukan klasifikasi. *Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* adalah metode yang digunakan untuk mengekstraksi fitur tekstur dari citra, yang berfokus pada hubungan antara intensitas piksel dalam citra [4]. Metode ini bekerja dengan menghitung frekuensi munculnya pasangan nilai *grayscale* pada citra yang berdekatan. Hasil analisis ini kemudian digunakan sebagai fitur untuk *Support vector machine (SVM)*, yang merupakan algoritma klasifikasi yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan fitur-fitur yang diperoleh dari citra. *Support vector machine* merupakan metode yang bekerja dengan cara mendefinisikan batas antara dua kelas dengan jarak maksimal dari data yang terdekat, jarak maksimal ini didapatkan dengan menemukan *hyperplane* (garis pemisah) terbaik pada input *space* yang diperoleh dengan mengukur margin *hyperplane* [5]. Metode ini bekerja dengan mencari *hyperplane* yang terbaik untuk memisahkan kelas-kelas yang berbeda. SVM dapat digunakan dengan berbagai jenis kernel, seperti kernel *linear*, *polynomial*, dan *radial basis function (RBF)*, yang memungkinkan penggunaan metode ini dalam berbagai aplikasi. Penggunaan metode *Gray-Level Co-occurrence Matrix* dan *Support Vector Machine* dalam proses klasifikasi sudah pernah dilakukan seperti pada penelitian mengenai klasifikasi daging menggunakan metode *Gray-Level Co-occurrence Matrix* dan *Support Vector Machine* [6], yang dimana menggunakan metode *Gray-Level Co-occurrence Matrix* untuk menganalisis struktur pola pada citra daging sedangkan metode SVM digunakan untuk memprediksi jenis daging

berdasarkan fitur -fitur yang diperoleh dari metode *Gray-Level Co-occurrence Matrix*. Pada penelitian ini dapat menunjukkan tingkat pengenalan yang juga tinggi, dengan menghasilkan nilai akurasi sebesar 87,5%. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan penggunaan metode *Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* dan *Support Vector Machine (SVM)* untuk klasifikasi antara kupu – kupu dan ngengat.

2. Metode Penelitian

Dalam upaya mencapai hasil terkait klasifikasi Ngengat dan Kupu-kupu menggunakan *Gray-Level Co-occurrence Matrix*, penelitian ini mengikuti serangkaian langkah-langkah yang telah ditetapkan. Langkah-langkah penelitian tersebut meliputi tahap-tahap seperti pengumpulan data, *preprocessing* data, ekstraksi fitur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix*, pemilihan fitur yang relevan, pelatihan model klasifikasi, dan evaluasi yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

Seluruh tahapan ini akan dilakukan dengan menggunakan virtual komputer pada *google Colab* yaitu sebuah *executable document* yang dapat digunakan untuk menyimpan, menulis, serta membagikan program yang telah ditulis melalui *Google Drive [7]*.

2.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diambil dari website *Kaggle [8]*, data yang diambil merupakan data citra, data citra yang digunakan dibagi menjadi dua jenis yaitu data citra kupu – kupu yang terdiri dari 5 jenis kupu – kupu sebanyak 602 data dan data citra ngengat yang terdiri 5 jenis ngengat sebanyak 664 data. Sehingga dalam penelitian ini menggunakan 1266 data citra. Contoh dataset yang digunakan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Contoh Dataset

2.2 Preprocessing

Preprocessing merupakan langkah awal dalam pemrosesan citra, yang bertujuan untuk mempersiapkan data dengan membersihkannya agar siap untuk tahapan selanjutnya. Dalam penelitian ini, terdapat tiga tahapan utama dalam proses *preprocessing*. Pertama, dilakukan *Resize* ke ukuran 260 x 160 piksel untuk menstandarisasi proporsi citra dalam dataset, Ukuran ini dipilih berdasarkan Hasil tertinggi diperoleh pada dataset citra dengan ukuran gambar

256x160 piksel [3], sehingga semua citra memiliki ukuran yang seragam. Untuk melakukan *resize* pada dataset menggunakan *library* dari *OpenCV*, *OpenCV* adalah sebuah *library* open-source yang dikembangkan oleh Intel yang fokus untuk menyederhanakan pemrograman terkait citra digital [9]. Kedua, dilakukan proses *Cropping* untuk menghilangkan *background* yang tidak relevan atau mengganggu, sehingga fokus analisis lebih terarah pada objek yang diinginkan. Untuk proses *Cropping* menggunakan *rembg*, *rembg* adalah perpustakaan yang digunakan untuk menghapus latar belakang dari gambar [10]. Selanjutnya, dilakukan konversi ke *grayscale* untuk mengubah citra menjadi skala keabuan menggunakan *OpenCV* [9], Hasil dari proses ini memungkinkan representasi yang lebih sederhana namun tetap mempertahankan informasi penting dalam citra. Terakhir akan dilakukan pemberian label pada data kupu – kupu dan Ngepat.

2.3 Ekstraksi Fitur

Dalam penelitian ini, ekstraksi fitur dilakukan menggunakan *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), metode yang digunakan untuk mengekstraksi fitur tekstur dari citra, yang berfokus pada hubungan antara intensitas piksel dalam citra [4]. GLCM digunakan untuk merepresentasikan hubungan antara dua piksel yang bertetangga, berdasarkan intensitas keabuan, jarak, dan sudut di antara mereka. Dalam penelitian ini Terdapat empat sudut yang akan digunakan, yaitu 0°, 45°, 90°, 135°. Ekstraksi fitur ini menghasilkan beberapa metrik seperti *correlation*, *homogeneity*, *contrast*, dan *energy*, yang kemudian akan digunakan sebagai parameter dalam proses pengklasifikasian. Proses ekstraksi fitur dengan menggunakan *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) ini menggunakan *library* dari *skimage.feature* yaitu module *greycomatrix* untuk mendapatkan GLCM matrix, dan *greycomprops* untuk menghitung metric pada GLCM [11].

2.4 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan proses pengelompokan objek ke dalam kategori atau kelas yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam proses ini, model klasifikasi mempelajari dan mengenali pola yang ada pada setiap data yang tersedia. Pola-pola ini kemudian digunakan sebagai acuan untuk mengklasifikasikan data baru yang masuk. Dalam pengembangan model, algoritma *Support Vector Machine* (SVM) diterapkan sebagai metode klasifikasi. SVM adalah metode klasifikasi yang mampu memisahkan dua kelas dengan mencari *hyperplane* terbaik. Dengan menggunakan SVM, model dapat mempelajari pola-pola yang kompleks dan mampu mengklasifikasikan data baru. Dataset dibagi menjadi dua bagian, di mana 80% digunakan sebagai data latih dan 20% sebagai data uji. Untuk Pemodelan *Support Vector Machine* Menggunakan *library* dari *sklearn.svm* [12].

2.5 Evaluasi

Evaluasi kinerja sebuah model klasifikasi sangat penting untuk memahami sejauh mana model tersebut dapat melakukan prediksi dengan akurat. Salah satu metode evaluasi yang umum digunakan adalah *Confusion Matrix*, yang merupakan tabel visualisasi performa model berdasarkan perbandingan antara nilai aktual dan nilai prediksi. *Confusion Matrix* memberikan informasi tentang akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.

3. Hasil dan Diskusi

Berdasarkan tahapan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil dari setiap tahapannya, yang meliputi Pengumpulan Data, *preprocessing*, ekstraksi ciri, identifikasi, dan akurasi. Selanjutnya, tahapan penelitian yang tergambar pada Gambar 1 akan dianalisis secara menyeluruh untuk mengevaluasi keakuratan metode yang digunakan, yaitu *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan *Support Vector Machine* (SVM).

3.1 Preprocessing

Dataset yang sudah didapatkan ini kemudian akan di proses pada tahapan *preprocessing*. Tahapan *preprocessing* yang dilakukan melibatkan beberapa langkah. Langkah pertama adalah melakukan *resize* data citra ke ukuran 256 x 160 untuk menstandarisasi ukuran citra. Selanjutnya,

dilakukan proses *cropping*. *Cropping* dilakukan untuk menghilangkan bagian latar belakang yang tidak diperlukan, sehingga fokus analisis lebih terarah pada objek yang diinginkan. Setelah itu, dilakukan konversi data citra ke citra *grayscale* untuk memudahkan representasi visual dalam skala keabuan.

```
resize = cv2.resize(img_np, (256,160))  
img_without_bg = remove(resize)  
gray = cv2.cvtColor(img_without_bg, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
```

Gambar 3. kode *Resize*, *Cropping* dan *grayscale* pada data citra

Data Citra yang sudah di konversi ke citra *grayscale* akan diberikan label, data citra kupu – kupu akan diberikan label 1, sedangkan Ngengat akan diberikan label 2. Hasil dari tahapan preprocessing ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 4. Citra Ngengat setelah melalui Preprocessing

3.2 Ekstraksi Fitur

Dalam penelitian ini, ekstraksi fitur dilakukan menggunakan metode Gray-Level Co-occurrence Matrix. Citra yang digunakan sebagai inputan telah melalui proses *preprocessing* sebelumnya. Proses ekstraksi fitur dimulai dengan pembentukan matriks *co-occurrence* dari setiap citra. Selanjutnya, fitur ekstraksi GLCM seperti *correlation*, *homogeneity*, *contrast*, *energy* dihitung dari matriks *co-occurrence* dengan menggunakan empat sudut yang berbeda, yaitu 0°, 45°, 90°, dan 135°. Beberapa contoh hasil ekstraksi fitur sudut 0° ditunjukkan pada Tabel 1.

```
from skimage.feature import greycomatrix, greycoprops  
  
# ===== calculate greycomatrix() & greycoprops() for angle 0, 45, 90, 135 =====  
def calc_glc_all_agls(img, label, props, dists=[1], agls=[0, np.pi/4, np.pi/2, 3*np.pi/4], lvl=256, sym=True, norm=True):  
    glcm = greycomatrix(img, distances=dists, angles=agls, levels=lvl, symmetric=sym, normed=norm)  
    feature = []  
    glcm_props = [property for name in props for property in greycoprops(glcm, name)[0]]  
    for item in glcm_props:  
        feature.append(item)  
    feature.append(label)  
  
    return feature  
  
properties = ['correlation', 'homogeneity', 'contrast', 'energy']  
calc_glc_all_agls(img, label, props=properties)
```

Gambar 5. Kode Tahapan Ekstraksi Fitur dengan GLCM

Tabel 1. Contoh Hasil Ekstraksi fitur sudut 0°

correlation_0	homogeneity_0	contrast_0	energy_0	label
973.771.099.613	6.253.468.288.021	23.065.051.470.591	5.810.545.413.696	1
9.725.048.637.706	5.048.634.779.628	1.656.605.882.353	4.321.822.166.234	1
9.647.664.472.336	5.207.696.740.206	4.113.839.950.980	4.774.696.706.391	1
9.637.722.697.987	5.256.519.999.442	3.366.884.558.823	4.789.941.160.407	1
9.788.590.105.854	5.417.382.290.576	3.856.483.333.334	4.850.718.826.043	2
9.797.343.101.682	5.357.271.974.141	36.022.159.313.729	43.418.496.872.864	2
9.603.929.785.765	4.757.571.711.068	5.404.516.176.471	42.532.967.176.171	2
9.669.742.827.517	46.902.275.106.077	3.844.170.098.039	4.142.118.872.375	2

3.3 Klasifikasi

Pada tahap klasifikasi, digunakan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan kernel linear. Proses klasifikasi dimulai dengan penskalaan fitur menggunakan *StandardScaler* untuk memastikan bahwa semua fitur memiliki skala yang seragam. Setelah itu, data dibagi menjadi data latih (*training data*) dan data uji (*test data*) dengan menggunakan *train_test_split* dari library *scikit-learn*. Model SVM kemudian dilatih menggunakan data latih dan dievaluasi menggunakan data uji. Dengan menggunakan kernel linear, model klasifikasi SVM diharapkan mampu memisahkan dengan baik antara citra-citra kupu-kupu dan ngengat. Proses klasifikasi ini bertujuan untuk menghasilkan model klasifikasi yang akurat dan dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data baru dengan tepat.

```
#Penskalaan Fitur Menggunakan StandardScaler
scaler = StandardScaler()
scaler.fit(X)
X = scaler.transform(X)

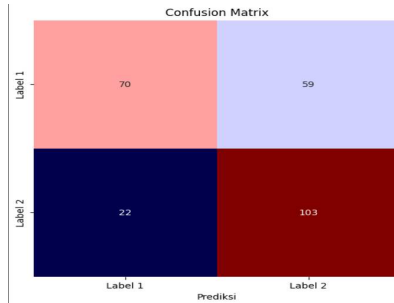
#Pembagian Data Latih dan uji ( test_size=0.2 = 20% untuk Testing )
x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(X,Y, test_size=0.2, random_state=42)

#Modeling SVM Dengan Menggunakan Kernel Linear,
clf = SVC(kernel='linear')
clf.fit(x_train, y_train)
```

Gambar 6. Penskalaan Fitur dan Pelatihan Model SVM

3.4 Evaluasi

Evaluasi merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini yang bertujuan untuk menilai kinerja dari model klasifikasi yang telah dikembangkan. Pada tahap evaluasi ini, model *Support Vector Machine* (SVM) yang telah dilatih sebelumnya akan digunakan untuk melakukan prediksi terhadap data uji. Setelah melakukan prediksi, dilakukan perhitungan untuk mengetahui jumlah data yang berhasil diprediksi dengan benar dan jumlah data yang gagal diprediksi. Hasilnya bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 7. Confusion Matrix

