



UNIBI
Universitas Informatika
dan Bisnis Indonesia

P-ISSN : 2655-8661
E-ISSN : 2655-857X

SisInfo

Vol. 7 No. 1 (2025)

JURNAL SISTEM INFORMASI DAN INFOMATIKA

Application of the Prototype Model in a Web-Based Spice and Spice Sales System

Maieka Sari Istiqomah, Sumardiono Sumardiono, Agus Riyanto, Bambang Kriswantara

Implementasi Convolutional Neural Network Dalam Sistem Otomatis Pemilahan Sampah Infeksius Berbasis Citra Digital

Renaldi Irfan Firdaus, Wibowo Harry Sugiharto, Muhammad Imam Ghozali

Pengembangan E-Business pada Industri Rumahan Briket Arang Batok Kelapa di Bantul: Pendekatan SWOT, PIECES, dan PESTEL

Putri Taqwa Prasetyaningrum, Affandi Putra Pradana, Bagus Nur Solayman, Viony Julianti Sipayung

Intrusion Detection System Menggunakan Snort dan Telegram Sebagai Media Notifikasi

Danu Satin S, Wahyuddin Wahyuddin, Ahmad Kautsar, Agus Setyawan

Classification Periodontal Disease Classification on Dental Panoramic Image Using Deep Learning Based on ResNet50

Dodi Syaripudin, Encep Yayat, Jayadi Jayadi, Agung Rachmat Raharja

Perancangan Sistem Informasi Pengaduan dan Administrasi Divisi PABX pada PT Gajah Tunggul Tbk

Rosana Junita Sirait, Ulfah Ulfah, Endah Tesya Wulandari

Perancangan Sistem Presensi Magang Berbasis Web dengan QR Code pada DPMPSTP Kota Bandung

Herlyna Ismayanti, Rita Komalasari

Penerapan Metode SCRUM pada Perancangan Sistem ERP Modul Sales & Marketing di PT Dunia Sandang Pratama

Maya Sri Nuraeni, Agus Salim

Optimasi Manajemen Keuangan Sekolah dengan Sistem Informasi Berbasis Web (Base Studi Kasus SMK PGRI 1 Cimahi)

Arif Bakti Nugraha

Analysis of Factors Influencing Behavioral Intentions and Use Behavior of BRImo Mobile Banking Application Users Using the UTAUT 2 Model (United Theory of Acceptance of Technology Use 2)

Ludi Priyadi, Arnold Ropen Sinaga, Titan Parama Yoga

Implementasi K-Nearest Neighbor untuk Prediksi Harga Bibit Kelapa Sawit dengan Metode CRISP-DM

Reni Nursyanti, Graha Prakarsa, Siti Nuraini Rahmawati, Agung Andriana

Design Android-Based Error Code Diagnosys Application for ATM Machines

R. Yadi Rakhman Alamsyah, Reni Nursyanti, Muhammad Achya Arifudin, Muhammad Abdul Baqrik

Diterbitkan Oleh:
LPPM Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia

DEWAN REDAKSI

Editor in Chief

Dr (Cand). Nur Alamsyah, S.T., M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)

Managing Editor

Budiman, S.T., M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)

Section Editor

- Titan Parama Yoga, M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)
- Marwondo, S.T., M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)
- Chairul Habibi, S.T., M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)
- R. Yadi Rakhman Alamsyah, S.T., M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)
- Imannudin Akbar, S.TP., M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)
- Christian Tonyjanto, S.Kom., M.Pd. (Universitas Dhyana Pura)
- Anggraini Kusumaningrum, S.Kom., M.Cs. (Institut Teknologi Dirgantara Adisujtipto)
- Rio Andriyat Krisdiawan, M.Kom (Universitas Kuningan)
- Achmad Udin Zailani, S.Kom., M.Kom (Universitas Pamulang)

Reviewer

- Reni Nursyanti, M.Kom. (Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia)
- Zatin Niqotaini, S.Tr.Kom, M.Kom. (Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta)
- Dr. Ati Suci Dian Martha (Universitas Telkom)
- Putri Taqwa Prasetyaningrum, S.T., M.T.MCE (Universitas Mercu Buana Yogyakarta)
- Dr. Erna Hikmawati, S. Kom., M. Kom (Universitas Nasional PASIM)
- Rita Komalasari, S.Si., M.Kom (Politeknik LP3I)
- Deden Pradeka, S.T., M.Kom. (Universitas Pendidikan Indonesia)
- Dr (Cand). Aji Gautama Putrada, S.T., M.T. (Telkom University)
- Dr (Cand). Mohamad Nurkamal Fauzan S.T., M.T. (Universitas Logistik dan Bisnis Internasional)
- Dr (Cand). Nur Ghaniaviyanto Ramadhan, S.Kom., M.Kom. (Telkom University Purwokerto)
- Erik Kurniadi, M.Kom. (Universitas Kuningan)
- Sumardiono, M.Kom. (Universitas Bina Insani)

DAFTAR ISI

Application of the Prototype Model in a Web-Based Spice and Spice Sales System Maieka Sari Istiqomah, Sumardiono Sumardiono, Agus Riyanto, Bambang Kriswantara	1-10
Implementasi Convolutional Neural Network Dalam Sistem Otomatis Pemilahan Sampah Infeksius Berbasis Citra Digital Renaldi Irfan Firdaus, Wibowo Harry Sugiharto, Muhammad Imam Ghozali	11-22
Pengembangan E-Business pada Industri Rumahan Briket Arang Batok Kelapa di Bantul: Pendekatan SWOT, PIECES, dan PESTEL Putri Taqwa Prasetyaningrum, Affandi Putra Pradana, Bagus Nur Sodayman, Viony Julianti Sipayung	23-39
Intrusion Detection System Menggunakan Snort dan Telegram Sebagai Media Notifikasi Danu Satin S, Wahyuddin Wahyuddin, Ahmad Kautsar, Agus Setyawan	40-49
Classification Periodontal Disease Classification on Dental Panoramic Image Using Deep Learning Based on ResNet50 Dodi Syaripudin, Encep Yayat, Jayadi Jayadi, Agung Rachmat Raharja	50-61
Perancangan Sistem Informasi Pengaduan dan Administrasi Divisi PABX pada PT Gajah Tunggal Tbk Rosana Junita Sirait, Ulfah Ulfah, Endah Tesya Wulandari	62-72
Perancangan Sistem Presensi Magang Berbasis Web dengan QR Code pada DPMPTSP Kota Bandung Herlyna Ismayanti, Rita Komalasari	73-85
Penerapan Metode SCRUM pada Perancangan Sistem ERP Modul Sales & Marketing di PT Dunia Sandang Pratama Maya Sri Nuraeni, Agus Salim	86-95

- Optimasi Manajemen Keuangan Sekolah dengan Sistem Informasi Berbasis Web (Base Studi Kasus SMK PGRI 1 Cimahi) 96-106
Arif Bakti Nugraha
- Analysis of Factors Influencing Behavioral Intentions and Use Behavior of BRImo Mobile Banking Application Users Using the UTAUT 2 Model (United Theory of Acceptance of Technology Use 2) 107-123
Ludi Priyadi, Arnold Ropen Sinaga, Titan Parama Yoga
- Implementasi K-Nearest Neighbor untuk Prediksi Harga Bibit Kelapa Sawit dengan Metode CRISP-DM 124-134
Reni Nursyanti, Graha Prakarsa, Siti Nuraini Rahmawati, Agung Andriana
- Design Android-Based Error Code Diagnosys Application for ATM Machines (Studi Kasus PT. Datindo Infonet Prima) 135-145
R. Yadi Rakhman Alamsyah, Reni Nursyanti, Muhammad Achya Arifudin, Muhammad Abdul Baqrik

Penerapan Model Prototipe pada Sistem Penjualan Bumbu dan Rempah Berbasis Web

Maieka Sari Istiqomah¹⁾, Sumardiono Sumardiono²⁾, Agus Riyanto³⁾, Bambang Kriswantara⁴⁾

^{1,2)} Sistem Informasi, Fakultas Informatika, Universitas Bina Insani

³⁾ Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Bina Insani

⁴⁾ Manajemen Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Bina Insani

Email: maiekasari12@gmail.com; sumardiono@binainsani.ac.id; agusriyanto@binainsani.ac.id; bambang_kriswantara@binainsani.ac.id.

Diterima:
29 Agustus 2024

Diterima Setelah Revisi:
24 Januari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi yang pesat menjadikan teknologi sebagai aset penting dalam kemajuan sistem penjualan dan bisnis, termasuk dalam bisnis ramuan rempah seperti bumbu makanan. UD. Eka Sari menghadapi permasalahan dalam mengenalkan produk bumbu dan rempah-rempah masakan kepada calon pembeli, yang berdampak pada rendahnya angka penjualan. Penelitian ini bertujuan menerapkan model prototipe dalam pengembangan sistem penjualan yang diharapkan dapat meningkatkan pemahaman calon pembeli terhadap produk serta mendorong peningkatan penjualan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan prototipe dengan pendekatan visual Unified Modelling Language (UML). Hasil penelitian ini berupa uji validitas desain dan dikatakan valid, serta uji secara beta dengan bentuk *random sampling* dengan responden sebanyak 20 responden, maka diperoleh nilai kepuasan (*satisfaction*) sebesar 87%, nilai kesesuaian (*relevance*) sebesar 86%, nilai kegunaan (*functional*) sebesar 87%, dan nilai kemudahan (*usability*) 84%, sehingga dapat diambil kesimpulannya berupa rata-rata nilai pengujian beta diperoleh 86% dengan interpretasinya sangat baik dan layak untuk diterapkan di UD. Eka Sari.

Kata Kunci: Bumbu dan Rempah, Model Prototipe, Sistem Penjualan, UML

Abstract

The rapid development of information technology has made it an essential asset in advancing sales and business systems, including in the spice-based business, such as food seasoning. UD. Eka Sari faces challenges in introducing its seasoning and spice products to potential buyers, which has led to low sales figures. This research aims to implement a prototype model in the development of a sales system, which is expected to enhance potential buyers' understanding of the products and drive sales growth. The method used in this study is the prototype development model with a visual approach using Unified Modelling Language (UML). The results of this research were in the form of a validity test of the design, and it was said to be valid, as well as a beta test using random sampling with 20 respondents. The satisfaction value was obtained value of 87%, the suitability value of 86%, the functional value of 87%, and a usability value of 84%, so that the conclusion can be drawn in the form of an average beta test value of 86% with a very good interpretation and suitable for application at UD. Eka Sari.

Keywords: Herbs and Spices, Prototype, Sales System, UML

1 PENDAHULUAN

Manajemen dalam operasional bisnis, terutama di sektor perkebunan, adalah kunci utama untuk keberhasilan. Pemesanan bumbu dan rempah merupakan bagian penting dari administrasi yang membutuhkan pencatatan dan pengolahan data yang efisien. Data tersebut tidak hanya menjadi catatan tetapi juga menjadi sumber informasi berharga bagi manajemen untuk mengambil keputusan yang tepat. Oleh karena itu, pengelolaan pemesanan bumbu menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan efektivitas operasional dan kepuasan pelanggan. (Sumardiono et al., 2022)

Teknologi informasi saat ini berkembang sangat pesat sehingga teknologi menjadi aset penting bagi kemajuan dan perkembangan suatu sistem penjualan bahkan penerapan dalam dunia bisnis sangat dibutuhkan agar organisasi dapat bersaing dengan kompetitornya. Untuk memaksimalkan penerapan yang sesuai dengan kapabilitas sistem penjualan diperlukan perancangan strategi yang sesuai dengan visi misi dari tokoh tersebut teknologi. (Yunita et al., 2023)

Rempah - rempah merupakan kekayaan alam Indonesia yang harus dilestarikan. Membedakan berbagai jenis rempah khususnya rimpang merupakan tantangan yang cukup besar bagi sebagian orang karena kemiripan visualnya. Pengolahan rempah dalam kemasan, minimnya keterlibatan langsung dalam pengolahannya, serta gaya hidup yang cenderung mengonsumsi makanan cepat saji menjadi faktor penyebab kurangnya pengetahuan mengenai wujud asli rempah. (Nisa & Candra, 2023)

Sekarang ini, masih banyak organisasi yang berada di perkotaan belum menggunakan *e-commerce* sebagai alternatif media penjualan, UD. EKA SARI salah satunya. Organisasi ini merupakan salah satu organisasi yang menjual bumbu dan rempah, seperti lada putih, lada hitam, kapolaga dan lainnya. UD. EKA SARI berlokasi di Mutiara Gading Timur Blok A8 No. 17 Kota Bekasi. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, penulis menemukan sejumlah permasalahan yang terjadi pada sistem penjualannya. Saat ini, proses pengolahan data penjualan masih dilakukan secara manual, konsumen harus datang langsung ke lokasi untuk melakukan pembelian produk dan transaksi pembayaran secara tunai. Hal ini menyebabkan proses yang kurang efisien dan rentan terhadap kesalahan. Selain itu, proses rekap transaksi penjualan yang dilakukan oleh pemilik dihitung secara langsung berdasarkan nota penjualan yang menyebabkan resiko kesalahan penghitungan dan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama.