Berdasarkan *Confusion Matrix* yang terdapat pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa dari total 129 data dengan label 1 yang merupakan kupu-kupu, model berhasil memprediksi dengan benar sebanyak 70 data, sementara 59 data diprediksi sebagai ngengat. Sedangkan dari total 125 data dengan label 2 yang merupakan ngengat, model berhasil memprediksi dengan benar sebanyak 103 data, namun terdapat 22 data yang salah diprediksi sebagai kupu-kupu. Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-score*, nilai akurasi dari model juga dievaluasi untuk mendapatkan gambaran keseluruhan tentang kinerja model klasifikasi. Detail evaluasi ini ditampilkan dalam Gambar 6.

```

Jumlah data berhasil diprediksi: 173
Jumlah data gagal diprediksi: 81
      precision    recall  f1-score   support

   1         0.76     0.54     0.63     129
   2         0.64     0.82     0.72     125

 accuracy                   0.68     254
 macro avg                 0.70     0.68     0.68     254
 weighted avg              0.70     0.68     0.67     254

Akurasi SVM : 68.11%
    
```

Gambar 8. Hasil Evaluasi

Berdasarkan Hasil Evaluasi yang dapat dilihat pada gambar 6, Model *Support Vector Machine* yang dilatih dengan fitur ekstraksi *Gray-Level Co-occurrence Matrix correlation* seperti *homogeneity*, *contrast*, dan *energy*, dengan menggunakan empat sudut yaitu 0°, 45°, 90°, dan 135° berhasil mendapatkan akurasi sebesar 68.11%, nilai *precision* 70.0%, nilai *recall* 68. % dan *f1-score* sebesar 68.0%

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dari tahapan pengumpulan data, *preprocessing*, ekstraksi fitur, dan klasifikasi, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode Ekstraksi Fitur *Gray-Level Co-occurrence Matrix* dengan mengambil fitur *correlation*, *homogeneity*, *contrast*, dan *energy* dari sudut 0°, 45°, 90°, dan 135° menggunakan Model klasifikasi yang dikembangkan menggunakan

Support Vector Machine mampu menghasilkan akurasi sebesar 68,11%. Metode ini berhasil mengklasifikasikan jenis-jenis serangga, seperti kupu-kupu dan ngengat, dengan nilai *precision*, *recall*, dan *F1-Score* masing-masing sebesar 70,0%, 68,0%, dan 68,0%. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat meliputi beberapa tahapan tambahan, seperti seleksi fitur, ekstraksi fitur warna, dan tahapan lainnya. Selain itu, juga disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan model SVM multiclass guna meningkatkan akurasi model.

Daftar Pustaka

- [1] S. Talib, S. Sudin, and M. D. Suratin, "Penerapan Metode Support Vector Machine (Svm) Pada Klasifikasi Jenis Cengkeh Berdasarkan Fitur Tekstur Daun," *J. PROSI/SKO*, vol. 11, 2024.
- [2] A. A. Huda, B. Setiaji, and F. R. Hidayat, "Implementasi Gray Level Co-Occurrence Matrix (GlcM) Untuk Klasifikasi Penyakit Daun Padi," *J. Pseudocode*, vol. 9, 2022, [Online]. Available: www.ejournal.unib.ac.id/index.php/pseudocode
- [3] D. Satria, Y. Kartika, and H. Maulana, "Classification of color features in butterflies using the Support Vector Machine (SVM)," *Netw. Secur. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 83–87, 2021.
- [4] A. K. Ulandari, G.K. Ramdhani, Wahyuningsih, M. N. Arwansyuri and F. Bimantoro, "Klasifikasi Jeruk Segar dan Busuk Melalui GLCM dan HSV dengan Menggunakan Metode ANN," *Pros. Semin. Nas. Teknol. DAN SAINS TAHUN 2024*, vol. 3, 2024.
- [5] R. A. Rizal, I. S. Girsang, and S. A. Prasetyo, "Klasifikasi Wajah Menggunakan Support Vector Machine (SVM)," *REMIK (Riset dan E-Jurnal Manaj. Inform. Komputer)*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2019, doi: 10.33395/remik.v3i2.10080.
- [6] N. Neneng, K. Adi, and R. Isnanto, "Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Citra Jenis Daging Berdasarkan Tekstur Menggunakan Ekstraksi Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrices (GLCM)," *J. Sist. Inf. BISNIS*, vol. 6, no. 1, p. 1, Nov. 2016, doi: 10.21456/vol6iss1pp1-10.
- [8] Gerry, (2023, April). Butterfly & Moths Image Classification 100 species, Version 13. Retrieved May 1, 2024 from <https://www.kaggle.com/discussions/general/46091>
- [9] H. A. Sidharta, "Introduction to Open CV" Binus University. <https://binus.ac.id/malang/2017/10/introduction-to-open-cv/> (accessed May 2, 2024).
- [10] M. Das, "Rembg: Menghapus Latar Belakang dengan Mudah dengan Python" Medium. <https://medium.com/@HeCanThink/rembg-effortlessly-remove-backgrounds-in-python-c2248501f992> (accessed May 2, 2024).
- [11] M. Yunus, "Feature Extraction : Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)" Medium. <https://yunusmuhammad007.medium.com/feature-extraction-gray-level-co-occurrence-matrix-glcM-10c45b6d46a1> (accessed May 2, 2024).
- [12] "Support Vector Machines" scikit-learn.org. <https://scikit-learn.org/stable/modules/svm.html> (accessed May. 1, 2024).

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong

Penentuan Akor Piano dengan Algoritma *Short Time Fourier Transform*

Theresia Angel Oktarina Pasaribu^{a1}, Luh Gede Astuti^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹oktarinapasaribu4@gmail.com
²g.astuti@unud.ac.id (Corresponding Author)

Abstract

This research aims to develop a system that is able to identify the key of piano chords in a piece of music using the Short Time Fourier Transform (STFT) method, which is carried out based on frequency analysis of the basic notes that form the piano chord. STFT is used to analyze the audio signal of a piano chord and decompose its frequency spectrum over time. This method is implemented in the Google Colab environment with the Python programming language. The data used is the Piano Triads Wavset dataset which contains combinations of notes in a piano chord. The analysis process begins with data exploration to understand the patterns in the chords, then the system carries out analysis to determine the key to the chords. Test results show that this system has an accuracy of 54.83% in determining piano chords.

Keyword: STFT, Chord, Piano, Frequency, Notes

1. Pendahuluan

Dalam dunia musik, pemahaman akan harmoni dan akor memegang peranan penting dalam menciptakan karya-karya yang memikat pendengar. Di antara berbagai instrumen musik, piano sering kali menjadi tulang punggung dalam menyusun melodi dan harmoni. Pengenalan akor pada piano menjadi tantangan tersendiri dalam pengembangan sistem yang mampu memahami dan memanfaatkan struktur harmonis dari karya musik. Berdasarkan teori musik, nada memiliki ketetapan nilai awal atau dasar nada, yaitu A4 pada frekuensi 440 Hz (A4 = 440 Hz), yang menjadi fondasi dalam pembentukan harmoni [1]. Dalam konteks ini, penggunaan teknologi dan algoritma komputasi menjadi solusi yang menjanjikan. Salah satu algoritma yang telah terbukti efektif dalam menganalisis sinyal audio adalah *Short Time Fourier Transform* (STFT). *Short-Time Fourier Transform* (STFT) adalah algoritma yang digunakan untuk mengubah sinyal waktu menjadi sinyal frekuensi. STFT memungkinkan kita untuk menguraikan sinyal audio menjadi domain frekuensi serta memperhatikan perubahan-perubahan dalam spektrum frekuensi seiring berjalannya waktu[2]. Dalam konteks analisis sinyal, STFT membantu dalam mengidentifikasi frekuensi sinyal yang dominan dan membantu dalam mengenali pola-pola yang terdapat dalam sinyal. Dalam penentuan akor piano, STFT digunakan untuk mengubah sinyal audio menjadi sinyal frekuensi, sehingga memungkinkan analisis frekuensi yang lebih detail dan presisi. Dengan demikian, STFT membantu dalam mengenali akor piano dengan lebih baik dan akurat. Penggunaan Metode *Short Time Fourier Transform* (STFT) dalam penentuan akor sudah dibuktikan pada penelitian terdahulu, seperti pada penelitian mengenai Penentuan Akor gitar dengan Menggunakan Algoritma *Short Time Fourier Transform* [3] Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan dari window pada STFT terhadap penentuan nada berdasarkan frekuensi. Dari rancangan tersebut, hasil keakuratan system yang telah dibuat, mencapai 60% hingga 70%. Selain itu, pada penelitian lain terdapat pengembangan aplikasi pengenalan nada piano berbasis STFT [4]. Oleh karena itu, penelitian ini akan menerapkan algoritma *Short Time Fourier Transform* sebagai metode untuk menentukan akor piano. Penelitian ini merupakan gabungan dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang penggunaan algoritma STFT

untuk menentukan akor gitar dan pengenalan nada piano, sehingga dalam penelitian ini, algoritma STFT akan digunakan untuk menentukan akor piano dengan lebih akurat dan efektif.

2. Metode Penelitian

2.1. Akor Piano

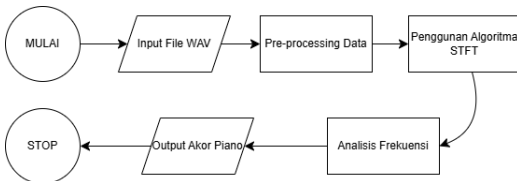
Akor adalah perpaduan beberapa nada yang apabila dimainkan secara bersama maka akan terdengar harmonis. Dalam pembuatan akor, dapat dimainkan secara bersama-sama atau serentak atau bergantian (Arpeggio). Paduan nada sebagai penyerta melodi. Keterpaduan nada-nada dalam akor terlihat pada aransemen lagu dengan banyak alat musik dan aransemen lagu untuk untuk paduan suara. Nada-nada yang berasal dari instrumen musik atau berbagai jenis suara yang dibunyikan Bersama-sama akan membentuk suatu akor [5]. Jenis-jenis akor dapat dikelompokkan berdasarkan karakteristik nada-nada yang membentuk akor tersebut. Berikut adalah beberapa jenis akor yang umum digunakan dalam teori musik:

- a. Akor Mayor (Major Chord)
Akor mayor adalah akor yang terdiri dari nada akor, nada ketiga mayor, dan nada kelima. Notasi umum untuk akor mayor adalah menggunakan huruf tanpa tambahan tanda atau angka, misalnya C untuk akor C mayor.
- b. Akor Minor (Minor Chord)
Akor minor adalah akor yang memiliki nada akor, nada ketiga minor (selisih satu setengah nada dari nada Akor Dim (Diminished Chord) Akor diminished adalah akor yang mayor), dan nada kelima. Notasi umum untuk akor minor adalah menggunakan huruf diikuti dengan "m" atau tanda "-", misalnya Am atau A- untuk akor A minor.
- c. Terdiri dari nada akor, nada ketiga minor, dan nada kelima diminis (selisih satu setengah nada dari nada kelima minor). Notasi umumnya menggunakan huruf diikuti dengan "dim," misalnya Cdim untuk akor C diminished.

Dalam notasi akor, rumus dapat ditulis menggunakan huruf dan simbol musik tertentu. Berikut adalah contoh rumus akor untuk akor mayor dan minor pada piano:

- a. **Rumus Akor Mayor**
Untuk akor mayor, rumus umumnya ditulis sebagai 1-3-5, yang mengindikasikan bahwa akor tersebut terdiri dari nada akar (1), nada ketiga (3), dan nada kelima (5). Sebagai contoh, pada akor C mayor, rumusnya adalah C-E-G.
- b. **Rumus Akor Minor**
Untuk akor minor, rumus umumnya ditulis sebagai 1-b3-5, yang mengindikasikan bahwa akor tersebut terdiri dari nada akar (1), nada ketiga minor (b3), dan nada kelima (5). Sebagai contoh, pada akor A minor, rumusnya adalah A-C-E.

2.2. Desain Penelitian



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada penelitian ini, hal yang pertama kali dilakukan adalah melakukan pengumpulan data. Data yang dipakai dalam penelitian ini berupa File audio WAV yang diinput ke dalam system. File Audio tersebut merupakan audio piano yang belum diketahui jenisnya. Namun, untuk mempermudah penelitian ini, dataset yang diambil merupakan audio WAV yang telah dilabeli dengan jenis akor pianonya tersendiri. Setelah dilakukan pengumpulan data, system akan melakukan pre-processing data. Data sinyal audio diolah untuk menghilangkan noise dan mengoptimalkan kualitas sinyal. Langkah ini membantu dalam meningkatkan akurasi analisis frekuensi. Langkah selanjutnya yaitu penggunaan Algoritma STFT. Algoritma STFT digunakan untuk mengubah sinyal audio menjadi sinyal frekuensi. STFT menghitung perkalian kompleks dari sinyal waktu dengan fungsi windowing untuk menghasilkan sinyal frekuensi. Setelah mendapatkan frekuensinya, akan dilakukan analisis frekuensi untuk menentukan sinyal yang lebih dominan. Frekuensi sinyal yang dominan kemudian digunakan untuk mengidentifikasi akor piano yang dihasilkan. Lalu hasil akhir atau output dari system ini berupa akor piano yang telah diidentifikasi berdasarkan frekuensinya.

2.3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, yakni Piano Triads Wavset yang diperoleh dari website kaggle.com [6]. Data ini berupa file ".wav" dengan 248 files dan file ".csv" dengan 1 file. Dimana 248 files ini berisi chord piano yang memiliki nada dasar pembentuknya

	Chord	Note1	Note2	Note3
0	C_maj_2_0	C_2	E_2	G_2
1	C_maj_3_0	C_3	E_3	G_3
2	C_maj_4_0	C_4	E_4	G_4
3	C_maj_5_0	C_5	E_5	G_5
4	C_maj_6_0	C_6	E_6	G_6

Gambar 2. Dataset Akor Piano

2.4. Preprocessing Data

Preprocessing adalah proses persiapan data sebelum dilakukan analisis atau pemodelan lebih lanjut. Tahapan *preprocessing* ini penting untuk memastikan data siap digunakan secara optimal oleh model atau algoritma yang akan diterapkan. Dalam program untuk menentukan akor piano menggunakan *Short Time Fourier Transform*, *preprocessing* diperlukan tergantung pada kualitas dan karakteristik data audio yang digunakan. Tahapan *preprocessing* dalam program ini adalah pemrosesan dan pembersihan Audio, yaitu memastikan bahwa audio yang digunakan memiliki kualitas yang baik dan bebas dari noise yang tidak diinginkan. Menghilangkan noise atau gangguan yang dapat mempengaruhi analisis frekuensi akor piano.

2.5 Short Time Fourier Transform (STFT)

STFT adalah metode analisis sinyal yang digunakan untuk menganalisis bagaimana amplitudo dan frekuensi sinyal bervariasi seiring waktu. Prinsip dasar STFT ialah dengan cara mengambil sinyal ke dalam beberapa segment waktu yang lebih pendek dan menerapkan *Fourier Transform* pada setiap segment sehingga diperoleh spektrum frekuensi. Tahapan Berikutnya adalah analisis dengan STFT.[2] Secara matematis, STFT dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$STFT(t_n, f_k) = \sum_{l=t_n D - \frac{T}{2}}^{t_n D + \frac{T}{2} - 1} w(t_n D - l) x(l) e^{-j2\pi f_k l / T} \tag{1}$$

Secara sederhana proses implementasi STFT terdiri dari frame blocking, windowing dan NFFT. Proses frame blocking digunakan untuk membatasi sinyal selama selang waktu tertentu,

kemudian windowing untuk meratakan sinyal. Window yang digunakan dalam penelitian ini adalah window rectangular [3]. Tahap selanjutnya adalah NFFT, sinyal tiap frame di NFFT dengan rumus:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi nk/N} \tag{2}$$

Karena $X(k)$ merupakan bilangan kompleks maka diambil nilai magnitude-nya sebagai masukan tahap selanjutnya. Sinyal ini akan memberikan informasi tentang komponen frekuensi sinyal siap saat [4]. Untuk menentukan persentase standar piano tipe keyboard berdasarkan teori musik, diperlukan metode analisis yang menggunakan algoritma pengukuran frekuensi. Algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) adalah transformasi yang umum digunakan untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi. Dengan menggunakan FFT, dapat diukur frekuensi suara dalam satuan *hertz* (Hz), sehingga dengan mengimplementasikan algoritma ini, dapat dipahami seberapa tingkat keteraturan frekuensi tangga nada piano berdasarkan standar teori musik.[1] *Short-Time Fourier Transform* (STFT) adalah pengembangan dari *Fast Fourier Transform* (FFT), di mana pada STFT, sinyal diolah secara frame demi frame, dengan jumlah sampel yang tertentu. Masing-masing frame tersebut oleh STFT diterjemahkan ke dalam domain frekuensi. Dengan melakukan transformasi sinyal frame demi frame, maka posisi waktu terhadap frekuensi dapat dengan mudah dipahami [7].

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
C	16.35	32.7	65.41	130.81	261.63	523.25	1046.5	2093	4186
C#	17.32	34.65	69.3	138.59	277.18	554.37	1108.73	2217.46	4434.92
D	18.35	36.71	73.42	146.83	293.66	587.33	1174.66	2349.32	4698.63
D#	19.45	38.89	77.78	155.56	311.13	622.25	1244.51	2489	4978
E	20.6	41.2	82.41	164.81	329.63	659.25	1318.51	2637	5274
F	21.83	43.65	87.31	174.61	349.23	698.46	1396.91	2793.83	5587.65
F#	23.12	46.25	92.5	185	369.99	739.99	1479.98	2959.96	5919.91
G	24.5	49	98	196	392	783.99	1567.98	3135.96	6271.93
G#	25.96	51.91	103.83	207.65	415.3	830.61	1661.22	3322.44	6644.88
A	27.5	55	110	220	440	880	1760	3520	7040
A#	29.14	58.27	116.54	233.08	466.16	932.33	1864.66	3729.31	7458.62
B	30.87	61.74	123.47	246.94	493.88	987.77	1975.53	3951	7902.13

Gambar 3. Frekuensi Nada Piano

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Pengujian Sistem

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kunci dari akor-akor piano yang dimasukkan ke dalam sistem menggunakan bahasa pemrograman *Python* yang dirancang di Google Colab. Dataset yang digunakan berisi informasi mengenai kombinasi nada-nada dalam sebuah akor piano. Proses analisis dimulai dengan memuat dataset ke dalam lingkungan Google Colab dan melakukan eksplorasi data untuk memahami pola-pola yang terdapat dalam akor-akor tersebut.

Selanjutnya, sistem akan melakukan analisis untuk menentukan kunci dari akor-akor tersebut berdasarkan kombinasi nada-nada yang muncul secara konsisten.

Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Fs_min_4_1.wav:	F#5/Gb5
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/D_maj_2_1.wav:	C#4/Db4
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Gs_dim_4_1.wav:	G#5/Ab5
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Cs_min_6_1.wav:	E6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/G_maj_6_0.wav:	G6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Eb_min_4_1.wav:	D#5/Eb5
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/D_maj_3_1.wav:	G4
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/F_min_6_0.wav:	F6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/F_maj_5_0.wav:	C6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/E_min_6_1.wav:	G6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Fs_maj_7_1.wav:	C8
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/A_min_5_0.wav:	E6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Eb_dim_6_0.wav:	F#6/Gb6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/B_min_7_0.wav:	C8
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/A_maj_5_0.wav:	E6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Eb_maj_5_0.wav:	A#5/Bb5
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/A_min_7_1.wav:	C8
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/E_dim_4_1.wav:	E5
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Bb_maj_3_0.wav:	F5
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Gs_dim_7_1.wav:	C8
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Gs_min_3_1.wav:	A#3/Bb3
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Gs_min_6_1.wav:	B6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/G_dim_7_1.wav:	C8
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Gs_dim_6_0.wav:	G#6/Ab6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/A_dim_7_0.wav:	C8
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/B_dim_3_0.wav:	A#3/Bb3
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Fs_maj_4_0.wav:	C#6/Db6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/F_min_6_1.wav:	F7
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/E_dim_7_0.wav:	E7
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Eb_maj_4_1.wav:	D#5/Eb5
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/F_min_2_1.wav:	G3
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/C_min_3_0.wav:	A3
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/F_maj_5_1.wav:	F6
Nada dasar	pembentuk	akor	untuk	/piano/Fs_min_5_0.wav:	C#6/Db6

Gambar 4. Beberapa Hasil Data Yang Diujikan

3.2. Akurasi System

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka akurasi system penentuan akor piano menggunakan metode *Short Time Fourier Transform* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Data yang benar diprediksi sistem}}{\text{Total semua data yang diujikan}} \quad (3)$$

Pada data audio akor piano yang diuji, ditemukan 136 prediksi benar dan 112 prediksi salah. Dengan menerapkan rumus ini, maka didapatkan hasil akurasi sebesar 54,83%

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa akurasi penentuan akor piano dengan menggunakan metode *Short Time Fourier Transform* berada pada 54,83% akurat. Meskipun demikian, terdapat ruang untuk meningkatkan akurasi system dalam menentukan kunci akor. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan lebih lanjut dalam

memahami dan memanfaatkan struktur harmonis dari karya musik, serta meningkatkan kemampuan system dalam mengenali dan menganalisis akor akor musik dengan lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] H. C. Palondongan, E. Budiman, dan M. Taruk, "Analisis Frekuensi Nada Piano Menggunakan Algoritma Fast Fourier Transform," *JURTI*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [2] B. Kamiel dan M. R. Fadilah, "Aplikasi *Short Time Fourier Transform* (STFT) untuk Diagnosa Kerusakan Bantalan Gelinding," *Aplikasi Short Time Fourier Transform (STFT) untuk Diagnosa Kerusakan Bantalan Gelinding*, vol. 7, no. 2, hlm. 118–127, 2023, doi: 10.18196/jmpm.v7i2.19813.
- [3] A. Trifena, D. Saragih, A. Rizal, dan R. Magdalena, "Penentuan Akor Gitar Dengan Menggunakan Algoritma *Short Time Fourier Transform*," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 2009.
- [4] I. Putu dkk., "Pengenalan Nada Piano dengan Algoritma *Short Time Fourier Transform* (STFT)," 2024.
- [5] Candra Novitasari, "Pengertian Akor | Nama, Simbol, Fungsi, Gambar, Rumus," <https://pelajarindo.com/pengertian-akor/>.
- [6] David Roberts, "Piano Triads Wavset," <https://www.kaggle.com/davidbroberts/piano-triads-wavset/data>.
- [7] K. Yani, A. Rizal, dan B. Prasetya, "Analisis Kinerja Algoritma *Short Time Fourier Transform* (Stft) Untuk Deteksi Sinyal Carrier Frequency Hopping Spread Spectrum (Fhss) Cdma," 2008.

Pengelompokan Lagu Populer untuk Musik Gym Menggunakan Metode K-Means Clustering

Pande Nyoman Weda Wesnawa^{a1}, Made Agung Raharja

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹wesnawa.2208561021@student.unud.ac.id
made.agung@unud.ac.id

Abstract

Music streaming has emerged as the primary mode for individuals to enjoy music while exercising at the gym. Spotify, among the largest music streaming platforms, surveyed 2,000 gym users in the US, revealing that 82% utilize Spotify during workouts. Studies indicate music significantly influences workout quality. This study aims to cluster popular Spotify songs of 2023 using K-Means based on audio attributes like tempo, energy, and danceability. Data sourced from Kaggle's 2023 Spotify dataset underwent preprocessing. Utilizing the Elbow method, optimal cluster count determination yielded two clusters: one apt for gym use and another unsuitable. Out of 954 songs, 72.3% were gym appropriate. Visualizations via pie charts and 3D scatter plots depicted clusters based on BPM, energy, and danceability. Purity evaluation scored 1.0, ensuring accurate cluster formation. This research aids gym proprietors in crafting strategies to select motivating music, enhancing members' workout experiences.

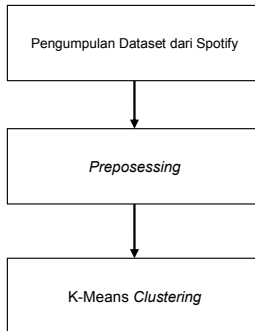
Keywords: Spotify, K-Means, Gym, Purity, Popular Song, Music Information Retrieval

1. Pendahuluan

Di era modern, *streaming* musik telah menjadi salah satu cara utama di mana individu mendengarkan musik, termasuk saat mereka melakukan aktivitas fisik seperti berolahraga gym. Dalam konteks ini, pemilihan lagu yang tepat dapat mempengaruhi motivasi dan kinerja selama latihan. Spotify, sebagai salah satu platform *streaming* musik terbesar di dunia, menyediakan akses ke berbagai jenis lagu dari berbagai genre. Pada tahun 2023, Spotify telah menjadi salah satu sumber utama musik bagi pengguna yang melakukan aktivitas gym di tempat *fitness*. Spotify melakukan survei terhadap 2.000 pengguna gym di Amerika Serikat dan menemukan bahwa 82% di antaranya menggunakan Spotify untuk mendengarkan musik saat berolahraga [1]. Pengelompokan lagu-lagu populer untuk musik gym menjadi penting untuk memahami tren dan preferensi pendengar. Metode K-Means merupakan salah satu teknik analisis kluster yang dapat digunakan untuk mengelompokkan lagu-lagu berdasarkan atribut seperti tempo, *energy*, dan *danceability*. Tempo musik yang cepat dapat meningkatkan performa olahraga dengan meningkatkan denyut jantung.[2] Energi adalah ukuran dari 0,0 hingga 1,0 dan mewakili ukuran persepsi intensitas dan aktivitas. Biasanya, trek yang energik terasa cepat, keras, dan berisik.[3] Terdapat sebuah penelitian menunjukkan bahwa musik memiliki pengaruh positif yang signifikan dalam meningkatkan performa pada latihan beban untuk meningkatkan kekuatan otot bahu dan punggung pada *member FIK fitness Center* di tahun 2018/2019 serta musik dengan bit 145-160 bpm terbukti menimbulkan perasaan seseorang di rentan usia muda 17-25 tahun mengalami peningkatan perasaan / *mood* menjadi semangat bergairah melakukan latihan beban [4]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengelompokkan lagu yang populer di Spotify tahun 2023 agar memudahkan dalam mengetahui lagu apa saja yang cocok untuk orang yang sering latihan olahraga di gym, serta memungkinkannya untuk strategi bisnis untuk pemilik usaha *fitness* untuk membuat anggotanya menjadi nyaman latihan di tempat *fitness*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa langkah, yaitu pengumpulan data, *preprocessing*, dan *clustering*. Setiap tahap dalam penelitian ini memiliki fungsinya masing-masing, dan setiap tahap saling terhubung satu sama lain. Untuk memperjelas, setiap langkah akan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 1. Tiga Langkah Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Pada tahap dimulai dengan mengumpulkan lagu populer di Spotify pada tahun 2023, dataset lagu didapatkan dari kaggle. Dataset yang didapatkan berupa list lagu yang populer di tahun 2023, beserta audio fitur pada setiap lagu. Dataset yang digunakan bukan berupa audio melainkan berupa angka yang sebelumnya sudah di *preprocessing* terlebih dahulu oleh si pemilik dataset. Berikut adalah atribut dari datasetnya