2 KAJIAN PUSTAKA

Setelah peneliti melakukan analisa terhadap beberapa penelitian dan mencakup penjelasan berbagai aspek dan sudut pandang yang berbeda, dan ada beberapa yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Sistem

“Sistem merupakan jaringan prosedur yang dibuat menurut pola yang terpadu untuk melaksanakan kegiatan pokok Perusahaan”. (Muhammad Fitriyan, 2022)

2. Penjualan

“Penjualan merupakan sebuah usaha untuk meningkatkan rencana secara strategis yang tertuju pada usaha pemenuhan kebutuhan dan kegiatan pembeli, guna mendapatkan penjualan yang menghasilkan laba”. (Anggreini & Andiva, 2023)

3. Bumbu dan Rempah

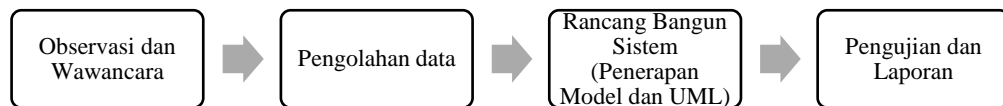
“Bumbu Nusantara yaitu rempah yang banyak terdapat di Indonesia. Di Indonesia, bumbu merupakan kunci kelezatan suatu masakan sehingga memberikan cita rasa yang khas. Bumbu di Indonesia dibedakan menjadi tiga kelompok untuk memudahkan dalam mengenali jenisnya yaitu bumbu segar, bumbu kering, dan bumbu buatan”. (Yosfi Rahmi, 2020, p. 209)

“Rempah – rempah merupakan kekayaan alam Indonesia yang harus dilestarikan. Membedakan berbagai jenis rempah khususnya rimpang merupakan tantangan yang cukup besar bagi

sebagian orang karena kemiripan visualnya. Pengolahan rempah dalam kemasan, minimnya keterlibatan langsung dalam pengolahannya, serta gaya hidup yang cenderung mengonsumsi makanan cepat saji menjadi faktor penyebab kurangnya pengetahuan mengenai wujud asli rempah”.(Nisa & Candra, 2023)

3 METODE PENELITIAN

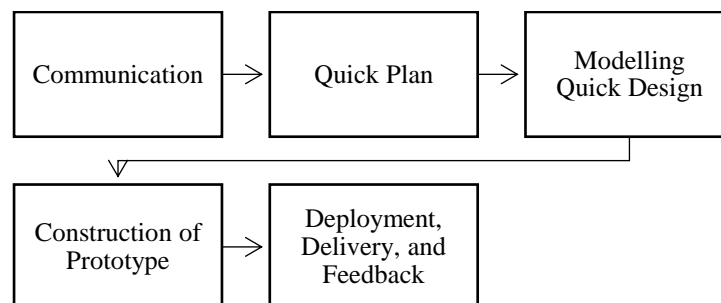
Penelitian ini menggunakan metode penelitian ini terdiri dari 2 (dua) tahap, yaitu: pengumpulan data dan pembangunan perangkat lunak (Sinaga & Pratama, 2023). Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung di UD. EKA SARI dengan mengamati ruang lingkup atau pola kegiatan yang dilakukan dalam penjualan bumbu dan rempah. Selain itu, wawancara dengan pemilik dilakukan untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan permasalahan objek penelitian, seperti pengalaman pribadi dalam pekerjaan, cara membangun usaha tersebut, praktik dan teknik pembuatan, serta prosedur pendistribusian. Terakhir, data juga dikumpulkan dari studi pustaka yang berkaitan dengan objek penelitian dengan jurnal atau artikel.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada penelitian ini, digunakan model pengembangan sistem berupa model Prototype. Prototype ini merupakan tipe awal dari suatu tahapan pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk mempresentasikan cerminan dari inspirasi, mengeksperimenkan suatu rancangan, mencari kasus yang terdapat sebanyak-banyaknya dan mencari pemecahan terhadap penyelesaian masalah tersebut (Nur et al., 2023). Metode ini memiliki kelebihan yaitu melibatkan pengguna dalam proses pengembangannya sehingga akurasi aplikasi yang dihasilkan tergolong tinggi (Sauda & Agustini, 2020).

Dalam penelitian ini, penerapan model pengembangan Prototype digunakan untuk membangun aplikasi. Model Prototype adalah salah satu model pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan pengembang untuk membuat prototipe atau model awal dari sistem informasi sebelum membuat versi finalnya (Nur et al., 2023). Model Prototype ini adalah model yang terbilang cukup cepat, karena pengembangan dilakukan bersamaan (Sumardiono et al., 2024) dengan pihak vendor atau pihak pemilik. *Prototype system development model that adapts to user conditions* (Sumardiono, 2024). Berikut adalah langkah-langkah yang dijalankan dalam proses metode pengembangan prototipe



Gambar 2. Model Prototype

1. *Communication*
Tahap ini merupakan fase awal dari pekerjaan teknis analisis terhadap kebutuhan pengguna. Tim pengembang sistem pada tahap ini melakukan pertemuan dengan pengguna untuk membahas kebutuhan sistem yang akan dikembangkan (Kurniati, 2021).
2. *Quick Plan*
Tahap ini perancangan dilakukan cepat dan mewakili semua aspek *software* yang diketahui, dan rancangan ini menjadi dasar pembuatan prototipe.
3. *Modelling Quick Design*
Tahap ini mencakup penjelasan terkait perancangan sistem yang akan dikembangkan. Fase ini dapat disebut sebagai langkah pembuatan sketsa atau gambaran awal. Tahap ini memiliki signifikansi yang tinggi dalam pengembangan sistem karena membantu dalam pemahaman terhadap kebutuhan dan persyaratan yang diperlukan untuk membangun sistem tersebut.
4. *Construction of prototype*
Pada tahap ini, dilakukan proses pengkodean berdasarkan desain yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Pada fase ini, pengembang membuat kode secara manual atau otomatis sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Hasil dari tahap ini adalah sistem yang siap untuk dievaluasi.
5. *Deployment, delivery and feedback*
Tahap berikutnya merupakan fase akhir dalam pengembangan sistem. Program yang telah dibuat akan mengalami pengujian untuk menilai fungsionalitasnya. Tahap ini bersifat iteratif, yang berarti dapat diulang hingga prototipe sistem memenuhi semua persyaratan dan kebutuhan pengguna. Dalam fase ini, interaksi antara pengembang dan pengguna akan terus berlangsung untuk meningkatkan kualitas sistem dan memastikan bahwa sistem dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal (Fridayanthie et al., 2021).

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

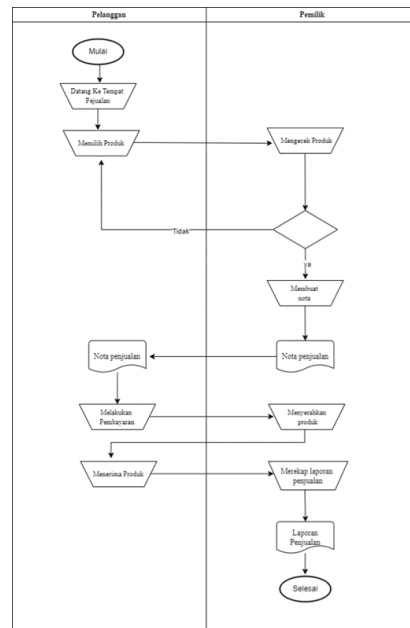
Sebagaimana dijelaskan metode penelitian, berikut adalah hasil penelitian yang telah dilakukan.

4.1 *Communication*

Dalam tahapan *communication* ini berupa observasi dan wawancara diperoleh data berupa identifikasi permasalahan yang ada di UD. Eka Sari, yaitu berupa permasalahan kurang tahunya bumbu dan rempah-rempah masakan oleh peminat, sehingga berdampak pada kurangnya pembeli yang mana mengakibatkan kurangnya pemasukan atau belum jelasnya keuntungan.

4.2 *Quick Plan*

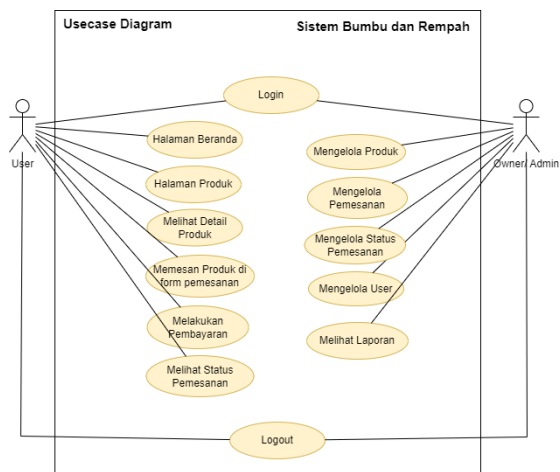
Pada tahapan *quick plan* ini diperoleh data rancangan berupa sistem berjalan pada UD. Eka Sari. Adapun rancangan ini dalam bentuk *flowmap* (alur dokumen), sebagaimana digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Flowmap Bumbu dan Rempah

4.3 Modelling

Tahapan *modelling* ini merupakan bentuk sistem usulan ini dibuat *use case* dengan dua aktor yang memiliki hak akses berbeda. Pertama, ada hak akses admin sebagai orang yang dapat mengelola produk, mengelola pesanan, mengelola pengiriman dan mencetak laporan transaksi. Kedua, ada hak akses pembeli sebagai orang yang akan mengakses *website* untuk dapat melihat, memilih, membeli atau memesan produk yang diinginkan, dan melihat data pesanan (*invoice*).

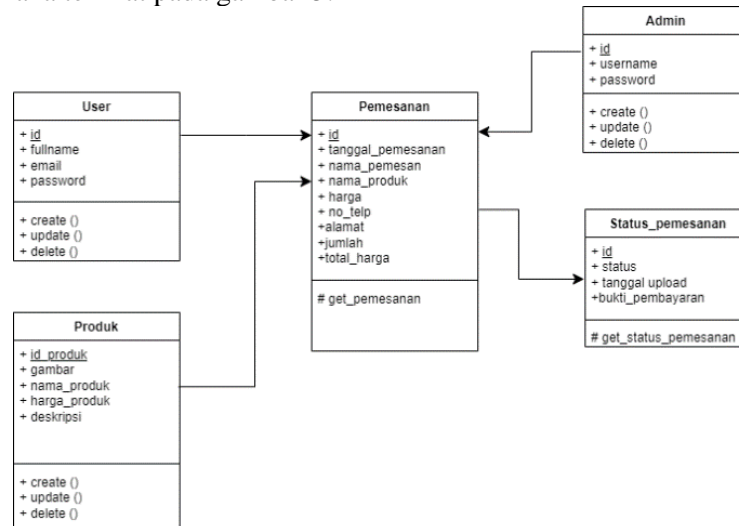


Gambar 4. Use case Diagram Bumbu dan Rempah

Gambar 4 menjelaskan tentang proses bisnis yang dideskripsikan menggunakan *use case diagram*, yang mana terdapat 2 aktor seperti admin yang memiliki hak akses hampir seluruhnya, dan pelanggan hanya bisa mengakses registrasi, login, pemesanan, riwayat pesanan, dan logout.

4.4 Construction of Prototype

Dalam *construction of prototype*, diimplementasikan hasil *use case diagram* ke dalam *class diagram* sebagaimana terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. *Class Diagram* Bumbu dan Rempah

Pada gambar 5 menjelaskan tentang kelas-kelas yang ada pada sistem penjualan rempah dan bumbu, seperti user, admin, produk, pemesanan, dan status pemesanan.

4.5 Deployment

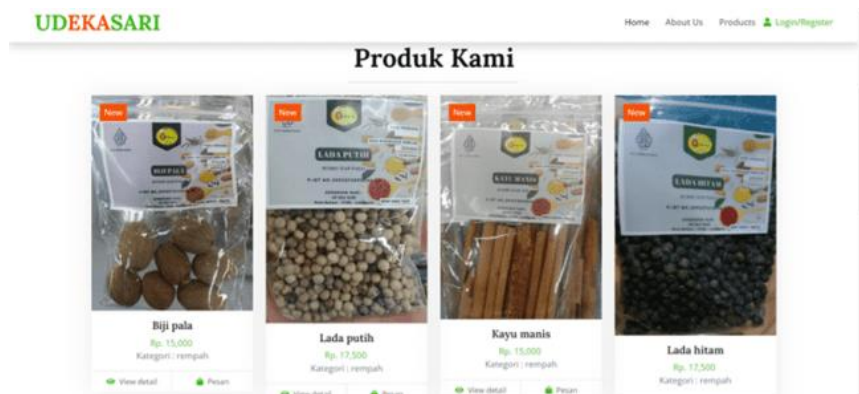
Tahapan *Deployment* ini merupakan tahapan akhir dalam mengimplementasikan rancangan sistem informasi penjualan online berbasis *website* dengan menggunakan perangkat lunak serta dilakukannya pengujian sistem informasi (*web*) secara *alpha* (validasi sistem) dan *beta* (uji responden). Pada Tahapan diperoleh beberapa tampilan dalam *web* UD. EKA SARI yang akan ditampilkan sebagai berikut:

- a. Halaman *Dashboard*



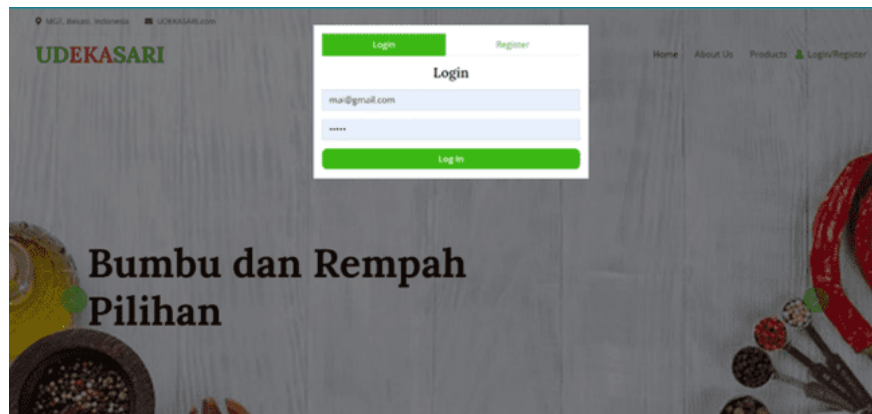
Gambar 6. Halaman *Dashbaord*

b. Halaman *Product*



Gambar 7. Tampilan Halaman *Product*

c. Halaman *Login User*



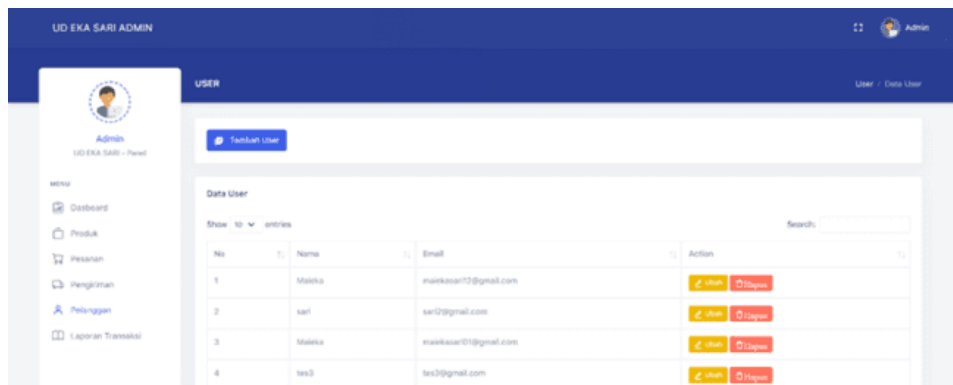
Gambar 8. Tampilan Halaman *Login dan Register*

d. Halaman *Dashboard Admin*



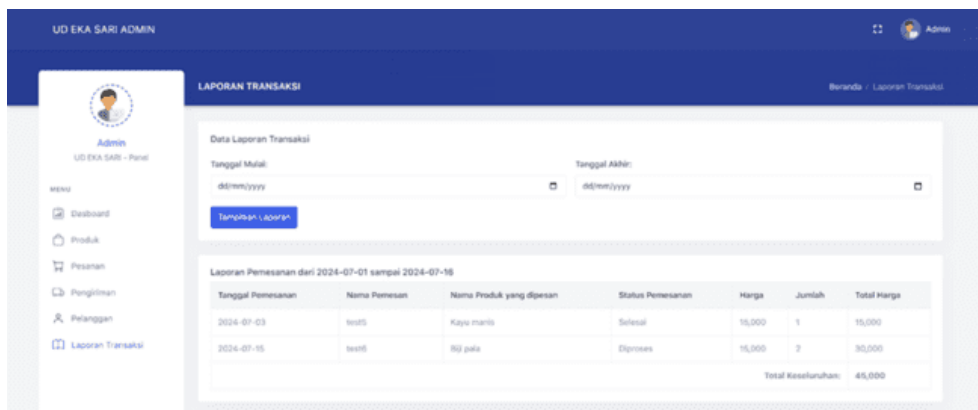
Gambar 9. Tampilan Halaman *Dashboard Admin*

e. Halaman Tambah User



Gambar 10. Tampilan Halaman Tambah User

f. Halaman Mencetak Laporan Transaksi



Gambar 11. Tampilan Halaman Cetak Laporan

Pengujian *beta* dilakukan untuk mengumpulkan umpan balik pengguna. Kuesioner ini diedarkan kepada pelanggan untuk mendapatkan umpan balik mereka setelah menguji sistem yang dirancang. Perhitungan dilakukan berdasarkan kuesioner untuk menarik kesimpulan tanggapan terhadap implementasi sistem yang dirancang. Kuesioner terdiri dari 10 pertanyaan mulai dari 1 sampai 5 berdasarkan Skala Likert. Skala Likert merupakan skala yang sangat populer bagi peneliti (Simamora, 2022). Skala Likert merupakan bentuk skala psikometrik yang umum digunakan dalam kuesioner (Taluke et al., 2019). Berikut adalah hasil pengujian *beta* pada Sistem Penjualan Bumbu Dan Rempah Berbasis Website Pada UD. EKA SARI Bekasi.

Tabel 1. Skala Likert Pengukuran

Tingkat Kepuasan	Skala
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Biasa Saja	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Tabel 2. Uji Kelayakan

1	Apakah sistem penjualan bumbu dan rempah sudah sesuai dengan kebutuhan?
2	Apakah penggunaan sistem penjualan bumbu dan rempah ini dapat menghemat waktu?
3	Apakah sistem penjualan bumbu dan rempah dapat memudahkan pelanggan?
4	Apakah sistem penjualan bumbu dan rempah ini dapat mendukung pengolahan data bumbu dan rempah?
5	Apakah sistem penjualan bumbu dan rempah ini sudah layak digunakan pada UD. EKA SARI bekasi?
6	Apakah fitur – fitur di sistem penjualan bumbu dan rempah mudah digunakan?
7	Apakah sistem penjualan bumbu dan rempah mudah dipahami?
8	Apakah sistem penjualan bumbu dan rempah mudah dipahami?
9	Apakah sistem penjualan bumbu dan rempah dapat menampilkan nota pemesanan dengan mudah?
10	Apakah proses penginputan data transaksi dapat dilakukan dengan mudah?

Berdasarkan data hasil kuesioner, didapat persentasi dari masing- masing jawaban dengan menggunakan formula (1) di bawah ini.

$$Y = \frac{\sum(N.R)}{Skor\ Idel} \times 100\% \quad (1)$$

(Masripah & Ramayanti, 2020)

Tabel 3. Hasil Uji Kelayakan oleh Responden

Pertanyaan	Hasil
1	84%
2	83%
3	92%
4	88%
5	88%
6	84%
7	93%
8	86%
9	73%
10	86%
Rata-Rata	85,7%

Dari tabel 3 dan analisa di atas dapat dilihat total persentase dari 10 pertanyaan yaitu 85,7%. Uji kelayakan dilakukan terhadap 4 (empat) aspek dan didapatkan aspek kepuasan (*satisfaction*) sebesar 87%, nilai kesesuaian (*relevance*) sebesar 86%, nilai kegunaan (*functional*) sebesar 87%, dan nilai kemudahan (*usability*) 84%. Dari penilaian 20 responden, maka rata-rata tanggapan responden diperoleh sebesar 86% dan layak untuk digunakan dalam melayani peminat.

5 SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian pada UD. Eka Sari dengan model Prototype dan pendekatan UML dalam rancangan sistem informasi maka diperoleh beberapa penilaian dari beberapa aspek dalam pengembangan sistem, yaitu uji validitas desain dan dikatakan valid, serta uji secara beta

dengan bentuk *random sampling* dengan responden sebanyak 20 responden, maka diperoleh nilai kepuasan (*satisfaction*) sebesar 87%, nilai kesesuaian (*relevance*) sebesar 86%, nilai kegunaan (*functional*) sebesar 87%, dan nilai kemudahan (*usability*) 84%, sehingga dapat diambil kesimpulannya berupa rata-rata nilai pengujian beta diperoleh 86% dengan interpretasinya sangat baik dan layak untuk diterapkan di UD. Eka Sari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreini, N. L., & Andiva, A. N. (2023). Perancangan Dan Implementasi Sistem Informasi Penjualan, Pembelian Dan Persediaan Berbasis Web (Studi Kasus Ari Jaya Motor Ciparay). *Journal of Economics, Accounting, Tax, and Management (JECATAMA)*, 1–10.
- Fridayanthie, E. W., Haryanto, H., & Tsabitah, T. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 23(2), 151–157. <https://doi.org/10.31294/p.v23i2.10998>
- Kurniati, K. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais. *Journal of Software Engineering Ampera*, 2(1), 16–27. <https://doi.org/10.51519/journalsea.v2i1.89>
- Masripah, S., & Ramayanti, L. (2020). Penerapan Pengujian Alpha Dan Beta Pada Aplikasi Penerimaan Siswa Baru. *Swabumi*, 8(1), 100–105. <https://doi.org/10.31294/swabumi.v8i1.7448>
- Muhammad Fitriyan, I. A. M. (2022). Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Bahan Rempah-Rempah. *Cyberarea.Id*, 2(3), 1–13.
- Nisa, C., & Candra, F. (2023). Klasifikasi Jenis Rempah-Rempah Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 78–84. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i1.1018>
- Nur, S., Waita, R., & Asa, B. J. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Desa Fudima Dengan Menggunakan Metode Prototype Di Desa Fudima. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 10(3), 804–815. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v10i3.862>
- Sauda, S., & Agustini, E. P. (2020). Implementasi Prototype Model dalam Pengembangan Aplikasi Smart Cleaning Sebagai Pendukung Aplikasi Smart City. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 20(1), 73–84. <https://doi.org/10.30812/matrik.v20i1.673>
- Simamora, B. (2022). Skala Likert, Bias Penggunaan dan Jalan Keluarnya. *Jurnal Manajemen*, 12(1), 84–93. <https://doi.org/10.46806/jman.v12i1.978>
- Sinaga, A. R., & Pratama, K. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Management System “ Digihelp .” *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika*, 5(2), 24–28.
- Sumardiono, S. (2024). Development of Smart Villages through Electronic Population Census in Kalimati Village, Jatibarang District. *Gema Wiralodra*, 15(2 SE-Articles), 650–661. <https://doi.org/10.31943/gw.v15i2.694>
- Sumardiono, S., Safitri, S., & Soipah. (2024). E-Library Berbasis Web Menggunakan Model Prototipe Web-based E-Library Using Prototype Model. *JUISI*, 10(November 2024), 90–100. <https://doi.org/10.37715/juisi.v10i2.4974>
- Sumardiono, Sofyan Efendi, & Hadi Santosa. (2022). Perancangan aplikasi reservation room pada hotel xyz di Indramayu. *INFOTECH : Jurnal Informatika Teknologi*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.37373/infotech.v3i1.240>
- Taluke, D., Lakat, R. S. M., Sembel, A., Mangrove, E., & Bahwa, M. (2019). Analisis Preferensi Masyarakat dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Spasial*, 6(2), 531–540.
- Yosfi Rahmi. (2020). *Ilmu Bahan Makanan*.
- Yunita, F., Febrina, R., & Susanti, N. (2023). Implementasi Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web Pada Toko Bebek Goreng Gobek. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 46–51.