Tabel 1. Atribut Pada Lagu

No	Nama Atribut	Keterangan
1	track_name	Nama lagu
2	artist(s)_name	Nama-nama artis yang terlibat dalam lagu.
3	artist_count	Jumlah artis yang terlibat dalam lagu.
4	released_year	Tahun rilis lagu.
5	released_month	Bulan rilis lagu.
6	released_day	Hari rilis lagu.
7	in_spotify_playlists	Lagu ini ada dalam playlist Spotify
8	in_spotify_charts	Lagu ini ada dalam chart Spotify
9	streams	Jumlah streaming lagu
10	in_apple_playlists	Lagu ini ada dalam playlist Apple Music
11	in_apple_charts	Lagu ini ada dalam chart Apple Music
12	in_deezer_playlists	Lagu ini ada dalam playlist Deezer

No	Nama Atribut	Keterangan
13	in_deezer_charts	Lagu ini ada dalam chart Deezer
14	in_shazam_charts	Lagu ini ada dalam chart Shazam
15	bpm	Beat per menit (tempo) lagu
16	key	Kunci musik utama lagu.
17	mode	Mode musik (Mayor atau Minor).
18	danceability_%	Tingkat kecocokan lagu untuk menari, dalam persentase.
19	valence_%	Tingkat positività lagu, dalam persentase.
20	energy_%	Tingkat persepsi intensitas dan aktivitas. Biasanya, trek yang energik terasa cepat, keras, dan berisik.
21	acousticness_%	Tingkat akustik lagu, dalam persentase.
22	instrumentalness_%	Tingkat instrumental lagu, dalam persentase.
23	liveness_%	Tingkat kehidupan kinerja lagu, dalam persentase.
24	speechiness_%	Tingkat kecenderungan lagu terhadap ucapan daripada musik, dalam persentase.

2.2 Preprocessing

Pada tahapan *preprocessing* ini tahapan pertama yang dilakukan adalah transformasi atau menyeleksi atribut apa saja yang akan dipakai, karena penelitian ini berfokus kepada fitur audio dari lagu maka atribut lain seperti tahun rilis lagu, nama lagu, nama artis, dan atribut lainnya yang tidak diperlukan akan dihilangkan. Setelah itu dilakukan *scaling* (normalisasi) pada semua fitur audio seperti tabel di bawah

Tabel 2. Atribut Fitur Audio

No	bpm	danceability_%	valence_%	energy_%	acousticness_%	instrumentalness_%	liveness_%	speechiness_%
0	0.087708	0.891096	1.600828	1.131729	0.151729	-0.188132	-0.745256	-0.618829
1	-1.089053	0.275624	0.407730	0.587654	-0.771972	-0.188132	-0.599314	-0.618829
2	0.551280	-1.092091	-0.827979	-0.681854	-0.387097	-0.188132	0.933082	-0.416966
3	1.692382	-0.818548	0.279898	0.466749	-0.618022	-0.188132	-0.526342	0.491420
4	0.765237	-0.134690	-1.211475	0.950371	-0.502559	7.307062	-0.526342	-0.416966

2.3 K-Means Clustering

K-Means merupakan salah satu algoritma yang bersifat *unsupervised learning*. K-Means memiliki fungsi untuk mengelompokkan data kedalam data *cluster*. Algoritma ini dapat menerima data tanpa ada label kategori. K-Means Clustering Algoritma juga merupakan metode *non-hierarchy*. Metode Clustering Algoritma adalah mengelompokkan beberapa data ke dalam kelompok yang menjelaskan data dalam satu kelompok memiliki karakteristik yang sama dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan data yang ada di kelompok lain. Clustering Algoritma (K-Means) memiliki tujuan untuk meminimalisasikan fungsi objektif yang telah di set dalam proses *clustering*. Tujuan tersebut dilakukan dengan cara meminimalkan variasi data yang ada di dalam *cluster* dan memaksimalkan variasi data yang ada di *cluster* lainnya. Tahap *clustering* K-Means diawali dengan menentukan jumlah *cluster* (k) untuk mengklasifikasikan data uji sebagai data masukan yang dikelompokkan menjadi beberapa k *cluster*. Misalnya, jika ada 900 baris data dalam kumpulan data, dan perlu membentuk 2 klaster, yakni cocok dan tidak cocok. Algoritma ini kemudian mengambil 5 baris data secara berurutan dari dataset untuk membentuk *cluster* awal. Langkah-langkah *clustering* dengan metode K-Means adalah sebagai berikut

- a. Pemilihan jumlah kluster k
- b. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk menginisialisasi pusat kluster, namun salah satunya adalah dengan pendekatan acak. Pusat kluster diberi nilai awal yang ditentukan secara acak.
- c. Setiap data atau objek kemudian dialokasikan ke kluster terdekat. Kedekatan antara dua objek ditentukan berdasarkan jarak antara keduanya. Begitu pula, kedekatan data dengan kluster tertentu ditentukan oleh jarak antara data tersebut dengan pusat kluster. Pada tahap ini, perhitungan jarak antara setiap data dan setiap pusat kluster diperlukan. Jarak terjauh antara suatu data dan pusat kluster akan menentukan keanggotaan data tersebut dalam kluster tertentu. Perhitungan jarak antara data dan pusat kluster biasanya menggunakan teori jarak *Euclidean*, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$D_{i,j} = \sqrt{(X_{1i} - X_{1j})^2 + (X_{2i} - X_{2j})^2 + \dots + (X_{ki} - X_{kj})^2} \quad (1)$$

Dimana:

$D_{i,j}$ = Jarak *Euclidean* antara titik ke-i dan titik ke-j
 $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{ki}$ = Koordinat dari titik ke-i dalam ruang berdimensi k
 $X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{kj}$ = Koordinat dari titik ke-j dalam ruang berdimensi k

- d. Perhitungan ulang pusat kluster dilakukan dengan menggunakan anggootaan kluster yang saat ini ada. Pusat kluster adalah nilai rata-rata dari seluruh data atau objek yang termasuk dalam suatu kluster tertentu. Selain *mean*, *median* kluster juga bisa dipertimbangkan karena mean bukanlah satu-satunya metrik yang mencerminkan pusat kluster.
- e. Setelah itu, setiap objek ditetapkan kembali menggunakan pusat kluster yang baru dihitung. Jika pusat kluster tidak mengalami perubahan, proses pengelompokan selesai. Jika pusat kluster berubah, maka proses akan kembali ke langkah ketiga hingga pusat kluster stabil.

2.4 Purity

Purity adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan seberapa murni suatu kluster dalam mengandung data dari satu kelas saja. Cara menghitungnya adalah sebagai berikut: Untuk setiap kluster, hitung jumlah titik data yang berasal dari kelas yang paling dominan dalam kluster tersebut. Kemudian, jumlahkan semua nilai tersebut dari semua kluster dan bagi dengan jumlah total titik data. Secara formal, purity dapat didefinisikan sebagai berikut jika kita memiliki himpunan kluster M dan himpunan kelas D, yang keduanya membagi N titik data [5].

$$\frac{1}{N} \sum_{m \in M} \max_{d \in D} |m \cap d| \quad (2)$$

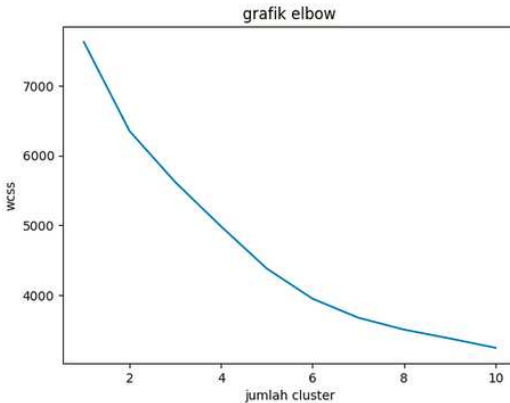
Dimana:

N = Jumlah total dalam himpunan M
 M = Himpunan elemen-elemen m
 D = Himpunan elemen-elemen d
 $\sum_{m \in M} \dots$ = Penjumlahan untuk setiap elemen m dalam himpunan M
 $\max_{d \in D} \dots$ = Mencari nilai maksimum dari semua d dalam himpunan D
 $|m \cap d|$ = Jumlah elemen yang sama antara m dan d.

3. Hasil dan Diskusi

Pada penelitian ini untuk menentukan jumlah *cluster* yang optimal dalam analisis K-Means *clustering* dengan menggunakan metode Elbow. Dengan menghitung WCSS untuk berbagai

jumlah *cluster* (dalam hal ini 1 hingga 10), kita dapat membuat plot WCSS versus jumlah *cluster*. Kemudian kita mencari titik elbow (sudut) dalam plot tersebut, yang menunjukkan jumlah *cluster* yang optimal. Titik elbow adalah titik di mana penurunan WCSS mulai melambat secara signifikan, menunjukkan bahwa menambahkan lebih banyak *cluster* tidak memberikan peningkatan signifikan dalam representasi data.



Gambar 2. Grafik elbow

Hasil penelitian menggunakan algoritma K-Means menghasilkan dua kluster: kluster 1 mencakup lagu-lagu yang sesuai untuk diputar selama latihan gym, sedangkan kluster 2 berisi lagu-lagu yang kurang cocok untuk situasi tersebut. Ditemukan sebanyak 694 lagu yang sesuai untuk latihan gym dan 259 lagu yang kurang sesuai dari total 954 lagu, sebagaimana terlihat dalam gambar 2, gambar 3, dan gambar 4 di bawah ini.

```
cluster
0      694
1      259
Name: count, dtype: int64
```

Gambar 2. Jumlah Pemetaan Kluster

```
[23]: c1ux_0
```

track_name	artist(s)_name	artist_count	released_year	released_month	released_day	in_spotify_playlists	in_spotify_charts	streams	in_apple_playlists
Seven (feat. Latto) (Explicit) [M]	Latto, Jung Kook	2	2023	7	14	553	147	141381703	43
LALA	Myke Towers	1	2023	3	23	1474	48	133716286	48
Cruel Summer	Taylor Swift	1	2019	8	23	7858	100	800640917	116
Sprinter	Dave, Central Cee	2	2023	6	1	2186	91	183706234	67
Elle Balla Solo	Ercobon Armado, Paso Pluma	2	2023	3	16	3090	50	725980112	34
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Broke Boys	Drake, 21 Savage	2	2022	11	4	1060	0	106249219	3
The Great War	Taylor Swift	1	2022	10	21	1274	0	181382590	1
A Decen (feat. Feid)	Feid, Paulo Londra	2	2022	11	3	573	0	73513683	2
En La De Ella	Feid, Sech, Jhayco	3	2022	10	20	1320	0	133895612	29
Alone	Burna Boy	1	2022	11	4	782	2	95007391	27

669 rows = 24 columns

Gambar 3. Hasil Kluster 1

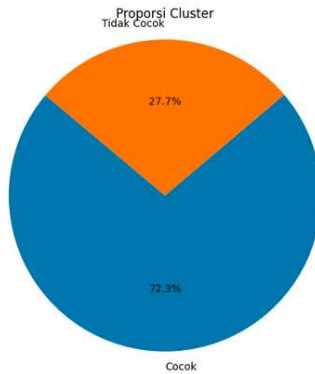
```
[24]: c1ux_1
```

track_name	artist(s)_name	artist_count	released_year	released_month	released_day	in_spotify_playlists	in_spotify_charts	streams	in_apple_playlists
vampire	Olivia Rodrigo	1	2023	6	30	1397	113	140003974	94
WHERE SHE GOES	Bad Bunny	1	2023	5	18	3133	50	303236532	64
Daylight	David Kushner	1	2023	4	14	3528	96	387510742	80
What Was I Made For? (From The Motion Picture "Barbie")	Billie Eilish	1	2023	7	13	873	104	30548883	80
I Wanna Be Yours	Arctic Monkeys	1	2013	1	1	12859	110	1207026226	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Labyrinth	Taylor Swift	1	2022	10	21	1597	0	187339835	6
Sweet Nothing	Taylor Swift	1	2022	10	21	1747	0	186104310	9
Can La Bria	Ludwlg Goransson, Food4thought	2	2022	11	4	486	0	71095708	8
My Mind & Me	Selena Gomez	1	2022	11	3	953	0	91473383	61
Bigger Than The Whole Sky	Taylor Swift	1	2022	10	21	1180	0	121871870	4

264 rows = 24 columns

Gambar 4. Hasil Kluster 2

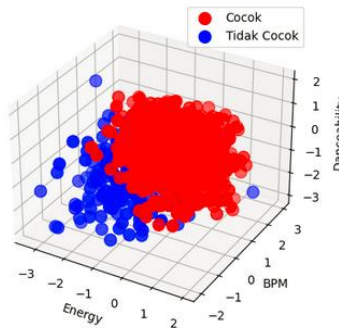
Agar memudahkan analisis, diagram *pie* menampilkan hasil kluster. Dari diagram tersebut, terlihat bahwa 72,3% lagu cocok untuk digunakan selama latihan gym, sementara 27,7% lagu tidak cocok untuk aktivitas tersebut. Berikut ini adalah gambar dari diagram *pie*.



Gambar 5. Proposi Cluster

Dalam mempermudah memvisualisasikan data penelitian ini menggunakan scatter plot 3D yang menampilkan dua cluster data berdasarkan BPM, Energy dan Danceability, dengan titik merah untuk data yang diberi label cocok dan titik biru untuk data yang diberi label tidak cocok.

Cluster Berdasarkan Energy, BPM, dan Danceability



Gambar 6. Pesebaran Data Cluster

Penelitian ini memanfaatkan metode purity untuk mengevaluasi jumlah dan kualitas kluster yang terbentuk. Hasil analisis menunjukkan bahwa purity score mencapai 1.0, mengindikasikan bahwa kluster yang terbentuk sudah sesuai dan akurat.


```
purity_value = purity(data_scaled["cluster"], y_kmeans)
print("Purity score:", purity_value)

Purity score: 1.0
```

Gambar 7. Nilai Purity

4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan data lagu yang populer di spotify pada tahun 2023 bisa dikelompokkan menjadi 2 kluster berdasarkan cocok dan tidak cocoknya suatu lagu dipergunakan untuk latihan gym. Kluster pertama yang berjumlah 694 lagu dan kluster kedua 259 lagu dari jumlah total lagu yakni 954 lagu. *Clustering* yang dilakukan telah diuji menggunakan *purity* dan mendapatkan nilai 1.0 yang artinya persebaran data yang didapatkan dari hasil kluster sudah bagus. Penelitian ini mengelompokkan lagu-lagu populer di Spotify tahun 2023 untuk menentukan lagu yang cocok digunakan saat berolahraga gym. Menggunakan teknik K-Means clustering, lagu-lagu diidentifikasi berdasarkan atribut audio seperti bpm/tempo, *energy*, dan *danceability*. Dataset diperoleh dari Kaggle dan telah dilakukan *preprocessing* sebelumnya. Metode Elbow menunjukkan bahwa dua *cluster* adalah optimal, satu untuk lagu yang cocok digunakan di gym (72,3% dari 954 lagu) dan satu lagi untuk yang kurang cocok (27,7%). Visualisasi hasil menggunakan diagram pie dan scatter plot 3D memudahkan analisis pada penelitian ini. *Purity score* yang mencapai 1.0 menegaskan akurasi kluster. Penelitian ini membantu pengguna dan pemilik *fitness gym* memilih musik yang tepat untuk meningkatkan motivasi dan kinerja selama latihan.

Daftar Pustaka

- [1] N. Prasetyawan, "Pengaruh Musik Pada Latihan Beban Dalam Meningkatkan Kekuatan Otot Bahu (deltoid) Dan Punggung (lastisimusdorsi) Member Fik Fitness Centertahun 2018/2019," 2020.
- [2] K. O. Dwiputra, "Manfaat Mendengarkan Musik Tempo Cepat Saat Olahraga," *KlikDokter*, Jul. 08, 2019. Accessed: May 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.klikdokter.com/gaya-hidup/sehat-bugar/manfaat-mendengarkan-musik-tempo-cepat-saat-olahraga>
- [3] "Web API Reference," *Spotify for Developers*. <https://developer.spotify.com/documentation/web-api/reference/get-several-audio-features> (accessed May 09, 2024).
- [4] N. Prasetyawan, "Pengaruh Musik Pada Latihan Beban Dalam Meningkatkan Kekuatan Otot Bahu (deltoid) Dan Punggung (lastisimusdorsi) Member Fik Fitness Centertahun 2018/2019," 2020.
- [5] vincydesy, "Evaluation of Supervised Clustering (Purity) from scratch," *Medium*, Nov. 17, 2022. Accessed: May 24, 2024. [Online]. Available: https://medium-com.translate.goog/@vincydesy96/evaluation-of-supervised-clustering-purity-from-scratch-3ce42e1491b1?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=en&_x_tr_hl=en&_x_tr_hist=true

Analisis Sentimen dengan *Logistic Regression* untuk Deteksi Kata pada Livin' by Mandiri

Ni Made Gita Satviki Nirmala^{a1}, Ngurah Agus Sanjaya ER^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹gitanirmala726@gmail.com
²agus_sanjaya@unud.ac.id

Abstract

Livin by Mandiri is one of the most frequently used mobile banking. To find out the quality of the application, you can carry out sentiment analysis from reviews. The data taken from the Google Play Store was 6334 data from January 2022 to December 2022. The training data and test data used had a ratio of 80:20. This data goes through preprocessing and then TF-IDF weighting is carried out. After that, the analysis used logistic regression which produced 91.5% with $C = 0.75$. As well as getting negative sentiment results, namely precision 89%, recall 95%, $F1$ -score 92%. Meanwhile, positive sentiment produces 94% precision, 88% recall, 91% $F1$ -score. There is a word detection program that can help search for keywords including positive sentiment or negative sentiment from the *Livin by Mandiri* application.

Keywords: *Livin by Mandiri*, *Logistic Regression*, *Mobile Banking*, *Sentiment Analysis*, *TF-IDF*, *Word Detection*

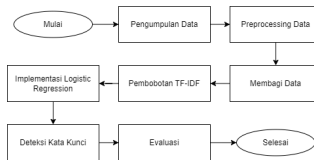
1. Pendahuluan

Bank mandiri merupakan salah satu bank terbesar di Indonesia yang sudah berdiri sejak 2 Oktober 1998 [1]. Dengan banyaknya kebutuhan nasabah dan perkembangan zaman yang begitu pesat, menyebabkan bank mandiri meluncurkan aplikasi *mobile banking* bernama *Livin' by Mandiri* untuk mempermudah para nasabah pada Oktober 2021 [2]. Dengan mudahnya pemakaian dari *Livin' by Mandiri* menyebabkan kenaikan pengunduhan pada aplikasi, diketahui hingga September 2023 telah terunduh sebanyak 32 juta kali dan pengguna aktif sebesar 21 juta pengguna [3]. Dengan banyaknya penggunaan pada aplikasi tentu saja menimbulkan komentar kritik maupun saran yang diberikan pada *google play store*. Terhitung hingga 6 Mei 2024 sudah terdapat 548 ribu ulasan yang diberikan dengan rata-rata bintang 4. Dengan banyaknya data tersebut pada penelitian ini ingin menganalisis mengenai sentimen baik positif maupun negatif pada ulasan *Livin' by Mandiri*. Pada penelitian ini akan menggunakan metode algoritma yang dipergunakan untuk analisis sentimen. Sebelumnya pada tahun 2022 sudah ada penelitian serupa yang diteliti oleh Muhammad Zaki Hariansyah dan Siswanto dengan jurnal berjudul "Implementasi Metode Multinomial Naive Bayes pada Analisis Sentimen Terhadap Layanan Aplikasi *Livin by Mandiri*" dengan memiliki tujuan agar memperoleh umpan balik dan dapat meningkatkan kualitas layanan aplikasi dengan mengetahui keluhan secara realtime [4]. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data cuitan twitter sebanyak 1182 data, yang kemudian dianalisa dengan algoritma *naive bayes* mendapatkan skor akurasi sebesar 93%, *precision* 90%, *recall* 93%, dan $F1$ -score 91% dengan rata-rata skor sebesar 92% [4]. Serta terdapat penelitian serupa lainnya pada tahun 2023 yang ditulis oleh Alfajri dkk dengan jurnal berjudul "Perbandingan Analisis Sentimen Menggunakan Naive Bayes, *Lexicon-Based*, dan *Hybrid* pada Ulasan Pengguna Aplikasi *Livin' by Mandiri*" dengan tujuan membandingkan performa analisis sentimen berbasis Naive Bayes, *Lexicon-based*, dan *Hybrid* dalam mengklasifikasikan sentimen ulasan pengguna [5]. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data ulasan *google play store* pada aplikasi *Livin' by Mandiri*, dengan menghasilkan metode *naive bayes* memiliki akurasi tertinggi yaitu $F1$ -score sebesar 0,96 [5]. Sehingga pada penelitian ini menggunakan algoritma *logistic regression* dalam menganalisis sentimen dengan bantuan

pembobotan TF-IDF. Bukan hanya itu pada penelitian ini juga menghasilkan program untuk dapat memeriksa kata kunci yang berhubungan dengan Livin' by Mandiri dan mengetahui apakah kata kunci tersebut memiliki sentimen positif atau sentimen negatif.

2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan yang dilakukan agar mendapatkan hasil yang baik dan maksimal. Berikut merupakan gambaran dari tahapan yang dilakukan pada penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Dataset yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan ulasan pengguna aplikasi Livin' by Mandiri pada *google play store* [6]. *Dataset* merupakan data sekunder yang diambil dari *Kaggle* yang pada awalnya terdapat 7057 data berbahasa Indonesia. Dari data tersebut dilabeli sesuai bintang dengan bintang 4 dan 5 dilabeli 'Positif', bintang 3 dilabeli 'Netral', dan bintang 1 dan 2 dilabeli 'Negatif'. Lalu data 'Netral' dihilangkan dari *dataset*, sehingga hanya tersisa data berlabel 'Positif' dan 'Negatif'. Pada data tersebut dilakukan penyeimbangan data dengan perbandingan 50:50 sehingga *dataset* akhir yang dimiliki yaitu 6344 data. Data ulasan tersebut merupakan ulasan dari Januari 2022 hingga Desember 2022.

2.2 Preprocessing Data

Pada *preprocessing* data dilakukan beberapa tahapan yang dilakukan untuk membersihkan data agar sesuai dengan yang dapat dibaca dan diolah komputer. Pada penelitian ini melakukan beberapa tahapan dari memeriksa data *null* data hingga *stemming*.

a. Cek NULL

Preprocessing data yang dilakukan pertama kali yaitu memeriksa dari *dataset* apakah terdapat data yang *null* atau tidak. Bila memang terdapat data yang *null* maka akan terdapat proses yang dilakukan untuk menghapus data tersebut.

b. Cleaning Data

Pada *cleaning* data terdapat beberapa tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal untuk menghilangkan hal-hal yang tidak penting pada data. *Cleaning* pada bagian awal menghilangkan komentar yang berisikan *hashtag*, *gmail*, *link* suatu *web*, menghilangkan angka, dan menghilangkan karakter khusus. *Cleaning* dilakukan dengan menghilangkan hal-hal tersebut dan digantikan dengan spasi kosong. Lalu *cleaning* kedua yaitu menghapus emoji yang terdapat pada komentar dan diganti dengan spasi. Serta yang terakhir menghilangkan kata yang berulang agar muncul hanya sekali.

c. Casefolding

Proses ketiga yaitu melakukan *casefolding*, yaitu tahapan yang menyebabkan komentar menjadi huruf kecil semua atau lebih sering dikenal dengan *lowercase*. Sehingga hasil akhirnya menyebabkan data tidak ada perbedaan bila kata tersebut sama dikarenakan tidak adanya kapital pada kata tertentu.

d. Tokenizing

Proses keempat melakukan *tokenizing* yaitu memecah komentar menjadi penggalan-penggalan kata yang lebih kecil atau dapat diartikan memenggal kata pada komentar. Pada *tokenizing* spasi tidak dihitung sebagai sebuah kata sehingga tidak ada pemenggalan untuk spasi.

e. Formalisasi

Pada formalisasi dilakukan perubahan kata-kata terhadap kata tidak baku maupun kata yang memiliki kesalahan dalam penulisan. Pada penelitian ini menggunakan *file txt* yang berisikan rangkaian kata tidak baku atau kesalahan penulisan menjadi kata yang baku dan penulisan yang benar. Pada kamus ini berisikan beberapa kata yang dicatat dan dibenahi sesuai dengan data komentar yang terdapat pada *dataset*. Dikarenakan dalam memeriksa 6339 data terlalu banyak, maka peneliti hanya memeriksa kata yang tidak baku dan kesalahan penulisan dari 2000 data, yang menurut peneliti sudah dapat mendefinisikan sebagian besar kesalahan pada data.

f. Stopword Removal

Bagian *stopword removal* merupakan tahapan yang dilakukan untuk menghilangkan kata yang tidak penting atau terlalu sering muncul. Contoh kata yang biasanya dihilangkan yaitu kata untuk merepresentasikan diri atau orang lain seperti "saya", "kamu", dan sebagainya.

g. Stemming

Stemming pada penelitian ini merupakan tahapan paling akhir yang dilakukan pada *preprocessing* data. Tahapan ini bertujuan untuk mengubah kata menjadi kata dasar atau menghilangkan imbuhan yang terdapat pada suatu kata. Bagian ini dapat dikatakan bagian paling penting dikarenakan mempengaruhi kata yang menjadi kategori bagi sentimen negatif maupun sentimen positif.