Implementasi *Convolutional Neural Network* Dalam Sistem Otomatis Pemilahan Sampah Infeksius Berbasis Citra Digital

Renaldi Irfan Firdaus, Wibowo Harry Sugiharto, Muhammad Imam Ghozali
^{1,2,3)} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Email: 202051075@std.umk.ac.id; wibowo.harrys@umk.ac.id; Imam.ghozali@umk.ac.id

Diterima:
14 Januari 2025

Diterima Setelah Revisi:
15 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Pengelolaan limbah medis, khususnya limbah infeksius, tidak boleh dicampur dengan jenis limbah lainnya. Salah satu risiko penanganan limbah infeksius tanpa pengetahuan yang tepat tentang metode pengolahannya adalah meningkatnya peluang penularan penyakit. Setelah limbah infeksius dipisahkan dengan benar, limbah tersebut harus ditangani dengan benar untuk menghindari risiko lebih lanjut. Oleh karena itu, pembuatan tempat sampah otomatis untuk memilah limbah infeksius dan non infeksius memerlukan pendekatan yang lebih maju dan sistem klasifikasi limbah yang cepat dan akurat. Peneliti mengimplementasikan *Convolutional Neural Network* (CNN) pada sistem pemilahan limbah infeksius berbasis citra digital menggunakan metode pengembangan prototipe. Model *Convolutional Neural Network* digunakan untuk mengklasifikasikan jenis limbah infeksius berdasarkan citra yang ditangkap oleh sensor ESP32-Cam. Sensor kamera ESP32-Cam memerlukan library yang merupakan *input* dari edge impulses sebagai penyimpanan data citra sampah.

Kata kunci: Limbah medis, Convolutional Neural Network, Prototype

Abstract

Medical waste management, especially infectious waste, must not be mixed with other types of waste. One of the risks of handling infectious waste without proper knowledge of its treatment methods is the increased chance of disease transmission. Once infectious waste is properly separated, it must be handled correctly to avoid further risks. Therefore, creating an automated waste bin to sort infectious and non-infectious waste requires a more advanced approach and a fast, accurate waste classification system. The researcher implemented a Convolutional Neural Network (CNN) in an infectious waste sorting system based on digital images using a prototype development method. The Convolutional Neural Network model was used to classify types of infectious waste based on images captured by the ESP32-Cam sensor. The ESP32-Cam camera sensor requires a library that is input from edge impulses as a garbage image data storage.

Keywords: Medical waste, Convolutional Neural Network, Prototype

1 PENDAHULUAN

Sampah merupakan sisa yang tidak terpakai yang memiliki potensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Sampah dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis utama: sampah padat, cair, dan gas. Khususnya, sampah infeksius atau medis menjadi perhatian serius

karena berpotensi menularkan penyakit, terutama melalui kontaminasi terhadap orang yang rentan, seperti pasien dengan sistem kekebalan tubuh yang rendah. Sampah infeksius mencakup masker bekas, perban bekas, tisu bekas, dan jarum suntik yang telah digunakan, yang dapat memicu penyebaran penyakit jika tidak ditangani dengan benar. Penanganan yang tidak tepat pada sampah ini berisiko bagi petugas medis, pengunjung, dan masyarakat umum, yang mungkin terpapar penyakit akibat interaksi langsung dengan sampah tersebut (Smith *et al.*, 2022).

Mengelola sampah infeksius memerlukan penanganan yang hati-hati dan terstruktur. Penting bagi petugas medis dan pengelola sampah untuk membedakan antara sampah infeksius dan non-infeksius guna mengurangi risiko penularan penyakit. Penggunaan tempat sampah pintar dengan teknologi pengolahan citra digital seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat membantu mengotomatisasi proses pengelompokan sampah berdasarkan kontaminasi infeksius (Johnson *et al.*, 2023). Sistem ini memungkinkan pemisahan yang akurat antara sampah infeksius dan non-infeksius, yang selanjutnya dapat dikelola secara aman oleh pihak yang kompeten. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tempat sampah pintar yang dapat membedakan sampah infeksius dari non-infeksius melalui metode citra digital. Dengan menggunakan teknologi ini, pengelolaan sampah infeksius di rumah sakit, puskesmas, dan klinik dapat lebih efektif, mengurangi risiko penyebaran penyakit yang disebabkan oleh kontaminasi sampah (Lee *et al.*, 2022). Penerapan sistem ini juga berkontribusi pada peningkatan keselamatan dan efisiensi kerja petugas yang bertanggung jawab atas pengelolaan sampah medis.

Implementasi tempat sampah pintar dapat memberikan solusi yang lebih aman dalam mengelola sampah infeksius, mengurangi potensi bahaya yang terkait dengan penanganan yang salah. Dengan demikian, penelitian ini berperan dalam mendukung sistem pengelolaan limbah medis yang lebih berkelanjutan dan berbasis teknologi (Kim *et al.*, 2021). Adapun tujuan dari penelitian ini untuk pembuatan tempat sampah pintar adalah untuk memisahkan antara sampah infeksius dan non-infeksius menggunakan metode citra digital. Dengan adanya sistem tersebut masalah tercampurnya sampah yang dapat menular bisa diminimalisir dan petugas non medis yang bertugas dapat secara aman mengolahnya dengan benar.

Salah satu studi yang menonjol dilakukan oleh Mareta *et al.* (2024), yang mengembangkan model CNN untuk mengidentifikasi limbah infeksius melalui aplikasi Android. Dalam penelitian ini, mereka mengumpulkan dataset citra limbah infeksius dari internet dan melatih model CNN yang mampu mengklasifikasikan jenis limbah dengan akurasi mencapai 94%. Hasil ini menunjukkan bahwa model tersebut efektif dalam mengenali berbagai jenis limbah infeksius, meskipun jumlah dataset per kelas masih terbatas. Selain itu, penelitian oleh Alden dan Sari (2023) mengimplementasikan algoritma CNN untuk pemilahan jenis sampah berbasis Android menggunakan metode CRISP-DM. Mereka mengumpulkan 5.428 dataset gambar sampah dan melatih model CNN dengan arsitektur MobileNet. Pengujian menunjukkan bahwa model ini mampu mengklasifikasikan sampah organik dan anorganik dengan akurasi tinggi, mencapai 96% untuk sampah organik dan 99% untuk sampah anorganik. Implementasi ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam memilah sampah dengan benar melalui aplikasi mobile yang *user-friendly*.

Penelitian lain oleh Muslihati *et al.* (2023) juga mengkaji penggunaan algoritma CNN dalam klasifikasi sampah organik dan non-organik. Studi ini menekankan pentingnya pengujian berulang untuk mencapai akurasi optimal, dengan model CNN yang berhasil mencapai tingkat akurasi tertinggi sebesar 96,43% setelah enam kali percobaan. Temuan ini mengindikasikan bahwa model CNN memiliki potensi besar dalam membantu proses pemilahan sampah secara otomatis dan efisien. Secara keseluruhan, berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa implementasi CNN dalam sistem pemilahan sampah infeksius berbasis citra digital dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi proses klasifikasi limbah medis. Pengembangan lebih lanjut dan integrasi teknologi ini ke dalam aplikasi mobile diharapkan dapat mempermudah masyarakat dan tenaga medis dalam mengelola limbah infeksius dengan lebih baik, sehingga berkontribusi pada peningkatan kesehatan dan kebersihan lingkungan.

Penelitian ini berkontribusi dalam mengembangkan sistem otomatis pemilahan sampah infeksius menggunakan teknologi *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis citra digital, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam identifikasi serta klasifikasi jenis sampah medis berbahaya. Dengan menerapkan metode deep learning, sistem ini mampu mengenali pola visual pada sampah infeksius secara real-time, sehingga dapat membantu fasilitas kesehatan dalam mengelola limbah medis dengan lebih aman dan sesuai standar regulasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi risiko kontaminasi, mempercepat proses pemilahan, serta memberikan solusi berbasis teknologi bagi pengelolaan limbah rumah sakit yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sampah Infeksius

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, menyebutkan bahwa sampah merupakan permasalahan nasional sehingga pengelolaannya perlu dilakukan secara komprehensif dan terpadu dari hulu ke hilir agar memberikan manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan, serta dapat mengubah perilaku masyarakat. Dari segi bentuk sampah dibagi menjadi tiga, yaitu sampah padat, sampah cair, dan sampah gas. Adapun pembagian sampah padat secara umum dapat dikategorikan sebagai sampah padat infeksius serta sampah padat non-infeksius (Amalia *et al.*, 2020).

Sampah infeksius berupa masker bekas pasien, bekas perban, tisu bekas, maupun bekas suntik pasien yang dapat memicu penularan penyakit. Sampah infeksius sangat berbahaya tidak hanya bagi petugas yang menangani sampah tersebut, namun juga bagi petugas kesehatan dan pengunjung. Tidak sedikit orang ketika berobat yang awalnya tidak terkena virus tetapi ketika sampai rumah memiliki gejala yang sama terhadap orang yang terkena virus. Untuk itu sangat penting bagaimana penanganan secara tepat dan benar untuk mengurangi penularan penyakit melalui media sampah. Bukan hanya bagi petugas saja pengelola sampah juga harus mengetahui bagaimana cara penanganan dan bisa membedakan antara sampah infeksius dan non-infeksius agar penularan dari media sampah bisa dikurangi.

2.2 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Software ini biasa digunakan untuk mengedit, membuat, mengupload ke board yang ditentukan, dan mengcoding program tertentu. Software ini, dapat memodelkan sifat dari parameter rangkaian analog dan digital. Kemampuan yang disediakan Arduino Ide adalah dapat memodelkan berbagai rancangan rangkaian, menguji suatu rangkaian dengan berbagai kemungkinan komponen, memeriksa sifat dari keseluruhan rangkaian dengan melakukan analisis AC / DC atau transient (Mahanin Tyas *et al.*, 2023).

2.3 Convolutional Neural Network

Convolutional Neural Network atau CNN merupakan pengembangan dari Multi Layer Perceptron (MLP) dan didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam Deep Neural Network karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak digunakan pada data citra. Dan juga CNN merupakan suatu layer yang memiliki susunan neuron 3D (lebar, tinggi, dan kedalaman). Lebar dan tinggi merupakan ukuran layer sedangkan kedalaman merupakan mengacu pada jumlah layer (P Prasetyo *et al.*, 2023). Secara umum, sebuah model CNN terdiri dari beberapa layer sebagai berikut:

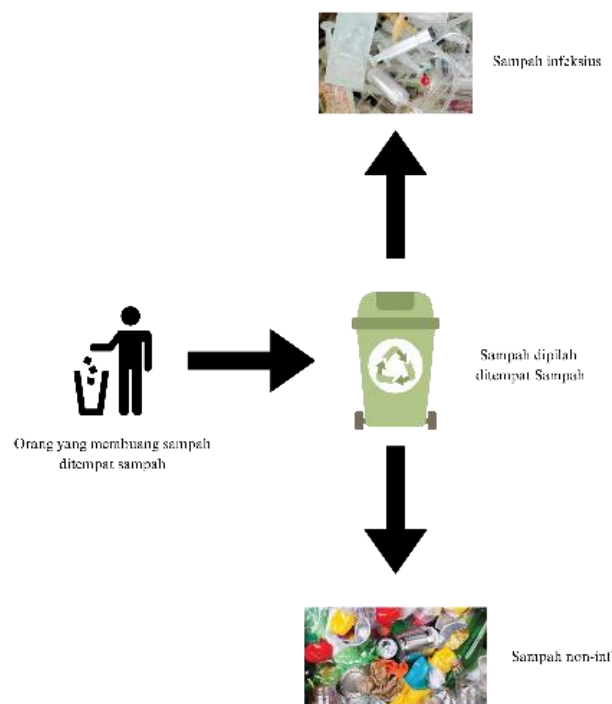
- a. Layer *input*: layer yang berfungsi membangkitkan *input* data.

- b. Layer *convolution*: layer ini berfungsi untuk operasi *convolution* terhadap sejumlah node menggunakan beberapa fitur.
- c. Layer *ReLU*: layer ini merupakan fungsi aktivisasi dari output layer sebelumnya.
- d. Layer *pooling*: layer ini berfungsi untuk melakukan sampling terhadap keluaran dari layer sebelumnya menghasilkan sebuah struktur dengan dimensi lebih kecil,
- e. Layer *full connected*: layer ini berfungsi untuk menghitung kelayaran dari layer terakhir modul *neural network*.