2.3 Pembobotan TF-IDF

Pembobotan TF-IDF atau yang memiliki kepanjangan *Term Frequency Inverse Document* merupakan salah satu metode pembobotan yang sering digunakan pada penelitian. TF-IDF menjadi alasan sering digunakan dikarenakan pemakaiannya yang mudah namun lumayan kompleks sehingga dapat meningkatkan keakuratan dari suatu algoritma yang dipergunakan. Pembobotan TF-IDF berfokus terhadap transformasi data dari data tekstual ke dalam bentuk data numerik untuk dilakukan pembobotan pada setiap kata atau fitur [7]. Bila ditelaah dari setiap katanya maka TF dapat diartikan sebagai frekuensi kemunculan kata pada setiap dokumen [7]. Sedangkan DF berarti frekuensi dokumen yang mengandung kata tersebut, IDF merupakan *inverse* dari nilai DF [7]. Adapun persamaan yang digunakan dalam TF-IDF dapat dilihat pada persamaan 1 [8].

$$W(d, t) = TF(d, t) \times \log\left(\frac{N}{df(t)}\right) \quad (1)$$

$$TF(d, t) = \frac{\text{jumlah kata dalam dokumen}}{\text{total kata dalam dokumen}} \quad (2)$$

2.4 Logistic Regression

Logistic regression merupakan suatu algoritma yang berhubungan dengan teori matematika yaitu probabilitas [9]. Algoritma ini memprediksi probabilitas diskrit dengan kinerja yang unggul [10]. Dalam pengaplikasian algoritma ini menggunakan fungsi *logistic* untuk menentukan probabilitas yang menghasilkan keluaran biner yaitu 0 atau 1 [10]. Pada algoritma ini menggunakan fungsi sigmoid dalam memprediksi probabilitas. Sehingga dapat diketahui persamaan dari *logistic regression* seperti pada persamaan 2 [10].

$$y = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (3)$$

2.5 Evaluasi

Evaluasi merupakan tahapan pada penelitian dengan menunjukkan hasil dari *testing* yang dilakukan dalam model yang menghitung performa. Model tersebut ada *precision*, *recall*, *accuracy*, dan *F1-score*. Perhitungan tersebut didapatkan dari perhitungan *confusion matrix* sehingga mendapatkan persamaan sebagai berikut [8]:

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \tag{4}$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \tag{5}$$

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \tag{6}$$

$$F1 - score = 2 \times \frac{precision \times recall}{precision + recall} \tag{7}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data diawali mengambil data dari Kaggle lalu menyortir data sesuai tanggal yang diinginkan. Pada penelitian ini mengambil data dari Januari 2022 hingga Desember 2022. Lalu data dilabeli dengan berdasarkan bintang yaitu bintang 3 dilabeli 'Netral', bintang 2 dan 1 dilabeli 'Negatif', dan bintang 4 dan 5 dilabeli 'Positif'. Lalu data yang dilabeli dibagi menjadi 50:50 yaitu data berlabel positif dengan data berlabel negatif, sedangkan untuk data berlabel netral dihilangkan. Sehingga mendapatkan data seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Dataset

dated	rating	label	review
2022-12-23 21:05:15	1	Negatif	Tak bisa diupdate, payah sekali
2022-12-23 20:22:03	5	Positif	Simple and smart
2022-12-23 20:15:23	1	Negatif	Aplikasi apa ini dikit2 update dikit2 update emng ngebanu tapi jangan keseringan di update dong
2022-12-23 20:09:38	5	Positif	Good joooob
2022-12-23 19:07:33	1	Negatif	Gimana si, malah makin parah di update

3.2 Preprocessing Data

Dari data tersebut selanjutnya dilakukan *cleaning data* dengan menghilangkan karakter-karakter spesial, angka, emoji, *link web*, dan menghilangkan kata yang berulang. Sehingga hasil proses *cleaning data* dapat dilihat pada gambar 2.

label	review	cleaning	hapusEmoji	double
Negatif	Tak bisa diupdate, payah sekali	Tak bisa diupdate payah sekali	Tak bisa diupdate payah sekali	Tak bisa diupdate payah sekali
Positif	Simple and smart	Simple and smart	Simple and smart	Simple and smart
Negatif	Aplikasi apa ini dikit update dikit update e...	Aplikasi apa ini dikit update dikit update e...	Aplikasi apa ini dikit update dikit update e...	Aplikasi apa ini dikit update dikit update e...
Positif	Good jooob	Good jooob	Good jooob	Good job
Negatif	Gimana si, malah makin parah di update	Gimana si malah makin parah di update	Gimana si malah makin parah di update	Gimana si malah makin parah di update

Gambar 2. Cleaning Data

Selanjutnya melakukan tahapan *casefolding* atau merubah semua data ke bentuk huruf kecil semua atau *lowercase*. Sehingga tidak ada kata yang sama memiliki arti yang beda bila terdapat perbedaan huruf besar atau kecil. Data yang telah melewati *casefolding* dapat dilihat pada gambar 3.

```

0          tak bisa diupdate payah sekali
1          simple and smart
2  aplikasi apa ini dikit update dikit update e...
3          good job
4          gimana si malah makin parah di update
...
6339  masih mending mandiri sebelum ini ui nya ribe...
6340  sangat membantu sistem pembayaran dan memperce...
6341  pembaharuan aplikasi ini hari gk bisa bisa ini...
6342          lemot
6343          taii aplksi ssh di buka
Name: caseFolding, Length: 6344, dtype: object
    
```

Gambar 3. Case Folding

Setelah melalui *casefolding*, data selanjutnya diproses untuk dilakukan *tokenizing*. *Tokenizing* berguna untuk membagi kata per kata sehingga dapat dibaca oleh program perkata tidak perkalimat. Pada *tokenizing* spasi tidak dimasukkan atau dapat dikatakan dihilangkan. Untuk hasil *tokenizing* dapat dilihat pada gambar 4.

```

0          [tak, bisa, diupdate, payah, sekali]
1          [simple, and, smart]
2  [aplikasi, apa, ini, dikit, update, dikit, upd...
3          [good, job]
4  [gimana, si, malah, makin, parah, di, update]
...
6339  [masih, mending, mandiri, sebelum, ini, ui, ny...
6340  [sangat, membantu, sistem, pembayaran, dan, me...
6341  [pembaharuan, aplikasi, ini, hari, gk, bisa, b...
6342          [lemot]
6343          [taii, aplksi, ssh, di, buka]
Name: tokenizing, Length: 6344, dtype: object
    
```

Gambar 4. Tokenizing

Tahapan selanjutnya yaitu formalisasi mengubah kata tidak baku atau gaul serta kata yang terdapat penulisan menjadi benar. Dalam formalisasi terdapat kamus yang merepresentasikan kata-kata gaul atau tidak baku tersebut yang diambil dari 2000 data. Peneliti merasa dari 2000 data sudah dapat merepresentasikan kata tidak baku yang ada dalam data. Berikut merupakan kamus dari kata tersebut yang terdapat pada gambar 5.

```
{
  "tak": "tidak", "simple": "sederhana", "and": "dan", "smart": "pintar",
  "dikit": "sedikit", "update": "diperbarui", "emng": "emang", "good": "bagus",
  "aplikasinya": "aplikasi", "gk": "tidak", "bhrp": "beberapa",
  "kluwa": "keluar", "lgi": "lagi", "kudu": "harus", "ma": "dengan",
  "dft": "daftar", "tp": "tapi", "utk": "untuk", "jd": "jadi", "lemot": "lambat",
  "okla": "oke", "penguna": "pengguna", "dilema": "ragu", "kemrn": "kemarin",
  "pdhal": "padahal", "sy": "saya", "sdh": "sudah", "mamfaatnya": "manfaatnya",
  "mantab": "mantap", "bat": "banget", "mah": "malah", "lg": "lagi",
  "jdnya": "jadi", "trus": "terus", "jgn": "jangan", "donk": "dong",
  "kalu": "kalau", "di": "di", "pening": "pusing", "tup": "top", "lhb": "lebih",
  "smoga": "semoga", "smngkin": "semakin", "ajh": "aja", "mantak": "minta",
  "hling": "hlang", "terpasa": "terpaka", "bnk": "bank", "apk": "aplikasi",
  "dsuruh": "disuruh", "mengenak": "mengenakan", "klo": "kalo",
  "dcancel": "dibatalkan", "emosi": "emosi", "sdikit": "sedikit", "bsa": "bisa",
  "dan": "dengan", "trima": "terima", "kirkm": "kirkman", "skra": "sekarang",
  "apus": "hapus", "quota": "kuota", "aptupdate": "update", "ga": "gak",
  "dii": "lainnya", "pki": "pakai", "tks": "thanks", "dech": "deh",
}
```

Gambar 5. Kamus Formalisasi

Dari gambar 5 dapat dilihat merupakan Sebagian dari kata singkatan atau kata tidak baku yang terdapat dalam data. Dari kamus tersebut dibaca dan mengganti data sehingga menghasilkan hasil seperti pada gambar 6.

```
0 [tidak, bisa, diupdate, payah, sekali]
1 [sederhana, dan, pintar]
2 [aplikasi, apa, ini, sedikit, diperbarui, sedi...
3 [bagus, job]
4 [gimana, si, malah, makin, parah, di, diperbarui]
...
6339 [masih, mending, mandiri, sebelum, ini, tampil...
6340 [sangat, membantu, sistem, pembayaran, dan, me...
6341 [pembaharuan, aplikasi, ini, hari, tidak, bisa...
6342 [lambat]
6343 [sialan, aplikasi, susah, di, buka]
Name: formalisasi, Length: 6344, dtype: object
```

Gambar 6. Formalisasi

Selanjutnya melakukan tahapan *stopword removal* yaitu menghilangkan kata-kata yang sering muncul atau tidak penting, contohnya "dan", "saya", "di", dan sebagainya. Penghilangan kata-kata tersebut dipergunakan agar arti dari komentar tersebut diketahui bahwa memiliki sentimen negatif atau positif. Hasil dari *stopword removal* dapat dilihat pada gambar 7.

```
0 [diupdate, payah]
1 [sederhana, pintar]
2 [aplikasi, diperbarui, diperbarui, emang, ngeb...
3 [bagus, job]
4 [gimana, si, parah, diperbarui]
...
6339 [mending, mandiri, tampilan, nya, ribet, gak, ...
6340 [membantu, sistem, pembayaran, mempercepat, pe...
6341 [pembaharuan, aplikasi, ya]
6342 [lambat]
6343 [sialan, aplikasi, susah, buka]
Name: stopwordsRemoval, Length: 6344, dtype: object
```

Gambar 7. Stopword Removal

Tahap terakhir yaitu melakukan *stemming* yang merubah kata menjadi kata dasar, atau dapat diartikan sebagai menghilangkan imbuhan pada kata sehingga hanya terdiri dari kata dasar. Hasil dari proses *stemming* dapat dilihat pada gambar 8.

```
0 [diupdate, payah]
1 [sederhana, pintar]
2 [aplikasi, baru, baru, emang, ngebantu, sering...]
3 [bagus, job]
4 [gimana, si, parah, baru]
...
6339 [mending, mandiri, tampil, nya, ribet, gak, us...]
6340 [bantu, sistem, bayar, cepat, putar, dagang]
6341 [baharu, aplikasi, ya]
6342 [lambat]
6343 [sial, aplikasi, susah, buka]
Name: stemming, Length: 6344, dtype: object
```

Gambar 8. Stemming

3.3 Ekstraksi Fitur

Pada bagian ini yaitu melakukan ekstraksi fitur TF-IDF setelah data melalui tahapan preprocessing. Pada bagian ini juga terdapat pembagian data testing dan data uji, dengan perbandingan data 80:20. Pembagian juga dibedakan dari 2 hal yaitu nilai x dan nilai y, hal ini dikarenakan *logistic regression* menggunakan perhitungan matematis. Nilai x sendiri diambil dari hasil stemming dan nilai y diambil dari label. Pada perhitungan pembobotan menggunakan bantuan dari *library TfidfVectorizer*. Sehingga potongan program pembobotan dapat dilihat pada gambar 9.

```
X = ulasan['stemming']
Y = ulasan['label']

x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(X, Y, test_size=0.2, random_state=64)

def dummy_fun(doc):
    return doc

vectorizer = TfidfVectorizer(analyzer='word',
                             tokenizer=dummy_fun,
                             preprocessor=dummy_fun,
                             token_pattern=None)

x_train = vectorizer.fit_transform(x_train)
x_test = vectorizer.transform(x_test)
```

Gambar 9. Pembobotan TF-IDF

3.4 Pengaplikasian Logistic Regression

Pada pengaplikasian algoritma *logistic regression* menggunakan bantuan dari library *LogisticRegression*. Pada pengaplikasiannya terdapat c yang merepresentasikan regularisasi, semakin rendah nilai c maka semakin kuat regularisasi dan berarti model akan cenderung menjadi lebih sederhana. Hasil dari pengaplikasian program algoritma *logistic regression* dapat dilihat pada gambar 10.

```
C_values = [0.01, 0.05, 0.25, 0.5, 0.75, 1]

for c in C_values:
    lr = LogisticRegression(C=c)
    lr.fit(x_train, y_train)
    print('Accuracy for C=%s: %s' % (c, accuracy_score(y_test, lr.predict(x_test))))

Accuracy for C=0.01: 0.8289992119779354
Accuracy for C=0.05: 0.8589440504334122
Accuracy for C=0.25: 0.9062253743104807
Accuracy for C=0.5: 0.913317572892041
Accuracy for C=0.75: 0.9156816390858944
Accuracy for C=1: 0.9141055949566588
```

Gambar 10. Logistic Regression

Dapat dilihat dari hasil program tersebut akurasi tertinggi dihasilkan dari $C = 0.75$ yang menghasilkan 0,915 atau bila dipersentasekan menjadi 91,5%. Sedangkan nilai terendah didapatkan dari $C = 0.01$ yang menghasilkan 0.828 atau 82,8%.

3.5 Deteksi Kata

Pada bagian ini merupakan suatu program yang dapat digunakan untuk mengetahui suatu kata kunci memiliki sentimen positif atau sentimen negatif. Kata kunci dapat dikategorikan ke salah satu sentimen tersebut atau tidak keduanya dilihat dari hasil pembobotan TF-IDF yang sebelumnya dilakukan. Serta kata yang dimasukkan hanya sebuah kata tidak bisa kalimat. Bila kita memasukkan kata yang tidak berhubungan dengan aplikasi maka akan ada pemberitahuan bahwa kata tersebut tidak ada dalam fitur. Hasil deteksi kata dapat dilihat pada gambar 11, gambar 12, dan gambar 13.

```
Masukkan kata yang ingin dianalisis sentimennya: cepat  
Sentimen positif terhadap kata 'cepat'
```

Gambar 11. Deteksi Kata Positif

```
Masukkan kata yang ingin dianalisis sentimennya: transfer  
Sentimen negatif terhadap kata 'transfer'
```

Gambar 12. Deteksi Kata Negatif

```
Masukkan kata yang ingin dianalisis sentimennya: buah  
Kata 'buah' tidak ditemukan dalam fitur
```

Gambar 13. Deteksi Kata Salah

3.6 Evaluasi

Pada evaluasi sendiri menunjukkan hasil *precision*, *recall*, *f1-score*, dan *accuracy* terhadap hasil data uji kita yang telah dibandingkan dengan hasil *testing* yang dilakukan. Sehingga mendapatkan hasil seperti gambar 14.

	precision	recall	f1-score
Negatif	0.89	0.95	0.92
Positif	0.94	0.88	0.91
accuracy			0.91
macro avg	0.92	0.91	0.91
weighted avg	0.92	0.91	0.91

Gambar 14. Evaluasi

Dari gambar 14 dapat dilihat hasil untuk sentimen negatif yaitu *precision* 89%, *recall* 95%, *f1-score* 92%. Sedangkan untuk sentimen positif menghasilkan *precision* 94%, *recall* 88%, *f1-score* 91%. Sehingga hasil akurasi keseluruhan mendapatkan 91% yang berarti analisis sentimen dengan metode algoritma *logistic regression* dan pembobotan TF-IDF sudah baik. Serta bila dilihat dari *wordcloud* mengenai kata yang sering muncul terhadap sentimen positif dan sentimen negatif dapat dilihat dari gambar 15 dan gambar 16.



Gambar 15. Wordcloud Positif



Gambar 16. Wordcloud Negatif

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka mendapatkan kesimpulan bahwa algoritma *logistic regression* menghasilkan akurasi yang baik dalam analisis sentimen ulasan Livin by Mandiri dari ulasan *google play store*. Data yang diperoleh yaitu sebanyak 6344 data yang kemudian melakukan tahapan *labeling* serta membagi data agar seimbang yang selanjutnya dilakukan proses *preprocessing* data. Dari hasil *preprocessing* tersebut dilakukan pembobotan TF-IDF yang dilakukan untuk membantu perhitungan algoritma. Data dibagi menjadi data uji dan data latih dengan perbandingan 80:20, yaitu 80% data latih dan 20% data uji. Data kemudian diuji dengan metode algoritma *logistic regression* yang menghasilkan nilai $C = 0.75$ tertinggi yaitu memiliki akurasi 91,5%. Serta menghasilkan untuk sentimen negatif yaitu *precision* 89%, *recall* 95%, *f1-score* 92%. Sedangkan untuk sentimen positif menghasilkan *precision* 94%, *recall* 88%, *f1-score* 91%. Terdapat pula program deteksi kata yang dapat memeriksa suatu kata kunci termasuk kedalam sentimen positif atau sentimen negatif sesuai dengan hasil testing. Saran untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk dapat memaksimalkan dalam proses *preprocessing* data serta dapat melakukan dengan algoritma lain ataupun metode *deep learning*.

Daftar Pustaka

- [1] Bank Mandiri, "Bank Mandiri's Transformation." Accessed: May 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.bankmandiri.co.id/en/tentang-kami#:~:text=Bank%20Mandiri%20didirikan%20pada%202,yang%20dilaksanakan%20oleh%20pemerintah%20Indonesia.>
- [2] Bank Mandiri, "Permudah Transaksi Lifestyle Di Livin', Bank Mandiri Luncurkan Fitur Livin' Sukha," 2020. Accessed: May 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.bankmandiri.co.id/en/news-detail?primaryKey=57363825&backUrl=/web/guest/news#:~:text=Sejak%20diluncurkan%20pada%20Oktober%202021,ritel%20yang%20menawarkan%20berbagai%20keunggulan.>
- [3] Bank Mandiri, "Fokus Penuhi Kebutuhan Nasabah, Bank Mandiri Sabet Penghargaan Marketing Company of The Year 2023 Versi AMF," 2023. Accessed: May 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.bankmandiri.co.id/en/news-detail?primaryKey=219483836&backUrl=/search%3Fkeywords%3Dlaporan%20tahunan%26searchCategory%3D0>
- [4] M. Z. Hariansyah and S. Siswanto, "Implementasi Metode Multinomial Naive Bayes pada Analisis Sentimen Terhadap Layanan Aplikasi Livin by Mandiri," in *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 2022, pp. 517–524.
- [5] N. R. Alfajri, "Perbandingan Analisis Sentimen Menggunakan Naive Bayes, Lexicon-Based, dan Hybrid pada Ulasan Pengguna Aplikasi Livin'by Mandiri," 2023, Accessed: May 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/itanium/livin-by-mandiri-app-reviews>
- [6] GHIFFARI AHMADIJAYA, "Livin' by Mandiri App Reviews." 2023.
- [7] J. A. Septian, T. M. Fachrudin, and A. Nugroho, "Analisis Sentimen Pengguna Twitter Terhadap Polemik Persepakbolaan Indonesia Menggunakan Pembobotan TF-IDF dan K-Nearest Neighbor," *INSYST: Journal of Intelligent System and Computation*, vol. 1, no. 1, pp. 43–49, 2019.
- [8] P. W. A. Wibawa and C. R. A. Pramarta, "Analisis Sentimen pada Teks Berbahasa Bali Menggunakan Metode Multinomial Naive Bayes dengan TF-IDF dan BoW," *Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya*, vol. 2, no. 1, pp. 37–46, 2023.
- [9] B. B. Tangkere, "Analisis Performa Logistic Regression dan Support Vector Classification untuk Klasifikasi Email Phishing," *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, vol. 5, no. 4, pp. 442–450, 2024.
- [10] Vijay Kanade, "What Is Logistic Regression? Equation, Assumptions, Types, and Best Practices." Accessed: May 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-logistic-regression/>

Implementasi Algoritma Yolo untuk Deteksi Buah Durian dan Manggis

I Putu Aditya Pradana^{a1}, Ngurah Agus Sanjaya ER ^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹adityapradana040604@gmail.com
²agus_sanjaya@unud.ac.id

Abstract

This study aims to implement the YOLOv8 algorithm in detecting images of durian and mangosteen fruits. The research methodology includes literature review, image collection, data processing, YOLOv8 algorithm implementation, model evaluation on validation data, and drawing conclusions. Image collection is done through online sources, and data is processed through annotation, pre-processing, and augmentation using the Roboflow platform before exporting to YOLOv8 format. The algorithm implementation is carried out in Google Colab with model training, object detection, and evaluation stages on validation data. Evaluation results include accuracy, recall, precision, and F1 score values, with model performance evaluated using mean average precision (mAP) metric. The results indicate that the model can recognize objects well, with a mAP above 0.27%. This study successfully implements YOLOv8 for durian and mangosteen fruit detection with satisfactory evaluation results.

Keywords: You Only Look Once (YOLO), Google Colab, Roboflow

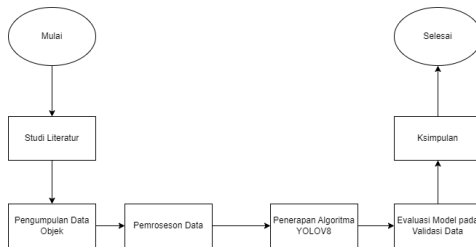
1. Pendahuluan

Perkembangan dunia semakin pesat dan dunia perteknologian semakin canggih, maju dan modern. Salah satunya menguraikan kerangka kerja eksperimental yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memproses citra buah durian dan manggis menggunakan algoritma YOLOv8. Metodologi penelitian tersebut mencakup serangkaian tahapan mulai dari studi literatur, pengumpulan gambar, pemrosesan data, penerapan algoritma YOLOv8, hingga evaluasi model pada data validasi. Output dari penelitian ini adalah pemodelan dataset dengan nilai metrik seperti akurasi, recall, precision, dan f1 score. Dalam konteks ini, studi literatur menjadi langkah pertama yang diperlukan untuk memahami konsep dan teknik yang relevan dengan sistem deteksi menggunakan algoritma YOLOv8 pada citra buah durian dan manggis. Kemudian, pengumpulan gambar dilakukan untuk mempersiapkan data primer yang diperlukan untuk pelatihan dan pengujian model. Tahap selanjutnya adalah pemrosesan data, di mana citra yang telah dikumpulkan diproses melalui anotasi, pra-pemrosesan, augmentasi, dan ekspor ke format YOLOv8 menggunakan platform roboflow. Setelah dataset ter-ekspor, proses berlanjut dengan penerapan algoritma YOLOv8. Ini melibatkan pelatihan model menggunakan platform Google Colab dengan mengunggah kode dan file model yang diperlukan. Langkah ini diikuti oleh proses pendeteksian dan evaluasi dataset untuk mengukur kinerja model. Hasil dari evaluasi ini akan memberikan wawasan tentang seberapa baik model dapat mendeteksi objek pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Dalam hasil dan diskusi, implementasi YOLOv8 dijelaskan secara rinci, termasuk langkah-langkah anotasi, pra-pemrosesan, dan pelatihan model. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan berbagai metrik, seperti mean average precision (mAP), untuk mengevaluasi akurasi dan recall dari model. Pendahuluan ini memberikan gambaran menyeluruh tentang tujuan, metodologi, dan hasil yang diharapkan dari penelitian ini, serta memperkenalkan pembaca pada topik yang akan dibahas lebih lanjut dalam laporan penelitian.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan objek penelitian yaitu durian dan manggis diperoleh dengan cara mengambil foto secara langsung dari Google. Citra yang telah didapatkan

selanjutnya akan diproses melalui beberapa tahapan seperti anotasi, pra- pemrosesan, augmentasi (pelebaran dataset), serta mengekspor dataset ke dalam format *YOLOv8*. Proses tersebut dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan *platform roboflow*. Setelah dataset ter-ekspor ke dalam format *YOLOv8* langkah selanjutnya masuk ke *platform* Google Collab memanggil model *YOLOv8* dengan cara menjalankan code cloud, kemudian mengupload show donload code. Kemudian, dilanjutkan ke beberapa proses yaitu pelatihan, pendeteksian dan evaluasi dataset. *Output* dari seluruh proses ini adalah pemodelan dataset dengan nilai *confusion metric* seperti akurasi, recall, precision, serta f1 score. Berikut merupakan tahapan dalam metodologi penelitian yang dijelaskan melalui diagram alur penelitian dan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

a. Studi Literatur

Pada tahap ini mempelajari berbagai referensi atau rujukan yang mendukung penelitian bersumber dari internet, jurnal, tugas akhir, penelitian dan modul -modul yang berkaitan dengan penerapan algoritma *YOLOv8* untuk sistem deteksi pada dataset baru citra durian dan manggis serta penelitian - penelitian sejenis.

b. Pengumpulan Gambar

Tahap ini merupakan persiapan yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian. Tahap yang dimaksud adalah pengumpulan gambar buah durian dan manggis. Data yang tersaji merupakan data primer yang diambil dari mesin Google. Gambar yang diambil terdiri dari 2 jenis buah yaitu durian dan manggis

c. Pemrosesan Data

Setelah data mentah dikumpulkan, langkah selanjutnya adalah tahap pemrosesan data. Data yang sudah ada dimasukkan ke dalam *roboflow* untuk menjalani beberapa proses seperti:

- Anotasi gambar atau pemberian nama gambar berdasarkan 2 jenis buah yaitu buah durian dan manggis
- Pra pemrosesan data dilakukan dengan mengekstrak bagian - bagian yang tidak penting seperti latar belakang yang tidak relevan, objek orientasi otomatis sekaligus mengubah ukuran menjadi 640 x 640 piksel.
- Ekspor data ke dalam format *YOLOv8*

d. Penerapan Algoritma *YOLOv8*

Setelah data melewati proses augmentasi, tahap selanjutnya adalah melakukan proses penerapan algoritma *YOLOv8* pada data tindakan ini merupakan proses training data yang ada untuk mengupload file Lantana zip dan data yaml ke dalam codingan Google Collab lalu melakukan proses runing di dalam coding setelah itu menginput nilai epoch berapa kali data akan dilatih. Setelah hasil nilai keluar lanjut ke proses pendeteksian dengan cara

memasukkan gambar yang ingin dideteksi ke codingan dalam Google Collab setelah itu model akan segera membaca dan menampilkan hasil deteksi. Setelah objek benar maka tahap selanjutnya melihat dan mencocokkan hasilnya. Jika objek yang ada sudah terdeteksi sama dengan jenis warna pada lintana camara untuk tiap klasifikasi atau kelasnya, maka dapat dikatakan proses training nya berhasil

e. Evaluasi Model pada Validasi Data

Setelah data melewati proses augmentasi, tahap selanjutnya adalah melakukan proses penerapan algoritma YOLOv8 pada data tindakan ini merupakan proses training data yang ada untuk mengupload show donload code ke dalam codingan Google Collab lalu melakukan proses runing di dalam coding, setelah itu menginput nilai epoch berapa kali data akan dilatih. Setelah hasil nilai keluar lanjut ke proses pendeteksian dengan cara memasukkan gambar yang ingin dideteksi ke codingan dalam Google Collab setelah itu model akan segera membaca dan menampilkan hasil deteksi. Setelah objek benar maka tahap selanjutnya melihat dan mencocokkan hasilnya. Jika objek yang ada sudah terdeteksi sama dengan jenis warna pada lintana camara untuk tiap klasifikasi atau kelasnya, maka dapat dikatakan proses trainingnya berhasil.