2.4 Pengolahan Citra

Citra adalah representasi dari suatu objek. Secara harafiah citra adalah gambar pada bidang dua dimensi. Citra memiliki peranan penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh teks, yaitu citra kaya akan informasi (Panggabean, 2018). Seringkali citra mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat (noise), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Citra seperti ini lebih sulit untuk diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut berkurang. Agar lebih mudah diinterpretasi, maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra baru yang memiliki kualitas lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (Panggabean, 2018).

3 METODE PENELITIAN



Gambar 1. Metode Sistem Tempat Sampah

Gambar tersebut menggambarkan sistem pengelolaan sampah yang memisahkan limbah menjadi dua kategori utama: sampah infeksius dan non-infeksius. Proses dimulai dengan tindakan pengguna yang membuang sampah ke tempat sampah, menandai langkah awal dalam pembuangan limbah. Selanjutnya, sampah dipilah berdasarkan jenisnya, di mana limbah infeksius mencakup bahan berbahaya seperti limbah medis, sementara limbah non-infeksius terdiri dari sampah biasa yang tidak menimbulkan risiko kesehatan. Setelah dipisahkan, masing-masing kategori sampah diarahkan untuk diproses atau didaur ulang sesuai dengan prosedur yang tepat. Secara keseluruhan,

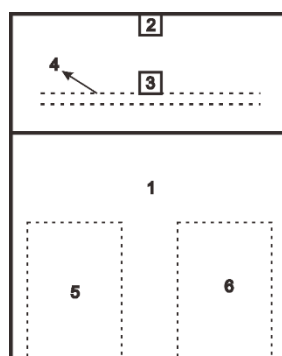
ilustrasi ini menekankan pentingnya manajemen limbah yang baik untuk mengurangi risiko kesehatan dan mendukung upaya daur ulang.

Metode penelitian ini menggunakan metode prototype yang memberikan kesempatan bagi pengembang dan pengguna untuk berinteraksi selama proses pengembangan sistem. Metode ini banyak digunakan karena memungkinkan model perangkat lunak yang akan dibuat dapat dengan mudah dimodelkan. Tahapan pertama dalam pengembangan sistem adalah komunikasi, yang melibatkan interaksi dengan Bapak Sugeng selaku petugas pengurus untuk menentukan sasaran hasil sistem dan mengidentifikasi kebutuhan serta lingkungan penggunaan sistem.

Tahap selanjutnya adalah perencanaan cepat, yang dilakukan dengan mengumpulkan data melalui wawancara dengan Bapak Sugeng serta referensi dari beberapa artikel. Data yang diperoleh mencakup kebutuhan alat, komponen, dan metode yang akan digunakan. Selanjutnya, dilakukan tahap pemodelan, di mana alat berupa tempat sampah otomatis dilengkapi dengan Esp32-Cam sebagai sensor kamera untuk mengenali kategori sampah dan diproses oleh servo untuk menentukan tempat pembuangan yang sesuai. Berikutnya adalah pembentukan prototype, yang melibatkan integrasi semua komponen yang telah disiapkan. Sistem dirancang untuk menggunakan Esp32-Cam yang terhubung dengan database untuk memastikan fungsionalitas alat berjalan sesuai dengan rencana. Setelah itu, dilakukan evaluasi untuk mengukur apakah sistem berfungsi sesuai yang direncanakan dan mengidentifikasi kekurangan atau kelebihannya.

Komunikasi dengan wawancara dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang lebih mendetail tentang pengelolaan sampah di klinik. Dari wawancara dengan Bapak Sugeng, diperoleh data tentang bagaimana sampah medis dipilah dan dikelola dengan baik melalui pemilahan langsung ke tempat sampah yang telah disediakan. Dalam perancangan, tahap pertama adalah analisis kebutuhan yang mencakup perangkat lunak dan perangkat keras seperti Arduino IDE, Impulse Edge, Esp32-Cam, motor servo, dan power supply. Berdasarkan wawancara sebelumnya, solusi alternatif yang diusulkan adalah pengembangan robot pemilahan sampah menggunakan CNN untuk mengatasi kekurangan alat yang ada.

Selain itu, dilakukan pengembangan model menggunakan metode Unified Modelling Language (UML) yang mencakup Use Case Diagram dan Activity Diagram untuk memetakan proses dengan lebih jelas. Blok diagram pada tempat sampah otomatis menggunakan Esp32-Cam dan dua motor servo untuk membedakan jenis sampah. Proses pengumpulan data dan model *Training* dilakukan dengan mengunggah gambar-gambar sampah medis untuk pelatihan model klasifikasi objek menggunakan CNN. Model ini dilatih untuk mengenali sampah seperti botol, masker, sarung tangan, dan suntikan, dengan data dibagi antara *Training* dan testing untuk meningkatkan akurasi. Terakhir, pemodelan hardware dilakukan untuk memperlihatkan desain tempat sampah otomatis, yang meliputi tampilan depan, Esp32-Cam, motor servo, dan dua penampungan untuk sampah infeksius dan non-infeksius. Pemodelan ini bertujuan untuk memastikan alat bekerja dengan baik serta meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah medis.



Gambar 2. Model Tempat Sampah

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Mode *Training*

Setelah proses model *Training* selesai, Edge Impulse Studio dapat langsung memberikan hasil akurasi setiap objek yang di-train. Hasil *Training* disajikan dalam bentuk *Confusion Matrix*. Berikut adalah hasil pengujian yang didapatkan peneliti saat *Training* model selesai.



Gambar 3. Hasil Model *Training* dalam bentuk *Confusion Matrix*

Dari matriks tersebut hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. BOTOL dengan akurasi 100%
2. MASKER dengan akurasi 100%
3. SARUNG TANGAN dengan akurasi 100%
4. SUNTIKAN dengan akurasi 90%
5. F1 Score 97.3%

Dari hasil *Training* model di atas dapat dikatakan bahwa BOTOL, MASKER, SUNTIKAN, dan SARUNG TANGAN mempunyai akurasi dan validasi yang sangat baik. Namun, untuk SUNTIKAN nilai akurasi masih di bawah rata-rata F1 Score. Hal ini disebabkan karena data sampel suntikan cukup kecil sehingga mengalami kendala saat proses labeling. Hal lain yang mempengaruhi adalah penggunaan RAM yang kecil akibat keterbatasan hardware yang dijadikan target deployment, yaitu ESP32-CAM yang mana hanya memiliki RAM sebesar 520kb sehingga sistem mengompres model yang di-train agar dapat di-deploy ke ESP32-CAM.

4.2 WhiteBox Testing

Tabel 1. Hasil Pengujian *WhiteBox Testing*

No	Coding	Hasil yang diharapkan	Hasil pengamatan
1	<pre>#include <sampah_inferencing.h> #include "edge-impulse-sdk/dsp/image/image.hpp" #include "esp_camera.h" #include <Servo.h></pre>	Library berhasil dicompile	Library berhasil di compile

No	Coding	Hasil yang diharapkan	Hasil pengamatan
2	<pre>unsigned long currentMillis = millis(); if (currentMillis - previousMillis >= interval) { previousMillis = currentMillis; // Reset waktu sebelumnya</pre>	Pembacaan sensor setiap 10 detik	Pembacaan sensor setiap 10 detik
3	<pre>if (strcmp(selected_label, "botol") == 0 strcmp(selected_label, "masker") == 0 strcmp(selected_label, "sarungtangan") == 0) { Serial.println("Servo bergerak ke 90 derajat"); myServo.write(90); // Servo ke posisi 90 derajat delay(1000); myServo.write(0); // Servo ke posisi 90 derajat</pre>	Pemilihan kategori sampah non-infektus	Pemilihan kategori sampah non-infektus
4	<pre>else if (strcmp(selected_label, "suntikan") == 0) { Serial.println("Servo bergerak ke 180 derajat"); myServo.write(180); // Servo ke posisi 180 derajat delay(1000); myServo.write(0); // Servo ke posisi 90 derajat</pre>	Pemilihan kategori sampah infektus	Pemilihan kategori sampah infektus

Sumber: Data Diolah, 2024

4.3 BlackBox Testing

Tabel 2. Hasil Pengujian *BlackBox Testing*

No	Skenario Pengujian	Input	Hasil yang diharapkan	Hasil pengamatan	Status
1	Indikator ESP32-CAM saat menyala	Tegangan 5V	Indikator LED berkedip	Indikator LED berkedip	Berhasil
2	Pengecekan Jalur PCB	Voltmeter	Terhubung, buzzer voltmeter bunyi	Terhubung, buzzer voltmeter bunyi	Berhasil
3	Pengecekan Servo	Tegangan 5V	Posisi kalibrasi servo pada 90 derajat	Posisi kalibrasi servo pada 0 derajat	Berhasil
4	Pengecekan Servo Sampah infektus	Objek sampah infektus	Servo bergerak 0 derajat	Servo bergerak 0 derajat	Berhasil
5	Pengecekan Servo Sampah non-infektus	Objek sampah non-infektus	Servo bergerak 180 derajat	Servo bergerak 180 derajat	Berhasil

Sumber: Data Diolah, 2024

4.4 Hasil *Real Time Classification* Sampah Medis pada ESP32 CAM

Model yang telah selesai dilatih dapat di-deploy ke perangkat seperti ESP32-CAM untuk proses klasifikasi. Proses deployment melibatkan pembuatan library Arduino yang diunggah ke ESP32-CAM melalui Arduino IDE setelah dihasilkan dari Edge Impulse Studio. Setelah program berhasil diunggah, ESP32-CAM dapat digunakan untuk melakukan demonstrasi klasifikasi objek dengan menempatkan sampah medis pada alas berwarna hitam. ESP32-CAM berhasil mendeteksi objek dari gambar dalam dataset testing dan menampilkan hasilnya di Serial Monitor Arduino IDE.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem

Objek	Hasil Klasifikasi	Akurasi	Jumlah Percobaan
Botol	Berhasil	83%	2 kali
Masker	Berhasil	80%	3 kali
Sarung Tangan	Berhasil	85%	2 kali
Suntikan	Berhasil	72%	6 kali

Sumber: Data Diolah, 2024

Dari hasil percobaan demonstrasi pengambilan gambar objek menggunakan ESP32- Cam melalui Edge Impulse Live Classification, dapat disimpulkan bahwa akurasi hasil model *Training* sangat mempengaruhi hasil pengujian klasifikasi pada praktik langsung. Jadi, semakin tinggi akurasi *Training* model dalam hal ini ditunjukkan dalam bentuk *F1 Score* dan *Confusion Matrix*, maka semakin akurat hasil klasifikasi objeknya. Maka dapat peneliti menyimpulkan beberapa poin yang membahas relevansi penelitian ini dengan penelitian terdahulu, yaitu:

1. ESP32- CAM dapat digunakan sebagai perangkat deteksi/klasifikasi objek meski memiliki spesifikasi yang cukup rendah yaitu hanya memiliki RAM sebesar 520 kb.
2. Arsitektur model CNN FOMO yang dimiliki Edge Impulse Studio sangat ringan yang terbukti dapat melakukan *Training* model hingga dapat men-deploy model pada perangkat microcontroller dengan spesifikasi rendah.

Platform AI Edge Impulse Studio sangat memudahkan AI/ML engineer dalam membuat sebuah proyek AI dengan tersedianya tools dan library yang cukup lengkap, mudah dipakai, dan ringan.

4.5 Hasil Integrasi *Real Time Classification* dengan Pergerakan Servo

Pada bagian ini, dibahas hasil integrasi antara proses klasifikasi real-time menggunakan ESP32-CAM dengan mekanisme pergerakan servo. Integrasi ini bertujuan untuk menghubungkan hasil klasifikasi objek dengan aksi pergerakan servo, sehingga setiap objek yang terdeteksi dapat memicu gerakan servo sesuai dengan aturan yang telah ditentukan. Algoritma perubahan program mencakup:

1. Servo pada pin 15 ESP32 CAM
2. Delay 10 detik setiap pengambilan data
3. Data yang dicapture adalah data dengan presentase akurasi deteksi sampah yang paling tinggi
4. Penentuan kategori Infektus atau Non-Infektus
5. Jika Infektus Servo bergerak 90 derajat
6. Jika Non-Infektus Servo bergerak 180 derajat
7. *Repeat*
8. Selesai

Tabel 5. Keberhasilan Alat Keseluruhan

Objek	Kategori	Servo 90	Servo 180	Sesuai
Botol	<i>Non-Infektus</i>	Y	N	✓
Masker	<i>Infektus</i>	N	Y	✓
Sarung Tangan	<i>Infektus</i>	N	Y	✓
Suntikan	<i>Infektus</i>	N	Y	✓

Sumber: Data Diolah, 2024

Berdasarkan pengujian secara keseluruhan, dapat dikatakan bahwa sistem berfungsi dengan baik atau dengan Tingkat kesesuaian 100%. Hal ini mengindikasikan bahwa ESP32 cam dapat

memproses data hasil Edge Impulse dengan pergerakan servo dalam menggerakkan tutup tempat sampah. Penyesuaian hardware diperlukan dalam proses pembuatan tong sampah secara keseluruhan.

4.6 User Acceptance Testing

Pengujian menggunakan UAT (*User Acceptance Testing*) dilakukan kepada 5 orang pengurus di Klinik Srikandi, dengan memberikan masing masing 10 pertanyaan dimana jawaban dari pernyataan tersebut terdiri dari tingkatan yang dipilih. Pilihan dari jawaban UAT beserta bobot nilainya ditampilkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Pernyataan Kuesioner UAT Tempat Sampah

No	Pernyataan	Jawaban					Jumlah
		A	B	C	D	E	
1.	Alat ini sesuai dengan kebutuhan dan harapan saya	0	5	0	0	0	5
2.	Alat ini sangat berguna	1	4	0	0	0	5
3.	Saya dapat menggunakan alat ini tanpa petunjuk tertulis	5	0	0	0	0	5
4.	Tidak ada kesulitan dalam menggunakan alat ini	3	2	0	0	0	5
5.	Sensor alat dapat mendeteksi jenis sampah dengan cepat	3	2	0	0	0	5
6.	Alat ini tidak membutuhkan sumber daya yang banyak	0	4	1	0	0	5
7.	Alat ini dapat secara otomatis memisahkan sampah ke dalam kategori <i>infeksius</i> dan <i>non-infeksius</i> secara akurat	1	4	0	0	0	5
8.	Saya mudah mempelajari cara kerja alat ini	2	3	0	0	0	5
9.	Alat ini bekerja sesuai apa yang saya inginkan	0	3	2	0	0	5
10.	Saya puas dengan alat ini	0	2	3	0	0	5

Sumber: Data Diolah, 2024

Data yang didapat dari kuesioner akan diolah dengan mengkalikan setiap poin dengan bobot yang telah ditentukan sesuai dengan tabel bobot nilai jawaban. Perhitungan bobot dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Bobot Alat

Jawaban					Jumlah
A x5	B x4	C x3	D x2	E x1	
0	5	0	0	0	20
1	4	0	0	0	21
5	0	0	0	0	25
3	2	0	0	0	23
3	2	0	0	0	23
0	4	1	0	0	19
1	4	0	0	0	21
2	3	0	0	0	22
0	3	2	0	0	18
0	2	3	0	0	17

Sumber: Data Diolah, 2024

Berdasarkan data pada tabel 7 di atas menunjukkan bahwa dari 10 pernyataan yang dievaluasi, 7 pernyataan memiliki nilai bobot di atas 20, yang berarti persentase nilainya adalah 90%. Sementara itu, 3 pernyataan lainnya memiliki nilai bobot antara 15 dan 20, dengan persentase 70%. Nilai bobot yang tinggi pada mayoritas pernyataan menunjukkan bahwa responden cenderung memberikan penilaian yang lebih positif atau setuju terhadap pernyataan-pernyataan tersebut. Hal ini dapat diartikan bahwa aspek-aspek yang diukur oleh pernyataan-pernyataan tersebut dianggap penting dan relevan oleh responden. Sebaliknya, pernyataan dengan nilai bobot antara 15 dan 20 menunjukkan adanya keraguan atau ketidaksetujuan dari responden. Persentase 70% mengindikasikan bahwa pernyataan-pernyataan ini mungkin memerlukan perhatian lebih lanjut atau perbaikan dalam konteks yang diteliti.

Metode perhitungan bobot seperti ini sering digunakan dalam penelitian untuk mengukur tingkat kepentingan atau persetujuan terhadap suatu pernyataan. Menurut Santoso (2022), analisis perhitungan waktu dan biaya pekerjaan galian tanah menggunakan metode serupa untuk menentukan efisiensi proyek. Selain itu, penelitian oleh Sultra *et al.* (2024) juga menggunakan analisis kebutuhan alat mekanis dan biaya operasional untuk mencapai target produksi, yang melibatkan perhitungan bobot dalam evaluasi alat berat.

Dalam topik pembahasan tentang evaluasi alat bantu kerja, perhitungan bobot digunakan untuk menilai berbagai kriteria seperti ukuran, kemudahan pengendalian, dan kapasitas muatan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Febrianti dan Zakia (2021), di mana analisis durasi dan perhitungan biaya penyusutan alat berat excavator dilakukan untuk menentukan efisiensi penggunaan alat. Dengan demikian, analisis nilai bobot dalam penelitian ini memberikan gambaran mengenai persepsi responden terhadap pernyataan yang diberikan. Pernyataan dengan nilai bobot tinggi menunjukkan aspek yang dianggap penting, sementara pernyataan dengan nilai bobot lebih rendah mungkin memerlukan evaluasi atau perbaikan lebih lanjut.

5 SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan ESP32-CAM dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis library FOMO merupakan solusi yang efektif dan efisien untuk klasifikasi gambar sampah medis berdasarkan kategorinya. Teknologi ini menawarkan pendekatan yang sederhana namun tangguh dalam menangani klasifikasi visual dengan tingkat akurasi yang memadai. Keunggulan utama dari ESP32-CAM adalah kemampuannya untuk memproses data visual secara mandiri tanpa memerlukan perangkat keras tambahan yang mahal, menjadikannya solusi yang cocok untuk berbagai aplikasi di bidang pengelolaan limbah medis. ESP32-CAM memiliki desain yang sederhana, dengan biaya produksi dan pemrograman yang relatif rendah, sehingga memungkinkan adopsi yang lebih luas, terutama di lingkungan dengan sumber daya terbatas. Keunggulan lain dari perangkat ini adalah kemudahan penggunaannya, di mana pengguna dapat memprogram perangkat dengan cara yang intuitif, bahkan tanpa memerlukan keahlian mendalam dalam bidang pemrograman. Hal ini membuka peluang bagi rumah sakit, klinik, dan institusi kesehatan lainnya untuk mengadopsi teknologi ini sebagai bagian dari sistem pengelolaan sampah medis mereka. Selain itu, integrasi metode CNN berbasis library FOMO dalam ESP32-CAM semakin meningkatkan kemampuan perangkat dalam mengenali dan mengklasifikasikan gambar sampah medis secara akurat dan cepat. Pendekatan ini memanfaatkan kecerdasan buatan untuk mengolah data gambar secara efisien, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan limbah medis. Dengan mempertimbangkan efisiensi biaya, kemudahan implementasi, dan akurasi tinggi, penerapan ESP32-CAM dengan metode ini dapat menjadi solusi inovatif dalam mendukung pengelolaan sampah medis yang lebih ramah lingkungan dan efektif.

Di masa depan, penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem klasifikasi sampah medis menggunakan teknologi ESP32-CAM dan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis library FOMO. Integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) dapat memungkinkan pemantauan dan pengelolaan limbah medis secara real-time,

memberikan solusi yang lebih cerdas dan otomatis. Selain itu, pengembangan algoritma yang lebih adaptif dan penerapan model yang lebih kompleks dapat meningkatkan kemampuan perangkat dalam mengenali berbagai jenis sampah medis dengan tingkat presisi yang lebih tinggi. Implementasi sistem ini di berbagai fasilitas kesehatan juga dapat dikombinasikan dengan kebijakan pengelolaan limbah yang lebih ketat untuk mendukung keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, pengembangan teknologi ini tidak hanya berkontribusi pada efisiensi pengelolaan limbah medis tetapi juga membuka peluang bagi inovasi lebih lanjut dalam pemanfaatan kecerdasan buatan untuk solusi lingkungan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, V. *et al.* (2020) "Penanganan Limbah Infeksius Rumah Tangga Pada Masa Wabah COVID-19," *Lp2M*, 2, hal. 1–7. Tersedia pada: <http://digilib.uinsgd.ac.id/id/eprint/30736>.
- Anggraini, W. (2020) "Deep Learning Untuk Deteksi Wajah Yang Berhijab Menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) Dengan TensorFlow," *Electoral Governance Jurnal Tata Kelola Pemilu Indonesia*, 12(2), hal. 6. Tersedia pada: <https://talenta.usu.ac.id/politeia/article/view/3955>.
- Fatmawati, K., Sabna, E. dan Irawan, Y. (2020) "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Riau Journal Of Computer Science*, 6(2), hal. 124–134.
- Hasbullah, A.W., Setiawan, E. dan Rachmad, A. (2023) "Evaluasi Keandalan Model Rekognisi Suara Burung Hama Menggunakan Platform Edge Impulse Pada Mikrokontroler Low Power," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, 10(2), hal. 69–75. Tersedia pada: <https://doi.org/10.21107/triac.v10i2.22448>.
- Kurniati, K. (2021) "Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Pengarsipan Dokumen Kantor Kecamatan Lais," *Journal of Software Engineering Ampera*, 2(1), hal. 16–27. Tersedia pada: <https://doi.org/10.51519/journalsea.v2i1.89>.
- Mahanin Tyas, U. *et al.* (2023) "Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital," *TEKNOS: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 1(1), hal. 1–9.
- Muhammad Yunus (2021) "PROTOTYPE SISTEM KEAMANAN KAMAR KOS BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN SENSOR PASSIVE INFRARED RECEIVER DENGAN ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI (Studi Kasus : Kos Sianturi Air Dingin)," hal. 10–11.
- P Prasetyo, A.P. *et al.* (2023) "Sistem Pemilah Sampah Organik Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Klasifikasi CNN Raspberry Pi Based Organic Waste Sorting System Using CNN Classification," *Jurnal Sisfotenika*, 13(1), hal. 76–90. Tersedia pada: <http://sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/ST>.
- Panggabean, T.I. (2018) "PENDETEKSIAN DAN PENGENALAN WAJAH MANUSIA UNTUK PENINGKATAN KINERJA KAMERA PENGAMAN," *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 1(3), hal. 82–91.
- Priyaangga, B.A. *et al.* (2020) "Pengujian Black Box pada Aplikasi Perpustakaan Menggunakan Teknik Equivalence Partitions," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Aplikasi*, 3(3), hal. 150. Tersedia pada: <https://doi.org/10.32493/jtsi.v3i3.5343>.
- Puadi, O. dan Hambali, H. (2022) "Perancangan Alat Pemilah Sampah Otomatis," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), hal. 1–14. Tersedia pada: <https://doi.org/10.24036/jtein.v3i1.195>.
- Rafi, M.Y. *et al.* (2021) "Pengujian White Box Testing Menggunakan Teknik Loop Testing pada Aplikasi Sistem Informasi Perpustakaan (Studi Kasus SMKN 3 Kota Tangerang Selatan)," *Jurnal Sains, Teknologi dan Masyarakat*, 1(3), hal. 214–221.
- Rahman, A., Fauzi, A. dan Indra, J. (2023) "Klasifikasi Sampah Logam Dan Plastik Berbasis Raspberry Pi Dengan Metode Convolution Neural Network," *Scientific Student Journal for*

- Information, Technology and Science*, 4(1), hal. 1–6. Tersedia pada: <https://journal.ubpkarawang.ac.id/mahasiswa/index.php/ssj/article/view/711>.
- Safitri, I.M. (2021) “Implementasi Sistem Cerdas Pada Tempat Sampah Otomatis Dengan Pemilahan Jenis Sampah Organik, Anorganik, dan Logam,” *Industry and Higher Education*, 3(1), hal. 1689–1699. Tersedia pada: <http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/1288>.
- Selan, I.M., Basuki, A. dan Arsyad, M. (2022) “Perancangan Kotak Sampah Otomatis Logam, Organik Dan Anorganik Berbasis IoT,” *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTII)*, hal. 285–290.
- Sulistyorini, P. (2009) “Pemodelan Visual dengan Menggunakan UML dan Rational Rose,” *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume*, XIV(1), hal. 23–29.
- Syarif, M. dan Nugraha, W. (2020) “Pemodelan Diagram Uml Sistem Pembayaran Tunai Pada Transaksi E-Commerce,” *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, 4(1), hal. 64–70. Tersedia pada: <https://doi.org/10.59697/jtik.v4i1.636>.
- .