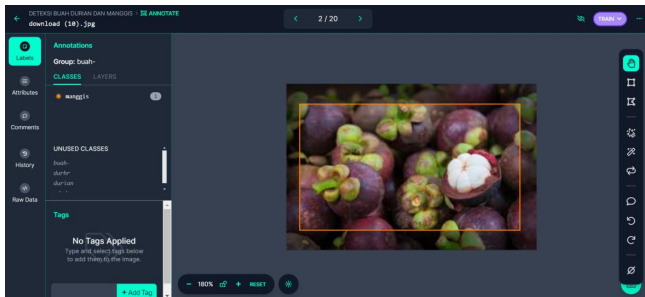
f. Kesimpulan

Tahap ini model melakukan prediksi pada validasi data, dan hasil prediksi bisa dibandingkan dengan label sebenarnya. Evaluasi ini memberikan wawasan tentang seberapa baik model dapat melakukan prediksi pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya hasil ini dapat dilihat dari hasil best epoch dengan nilai rata-rata accuracy, precision, recall dan MAP yang dihasilkan oleh Google Collab.

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Implementasi YOLOv8

Tahap Implementasi YOLO dimulai dengan mempersiapkan dataset 2 jenis buah yaitu buah durian dan manggis Dengan total gambar sebanyak 20 gambar. Gambar yang dikumpulkan kemudian dimasukkan ke dalam roboflow dilakukan beberapa perlakuan seperti anotasi gambar atau pemberian nama kelas pada objek, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Contoh Anotasi Objek

Setelah melalui tahap anotasi lanjut ke tahap preprocessing di mana tahapan ini dilakukan dengan cara mengekstrak bagian - bagian yang tidak penting seperti latar belakang yang tidak relevan, objek orientasi diatur otomatis sekaligus mengubah ukuran menjadi 640 x 640 piksel. Seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.

```
68 !mkdir {HOME}/datasets
%cd {HOME}/datasets

!pip install roboflow

from roboflow import Roboflow
rf = Roboflow(api_key="1Zg7spxmWliEFjV41U2I")
project = rf.workspace("ditya-pradana").project("deteksi-buah-durian-dan-manggis")
version = project.version(1)
dataset = version.download("yolov8")
```

Gambar 3. Tampilan source code untuk mengunduh YOLOv8

Setelah mengunduh YOLOv8 ke dalam Google Collab, selanjutnya mengunduh Show Donload Code yang didapatkan di Platform roboflow. Hal ini perlu dilakukan agar memungkinkan Google Collab untuk mengakses ke data atau berkas yang diperlukan untuk melatih ataupun menguji model. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4 dimana Show Donload Code.

```
[13] %cd {HOME}

!yolo task=detect mode=train model=yolov8s.pt data={dataset.location}/data.yaml epochs=25 imgsz=800 plots=True
```

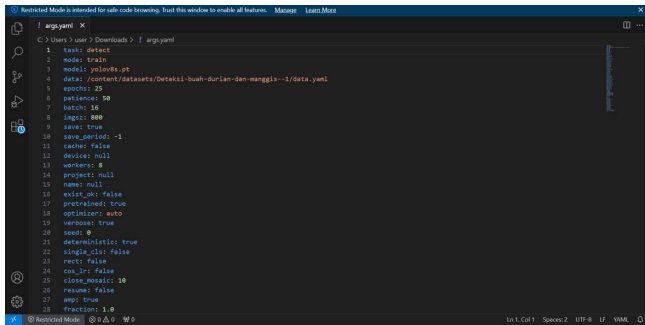
Gambar 4. Tampilan Show Donload Code

Langkah selanjutnya masuk ke tahap pelatihan data yang dapat dilihat pada Gambar 5, dimana tahap! yolo task=detect mode=train model=YOLOv8s.pt data={dataset.location}/data.yaml epochs=25 imgsz=800 plots=True, bagian ini menggunakan program YOLOv8 untuk melaksanakan training data. model=YOLOv8s.pt, menentukan model awal yang akan digunakan untuk pelatihan. Dalam hal ini, YOLOv8s.pt adalah model YOLOv8 versi ringan yang sudah disediakan. data={dataset.location}/data.yaml, menentukan lokasi file konfigurasi data pelatihan Anda. Ganti {dataset.location} dengan nama folder aktual dataset Anda. File .yaml ini berisi informasi penting tentang dataset, seperti lokasi gambar, label objek, dan lainnya. epochs=25, menentukan jumlah iterasi pelatihan. Model akan dilatih selama 25 iterasi. imgsz=800, menentukan ukuran gambar yang akan digunakan selama pelatihan. Dalam hal ini, gambar akan diubah ukurannya menjadi 800x800 piksel. plots=True, menampilkan grafik pelatihan selama proses berlangsung.

```
[13] %cd {HOME}

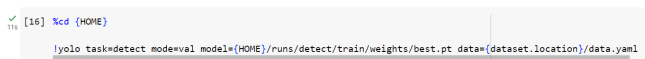
!yolo task=detect mode=train model=yolov8s.pt data={dataset.location}/data.yaml epochs=25 imgsz=800 plots=True
```

Gambar 5. Tampilan Source Code Untuk Training Data



Gambar 6. Tampil Data Yaml

Setelah melakukan training data, langkah berikutnya melakukan pendeteksian objek seperti terlihat pada Gambar 7. Proses ini diperlukan untuk menguji apakah data train berhasil dikenali oleh model atau tidak. Proses ini dilakukan dengan menjalankan perintah python task=detect. Untuk %cd {HOME}, Ini akan mengubah direktori kerja ke direktori home Anda di Google Colab. `!yolo task=detect mode=predict model={HOME}/runs/detect/train/weights/best.pt conf=0.25 source={dataset.location}/test/images save=True`, bagian ini menggunakan program YOLOv8 untuk melakukan deteksi objek. Deteksi objek, mencari dan mengenali objek tertentu dalam gambar. Mode prediksi, menggunakan model yang sudah dilatih sebelumnya untuk memprediksi objek dalam gambar baru. `model={HOME}/runs/detect/train/weights/best.pt`, menentukan lokasi file bobot model terlatih Anda. Bobot model, parameter yang dipelajari model selama proses pelatihan dan berisi informasi penting untuk melakukan deteksi objek. `conf=0.25`, mengatur ambang kepercayaan minimum. Model hanya akan menampilkan deteksi dengan skor kepercayaan minimal 25% (0.25). Skor kepercayaan, Nilai antara 0 dan 1 yang menunjukkan seberapa yakin model terhadap deteksi objek. `source={dataset.location}/test/images`, Menentukan lokasi gambar yang ingin Anda deteksi objeknya. Ganti `{dataset.location}` dengan nama folder aktual dataset Anda. `save=True`, menyimpan hasil deteksi ke dalam gambar baru. Gambar ini akan memiliki kotak pembatas yang digambar di sekitar objek yang terdeteksi beserta labelnya.



Gambar 7. Tampilan Source Code Untuk Menjalankan Deteksi Objek

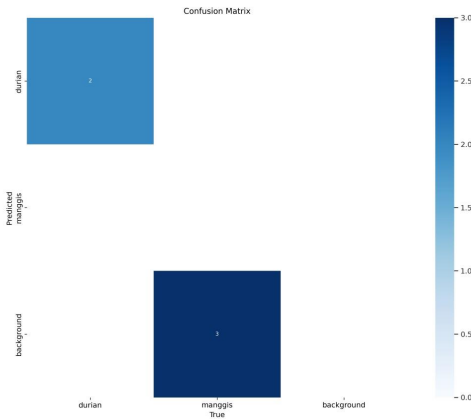
3.2. Performance Metric

Evaluasi pelatihan dengan epoch atau iterasi 50 dapat dilihat pada Gambar 8, dimana pada 2 jenis buah durian dan manggis, dengan nilai image 360 merujuk pada gambar panorama 360 derajat. Gambar panorama 360 derajat adalah gambar yang mencakup seluruh lingkaran visual sehingga dapat dilihat ke segala arah secara vertikal maupun horizontal. Untuk jumlah instances pada setiap kelas berbeda-beda karena model deteksi objek dilatih untuk mengenali dan menempatkan objek-objek yang muncul dalam gambar panorama 360 derajat sehingga dari masing-masing kelas secara berturut-turut model mampu mengenali sebanyak 5, 2, 3, dimana hasil ini bergantung pada karakteristik objek, kerumitan dataset, ukuran dataset pelatihan, kualitas anotasi, parameter pelatihan seperti jumlah Epoch dapat mempengaruhi jumlah

instances. Untuk mAP50 (mean average precision) atau metrik yang mencakup precision dan recall pada bagian ambang batas, mAP dihitung dengan cara menghitung nilai rata-rata dari precision sehingga mAP pada rentang nilai ambang deteksi 0,5 hingga 0,95 (mAP50-95) dapat memberikan gambaran lebih tentang evaluasi kinerja model secara menyeluruh di berbagai tingkat ambang deteksi, sehingga nilai mAP yang didapat pada masing-masing kelas di atas 0.27%.

```
✓ [16]
11s | yolo task=detect mode=val model={HOME}/runs/detect/train/weights/best.pt data={dataset.location}/da
/content
Ultralytics YOLOv8.0.196 Python-3.10.12 torch-2.2.1+cu121 CUDA:0 (Tesla T4, 15102MiB)
Model summary (fused): 168 layers, 11126358 parameters, 0 gradients, 28.4 GFLOPs
val: Scanning /content/datasets/Deteksi-buah-durian-dan-manggis-1/valid/labels.cache... 4 images, 0
/usr/lib/python3.10/multiprocessing/popen_fork.py:66: RuntimeWarning: os.fork() was called. os.fork()
self.pid = os.fork()
Class      Images  Instances  Box(P   R   mAP50  mAP50-95): 100% 1/1 [0
all        4        5          0.942  0.5  0.749  0.352
durian     4        2          0.883  1   0.995  0.554
manggis   4        3          1      0   0.504  0.149
Speed: 0.4ms preprocess, 37.3ms inference, 0.0ms loss, 162.4ms postprocess per image
Results saved to runs/detect/val
Learn more at https://docs.ultralytics.com/modes/val
```

Gambar 8. Tampilan Parameter Hasil Training Dengan Google Collab



Gambar 9. *Fusion Matrix*

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini mengimplementasikan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi buah durian dan manggis menggunakan citra yang diperoleh dari Google. Tahapan metodologi penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan gambar, pemrosesan data, penerapan algoritma YOLOv8, evaluasi model pada data validasi, serta pembuatan kesimpulan. Pada tahap studi literatur, peneliti mempelajari berbagai referensi yang mendukung penggunaan algoritma YOLOv8 untuk deteksi pada dataset citra durian dan manggis. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan gambar durian dan

manggis dari Google sebagai data primer. Data tersebut kemudian diproses melalui tahap anotasi, pra-pemrosesan, dan augmentasi menggunakan platform Roboflow. Setelah itu, dataset diekspor ke format YOLOv8. Proses penerapan algoritma YOLOv8 dilakukan di Google Colab, di mana dilakukan pelatihan model, pendeteksian objek, dan evaluasi model pada data validasi. Hasil dari evaluasi termasuk nilai akurasi, recall, precision, dan F1 score. Selanjutnya, hasil dan diskusi dari penelitian ini mencakup implementasi YOLOv8 dengan menunjukkan tahapan anotasi, pra-pemrosesan, dan pelatihan model secara rinci. Dalam tahap evaluasi, performa model dievaluasi menggunakan berbagai metrik seperti mean average precision (mAP). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model dapat mengenali objek dengan baik, dengan mAP yang cukup tinggi di atas 0.27%. Dari keseluruhan penelitian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma YOLOv8 untuk mendeteksi buah durian dan manggis dengan cukup baik. Model yang dihasilkan mampu mengenali objek dengan akurasi yang memadai, seperti terlihat dari nilai-nilai performa yang dicapai dalam evaluasi.

Daftar Pustaka

- [1] A. Muliantara and N. A. S. ER, "Pengembangan Pengklasifikasi jenis Tanaman Menggunakan pendekatan backpropagation Dan Nguyen-Widrow," *Jurnal Ilmu Komputer*, <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jik/article/view/18779> (accessed May 6, 2024).
- [2] Bagus Janapriya, A. A. G. (2023). Pengenalan Jenis Rambu Lalu Lintas menggunakan Metode YOLO V5. *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, 11(4). <https://doi.org/10.24843/jik.2023.v11.i04.p32>.
- [3] Anggotra, P., & Muliantara, A. (2023). Deteksi Relief Candi Borobudur Menggunakan Metode Template Matching. *JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana)*, 12(1). <https://doi.org/10.24843/jik.2023.v12.i01.p03>.
- [4] Bochkovskiy, Alexey, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao. "YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection." arXiv preprint arXiv:2004.10934 (2020).
- [5] Saputra, D. H., & Imran, B. (2023). Object Detection Untuk Mendeteksi Citra Buah-Buahan Menggunakan Metode Yolo. *Jurnal Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi*, 2(2), 70-80.
- [6] Redmon, Joseph, and Ali Farhadi. "YOLOv3: An Incremental Improvement." arXiv preprint arXiv:1804.02767 (2018).
- [7] Bochkovskiy, Alexey, et al. "YOLOv5: An Incremental Improvement." arXiv preprint arXiv:2006.02541 (2020).
- [8] HWB, N., Mailoa, E., & Purnomo, H. D. (2020). Deteksi Buah untuk Klasifikasi Berdasarkan Jenis dengan Algoritma CNN Berbasis YOLOv3. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 4(3), 476-481.

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong

p-ISSN

ISSN 2986-3929



9 772986 392004

e-ISSN

ISSN 3032-1948



9 773032 194009