Implementasi K-Nearest Neighbor untuk Prediksi Harga Bibit Kelapa Sawit dengan Metode CRISP-DM

Reni Nursyanti¹⁾, Graha Prakarsa²⁾, Siti Nuraini Rahmawati³⁾, Agung Andriana⁴⁾

¹⁾ Informatika, Fakultas Teknologi Dan Informatika, Universitas Informatika Dan Bisnis Indonesia

^{2,3)} Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Dan Informatika, Universitas Informatika Dan Bisnis Indonesia

⁴⁾ Sistem Informasi, Fakultas Sain Dan Teknologi, Universitas Terbuka

Email: reninursyanti@unibi.ac.id; grahaprakarsa@unbi.ac.id; sitinuraini@studenunibi.ac.id;
053316533@ecampus.ut.ac.id.

Diterima:
10 Februari 2025

Diterima Setelah Revisi:
26 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati paling produktif dan memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia. Namun, fluktuasi harga bibit kelapa sawit menjadi tantangan bagi Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Kebun Sungai Lilin akibat ketidakseimbangan antara permintaan dan produksi. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi harga bibit kelapa sawit menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) dengan pendekatan Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM). Dataset yang digunakan terdiri dari 2.049 catatan, dengan pembagian 80% data pelatihan dan 20% data uji. Dengan nilai $k = 5$, model KNN menghasilkan akurasi 99,21%, dengan 3 data salah klasifikasi dan 1.626 data benar. Hasil prediksi menunjukkan kategori harga "MAHAL". Meskipun KNN terbukti efektif dalam memprediksi harga bibit kelapa sawit dengan akurasi tinggi, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti sensitivitas terhadap pemilihan nilai k dan ketergantungan pada distribusi data dalam ruang multidimensi. Selain itu, KNN dapat menjadi kurang efisien ketika diterapkan pada dataset yang lebih besar karena kompleksitas komputasi yang meningkat dalam proses pencarian tetangga terdekat. Dibandingkan dengan metode lain, seperti Support Vector Machine (SVM) atau Random Forest, KNN lebih sederhana dalam implementasi namun kurang robust terhadap data dengan dimensi tinggi atau distribusi yang tidak merata. Hasil studi ini menunjukkan bahwa KNN dapat menjadi alat yang berguna bagi pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan dan strategi bisnis terkait harga bibit kelapa sawit. Namun, untuk aplikasi skala besar atau lingkungan dengan variabilitas data yang lebih tinggi, eksplorasi metode lain yang lebih adaptif dapat menjadi pilihan yang lebih optimal.

Kata Kunci: Bibit Kelapa Sawit, Harga, Kategorisasi, *K-Nearest Neighbor*

Abstract

Oil palm is the most productive vegetable oil-producing crop and plays a crucial role in Indonesia's economy. However, fluctuations in oil palm seedling prices pose a challenge for the Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Kebun Sungai Lilin due to the imbalance between demand and production. This study aims to predict oil palm seedling prices using the K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm with the Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) approach. The dataset consists of 2,049 records, divided into 80% training data and 20% testing data. With $k = 5$, the KNN model achieved an accuracy of 99.21%, with 3 misclassified data points and 1,626 correctly classified instances. The prediction results indicate a "HIGH" price category. Although KNN has proven effective in predicting oil palm seedling prices with high accuracy, the method has several

limitations, such as sensitivity to the choice of k value and dependence on data distribution in a multidimensional space. Additionally, KNN may become inefficient when applied to larger datasets due to the increased computational complexity in searching for the nearest neighbors. Compared to other methods such as Support Vector Machine (SVM) or Random Forest, KNN is simpler to implement but less robust for high-dimensional data or imbalanced distributions. This study demonstrates that KNN can be a useful tool for stakeholders in decision-making and business strategy related to oil palm seedling prices. However, for large-scale applications or environments with higher data variability, exploring alternative methods that are more adaptive may be a more optimal choice..

Keywords: Oil Palm Seedlings, Price, Categorization, K-Nearest Neighbor

1 PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik mendata peningkatan hasil produksi kelapa sawit terjadi pada tahun 2017-2021 rata-rata sebesar 9,88% per tahun. Faktor yang mendasari kenaikan harga pada bibit kelapa sawit yaitu banyaknya permintaan dan meningkatnya hasil produksi kelapa sawit. Banyaknya pesaing dalam produksi bibit kelapa sawit membuat Perusahaan harus dapat mengantisipasi terjadinya fluktuasi harga dan juga memprediksi harga yang akan dipasarkan di masa depan. Salah satu cara untuk mengantisipasi fluktuasi harga adalah dengan melakukan prediksi harga. Prediksi harga ditujukan untuk melakukan peramalan atau perkiraan harga dimasa depan guna meminimalisir resiko dan memaksimalkan keuntungan yang akan didapatkan. Salah satu cara menemukan informasi dari sejumlah data yang besar yaitu dengan menggunakan teknik data mining.

Algoritma K-Nearest Neighbor merupakan suatu metode yang memakai algoritma supervised dimana output berdasarkan sampel uji yang baru diklasifikasikan menurut domain berdasarkan kategori dalam KNN (Yahya et al,2020). KNN membandingkan data uji yang diberikan dengan data latih yang sama. (Okta Danik N et all, 2017). Prediksi harga telah dilakukan dalam penelitian oleh (Mirdayanti Hiku et al., 2019), di mana Metode K-Nearest Neighbor digunakan untuk memprediksi harga eceran beras di pasar tradisional Gorontalo. Hasil penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi Confusion Matrix sebesar 80%. Pemilihan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dengan pendekatan *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) didasarkan pada beberapa keunggulan utama. KNN merupakan metode yang sederhana namun efektif dalam menangani masalah klasifikasi. Berbeda dengan *Artificial Neural Network* (ANN) atau *Support Vector Machine* (SVM) yang memerlukan tuning parameter yang kompleks dan sulit diinterpretasikan, KNN menghasilkan prediksi yang mudah dipahami oleh pemangku kepentingan di industri kelapa sawit. Selain itu, KNN memiliki kemampuan menangani data dengan pola yang tidak selalu linear, yang sering ditemukan dalam analisis harga bibit kelapa sawit yang dipengaruhi oleh faktor ekonomi dan produksi. Dibandingkan dengan metode regresi yang lebih cocok untuk hubungan linear, KNN lebih fleksibel dalam mengenali pola dalam dataset. Keunggulan lain dari KNN adalah ketahanannya terhadap *outlier*, karena metode ini mengklasifikasikan data berdasarkan kedekatan dengan data historis tanpa bergantung pada distribusi tertentu. Hal ini membuatnya lebih andal dalam menghadapi fluktuasi harga yang disebabkan oleh faktor eksternal. Dengan menggunakan pendekatan CRISP-DM, proses analisis data menjadi lebih terstruktur dan sistematis, mulai dari pemahaman bisnis, eksplorasi data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, hingga implementasi hasil, sehingga model yang dihasilkan dapat lebih mudah diterapkan dalam pengambilan keputusan bisnis.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Dapit & Putri 2020 yaitu Prediksi Harga Bawang Merah Dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) diperoleh hasil akurasi sebesar 91.67% dengan menggunakan nilai $K=5$ (Virdaus & Prasetyaningrum, 2020). Penelitian selanjutnya

dilakukan oleh Edward Ridley Tauran yaitu Prediksi Harga Saham Pt Bank Central Asia Tbk Berdasarkan Data Dari Bursa Efek Indonesia Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors (KNN) Hasil penelitian ini didapatkan akurasi sebesar 61,79% nilai K yang menghasilkan akurasi tinggi yaitu K=37 (2021). Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Wiyli Yustanti Algoritma K-Nearest Neighbour untuk Memprediksi Harga Jual Tanah Hasil akurasi dari prediksi data testing adalah sebesar 80% dengan menggunakan nilai K sebesar K=5 (2012).

Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Kebun Sungai Lilin adalah salah satu perusahaan penyedia bibit tanaman kelapa sawit yang menyediakan bibit kelapa sawit unggul dan telah lolos sertifikasi UPTD-BPSBTP Provinsi Sumatera Selatan dengan label biru dan setifikat mutu benih. Dengan jaminan kualitas bibit diharapkan dapat mampu memenuhi permintaan pasar yang ada. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Musi Banyuasin Kecamatan Sungai Lilin memiliki luas perkebunan kelapa sawit yang belum menghasilkan pada tahun 2020 yaitu sebesar 1512,0 hektar dan luas perkebunan kelapa sawit yang menghasilkan pada tahun 2020 yaitu sebesar 1450,0 hektar.

Permasalahan yang ada pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Kebun Sungai Lilin yaitu banyaknya permintaan dan sedikitnya produksi yang dihasilkan dengan begitu harga yang dipasarkan pun mengalami fluktuasi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui bagaimana algoritma k-nearest neighbor di terapkan dalam memprediksi harga bibit kelapa sawit dan berapa akurasi yang dihasilkan untuk prediksi harga bibit kelapa sawit menggunakan metode k-nearest neighbor.

2 KAJIAN PUSTAKA

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah salah satu algoritma machine learning yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi. KNN merupakan metode berbasis instance (instance-based learning) dan termasuk dalam kategori lazy learning, karena tidak membangun model eksplisit saat pelatihan, tetapi melakukan prediksi berdasarkan kedekatan dengan data yang sudah ada (Virdaus, D, 2020).

Metode KNN bekerja dengan mencari sejumlah k tetangga terdekat (nearest neighbors) dari suatu data uji berdasarkan jarak tertentu. Kelas dari data uji kemudian ditentukan berdasarkan mayoritas kelas dari tetangga-tetangga terdekatnya.

Langkah-langkah utama dalam KNN adalah:

1. Menentukan nilai k (jumlah tetangga terdekat yang digunakan untuk prediksi).
2. Menghitung jarak antara data uji dan semua data pelatihan, biasanya menggunakan: Jarak Euclidean (paling umum digunakan):

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (q_i - p_i)^2}$$

Jarak Manhattan

Jarak Minkowski

3. Menentukan k tetangga terdekat dengan jarak terkecil.
4. Melakukan klasifikasi atau regresi berdasarkan mayoritas kelas atau rata-rata nilai dari tetangga terdekat.

Pemilihan Nilai k, Pemilihan nilai k yang tepat sangat penting dalam performa KNN, k terlalu kecil yaitu model menjadi terlalu sensitif terhadap outlier (high variance). Sedangkan k terlalu besar yaitu model menjadi terlalu general dan kehilangan detail lokal (high bias). Biasanya, nilai k ganjil digunakan untuk menghindari hasil prediksi yang ambigu pada klasifikasi biner.

CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) adalah kerangka kerja standar yang digunakan dalam proyek data mining dan machine learning. Metode ini dikembangkan untuk

memberikan pendekatan sistematis dalam eksplorasi dan analisis data, sehingga proses pengolahan data menjadi lebih terstruktur, efisien, dan dapat direplikasi di berbagai industri.

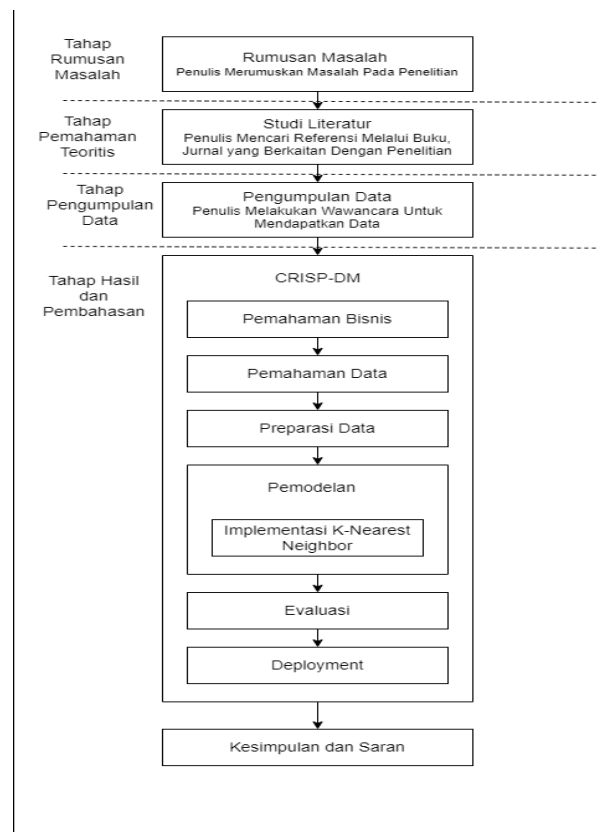
Metode CRISP-DM terdiri dari enam tahapan utama, yang bersifat iteratif dan fleksibel, yaitu:

1. Business Understanding (Pemahaman Bisnis), Pada tahap ini, tujuan utama proyek didefinisikan berdasarkan kebutuhan bisnis. Pemahaman mendalam terhadap permasalahan yang ingin diselesaikan sangat penting untuk menentukan arah analisis data.
2. Data Understanding (Pemahaman Data), Tahap ini mencakup eksplorasi awal dataset, termasuk pengumpulan data, analisis deskriptif, dan identifikasi potensi masalah seperti missing values atau outlier.
3. Data Preparation (Persiapan Data), Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan dibersihkan dan disiapkan agar bisa digunakan dalam model machine learning. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi: Pembersihan data (mengatasi missing values dan outlier), Transformasi data (normalisasi atau standarisasi), Feature selection (pemilihan variabel yang relevan).
4. Modeling (Pembuatan Model), Tahap ini melibatkan pemilihan dan penerapan algoritma machine learning yang sesuai untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan. Model dapat diuji dengan berbagai parameter untuk mendapatkan hasil terbaik.
5. Evaluation (Evaluasi Model), Model yang telah dibangun dievaluasi menggunakan metrik performa seperti akurasi, presisi, recall, dan confusion matrix. Hasil evaluasi ini menentukan apakah model sudah cukup baik atau perlu dilakukan penyesuaian..
6. Deployment (Implementasi Model), Tahap terakhir adalah mengintegrasikan model ke dalam sistem yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Jika model hanya untuk penelitian, dokumentasi hasil dan kesimpulan juga bisa menjadi bagian dari tahap ini.

3 METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode yang mengacu pada metodologi Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) dimana pada tahap penelitiannya memiliki enam fase. Dalam pengimplementasiannya terdiri dari enam fase yaitu: Business Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modelling, Evaluation, and Deployment yang digambarkan pada Tahapan Penelitian sebagai berikut:

1. Tahap Perumusan Masalah. Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini yaitu mengenai bagaimana memprediksi harga bibit kelapa sawit menggunakan algoritma K-Nearest Neighbor yang nantinya akan di kaji dan didapatkan informasi yang berkaitan dengan masalah tersebut.
2. Tahap Pemahaman Teoritis. Tahap ini dilakukan pembelajaran studi literatur mengenai prediksi dan klasifikasi harga dan yang berhubungan dengan keduanya.
3. Tahap Pengumpulan Data. Pada tahap ini melakukan wawancara kepada bagian administrasi kantor PPKS Kebun Sungai Lilin berdasarkan pertanyaan yang ajukan mengenai harga bibit kelapa sawit kepada bagian administrasi yaitu jika harga Tandan Buah Segar (TBS) mengalami kenaikan maka kemungkinan besar permintaan bibit kelapa sawit akan meningkat atau karena banyak petani yang berpindah dari tanaman karet dan lebih memilih untuk menanam sawit karena harga Tandan Buah Segar (TBS) mengalami kenaikan.
4. Tahap Hasil dan Pembahasan. Penelitian ini menggunakan metode CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) dengan menggunakan *tools RapidMiner*
5. Kesimpulan. Tahap ini menarik kesimpulan yang telah di lakukan untuk menentukan bahwa penerapan metode yang digunakan dapat membantu memecahkan masalah yang ada.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan penelitian dengan Model *Cross Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) dengan menerapkan empat fase:

1. Business Understanding (Fase Pemahaman Bisnis)

Dimana pada tahap ini terdapat empat fase yaitu [1] **Determine Business Objective**, berdasarkan pengolahan data penjualan bibit kelapa sawit tahun 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 antara lain untuk meningkatkan kualitas bibit kelapa sawit dan juga memberikan harga yang dapat dijangkau oleh para petani kelapa sawit. [2] **Assess Situation**, berdasarkan terjadinya fluktuasi harga pada bibit kelapa sawit kemudian akan dilakukan prediksi harga bibit kelapa sawit dengan menggunakan metode k-nearest neighbor [3] **Determine Data Mining Goals**, yaitu memprediksi harga bibit kelapa sawit dengan menggunakan metode k-nearest neighbor dan mengevaluasi kinerja dari model. [4] **Produce Project Plan**, yaitu pengumpulan data penjualan bibit kelapa sawit PPKS kebun Sungai Lilin tahun 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 dengan atribut yang digunakan adalah tanggal, nomor penjualan, stock awal, jenis bibit (Dura Psifera, Dura Yangambi Psifera, Main Nursery, PreNursery), umur, harga satuan, harga total, penambahan bibit, akhir bibit, dan stock akhir.

2. Data Understanding (Fase Pemahaman Data)

Tahapan yang di lakukan [1] **Collect Initial Data**, pengumpulan data awal dimana data didapat dari kantor PPKS kebun sungai lilin merupakan data penjualan bibit kelapa sawit PPKS kebun sungai lilin. Data yang diperoleh adalah data penjualan periode 5 tahun terakhir yaitu 2017, 2018, 2019, 2020, 2021. Jumlah data yang diperoleh sebanyak 2.049 dengan 13 atribut terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penjualan

Tanggal	Data Penjualan	Stok Awal	DP	DYP	MN	PN	Umur Bibit	Harga Satuan	Total Harga	Penambahan Bibit	Seleksi Bibit/Afkir Bibit	Stok Akhir
24/11/2017	243/BKS/SL/XI/2017	262,226	1	0	250	0	30	32000	8000000	0	0	261,976
24/11/2017	244/BKS/SL/XI/2017	261,976	1	0	250	0	30	32000	8000000	0	0	261,726
24/11/2017	245/BKS/SL/XI/2017	261,726	1	0	250	0	30	32000	8000000	0	0	261,476
25/11/2017	246/BKS/SL/XI/2017	261,476	1	0	250	0	30	32000	8000000	0	0	261,226
25/11/2017	247/BKS/SL/XI/2017	261,226	1	0	250	0	30	32000	8000000	0	0	260,976
25/11/2017	248/BKS/SL/XI/2017	260,976	0	1	250	0	30	33000	8250000	0	0	260,726
25/11/2017	249/BKS/SL/XI/2017	260,726	0	1	250	0	30	33000	8250000	0	0	260,476
25/11/2017	250/BKS/SL/XI/2017	260,426	0	1	250	0	30	33000	8250000	0	0	260,226
25/11/2017	251/BKS/SL/XI/2017	260,226	0	1	250	0	30	33000	8250000	0	0	259,976
25/11/2017	252/BKS/SL/XI/2017	259,976	0	1	250	0	30	33000	8250000	0	0	259,726
25/11/2017	253/BKS/SL/XI/2017	259,226	0	1	250	0	30	33000	8250000	0	0	259,476
20/01/2017	21/BKS/SL/I/2017	231,277	1	0	400	0	21	30000	12000000	0	0	230,877
20/01/2017	22/BKS/SL/I/2017	230,877	1	0	150	0	21	31000	4650000	0	0	230,727
16/11/2019	140/BKS/SL/XI/2019	230,727	1	0	500	0	19	38000	19000000	0	0	230,227
16/11/2019	02/BKS/SL/XI/2019	230,227	1	0	0	75	8	15500	1162500	0	0	230,152
17/11/2019	03/BKS/SL/XI/2019	230,152	1	0	0	2100	8	15500	32550000	0	0	228,052
18/11/2019	04/BKS/SL/XI/2019	228,052	1	0	0	310	8	15500	4805000	0	0	227,742
18/11/2019	141/BKS/SL/XI/2019	227,742	1	0	500	0	19	38000	19000000	0	0	227,242
18/11/2019	142/BKS/SL/XI/2019	227,242	1	0	500	0	19	38000	19000000	0	0	226,742
18/11/2019	143/BKS/SL/XI/2019	226,742	1	0	388	0	19	38000	14744000	0	0	226,354
19/11/2019	144/BKS/SL/XI/2019	226,354	1	0	250	0	19	38000	9500000	0	0	226,104
4/10/2021	393/BKS/SL/X/2021	226,104	1	0	105	0	16	40000	4200000	0	0	225,999
5/10/2021	394/BKS/SL/X/2021	225,999	1	0	0	300	4	16500	4950000	0	0	225,699
6/10/2021	395/BKS/SL/X/2021	225,699	1	0	0	1000	4	16500	16500000	0	0	224,699
6/10/2021	396/BKS/SL/X/2021	225,699	1	0	100	0	16	40000	4000000	0	0	224,599
7/10/2021	397/BKS/SL/X/2021	224,599	1	0	80	0	16	40000	3200000	0	0	224,519
22/07/2021	308/BKS/SL/X/2021	249,704	1	0	250	0	13	28000	7000000	0	0	349,454

[2] *Describe Data*, mendeskripsikan data yang telah didapatkan sebelumnya mengenai atribut dari data yang telah didapat dan memahami data yang akan diolah dalam melakukan prediksi harga bibit kelapa sawit terdapat pada Tabel 2. [3] *Explore Data*, fase ini bertujuan untuk menentukan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjualan bibit kelapa sawit tahun 2017-2021 pada bagian administrasi PPKS kebun Sungai Lilin, terdapat pada Tabel 3. [4] *Verify Data Quality*, Fase verifikasi kualitas data akan dilakukan proses pengecekan seperti missing value, noise, data yang tidak konsisten, atau data outlier. Dimana verifikasi kualitas data ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa baik kualitas data yang telah didapatkan sebelumnya

Tabel 2. Deskripsi Data

No Atribut	Jenis	Keterangan
1 Nomor Penjualan	Polynomial	Nomor penjualan bibit kelapa sawit
2 Stock Awal	Integer	Stock awal bibit kelapa sawit yang akan di jual
3 DP	Integer	Jenis bibit kelapa sawit Dura Psifera
4 DYP	Integer	Jenis bibit kelapa sawit Dura Yangambi Psifera
5 MN	Integer	Main Nursery, bibit kelapa sawit berumur 10-12 bulan dan sudah siap ditanam di lahan terbuka
6 PN	Integer	PreNursery, bibit kelapa sawit tahap pengembangbiakan kecambah sampai berumur 2-3 bulan
7 Umur Bibit	Integer	Umur bibit kelapa sawit
8 Harga Satuan	Integer	Harga satuan bibit kelapa sawit
9 Total Harga	Integer	Total harga pembelian bibit kelapa sawit
10 Penambahan Bibit	Integer	Penambahan bibit kelapa sawit
11 Seleksi Bibit/Afkir Bibit	Integer	Pemusnahan bibit kelapa sawit yang tidak layak dipasarkan
12 Stock Akhir	Integer	Stock akhir bibit kelapa sawit

3. Data Preparation (Fase Persiapan Data)

Persiapan data dilakukan sebelum melakukan teknik data mining. Persiapan data dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi data yang siap digunakan dan di proses menggunakan teknik data mining. Pada fase pengolahan data dilakukan pada data set penjualan bibit kelapa sawit sebanyak 2049 record dengan 13 atribut yaitu: [1] **Select Data**, pemilihan data dilakukan untuk memilih atribut yang akan digunakan pada pembentukan model algoritma klasifikasi. Adapun atribut yang digunakan dalam penentuan prediksi harga bibit kelapa sawit adalah jenis bibit (Dura Psifera, Dura Yangambi Psifera, Main Nursery, Pre Nursery), harga satuan, dan umur bibit. [2] **Clean Data**, memastikan bahwa data yang digunakan sudah benar-benar telah memiliki kualitas yang baik yaitu memiliki missing value diantaranya jenis bibit PreNursery (PN) terdapat 1 missing value, penambahan bibit terdapat 1 missing value, seleksi bibit/afkir bibit terdapat 1 missing value, dan jenis bibit Dura Yangambi Psifera (DYP). [3] **Construct Data**, yaitu membangun atribut turunan dari atribut yang ada. Pada tahapan ini menambahkan satu buah atribut baru yang dijadikan sebagai kelas/label target. Atribut ini berisikan dua buah nilai yaitu “Murah”, “Mahal”.

[4] **Transformation Data**, Pada fase transformasi data dilakukan penyederhanaan data yang ada, dimana atribut yang tidak berpengaruh terhadap prediksi harga akan dihapus/dihilangkan sehingga hanya akan menyisakan beberapa atribut yang akan digunakan dalam perhitungan k-NN.

Tabel 3. *Explore Data*

No Atribut	Keterangan	Eksplorasi Data
1 Nomor Penjualan	Nomor penjualan bibit kelapa sawit tahun 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	Jumlah nomor penjualan keseluruhan adalah 2,049
2 Stock Awal	Stock awal bibit kelapa sawit dari tahun 2017, 2018, 2019, 2020, 2021	Jumlah stock awal bibit kelapa sawit 1. Tahun 2017 = 250,319 2. Tahun 2018 = 204,342 3. Tahun 2019 = 288,324 4. Tahun 2020 = 274,961 5. Tahun 2021 = 177,667
3 Jenis Bibit	Jenis bibit kelapa sawit terdiri dari Dura Psifera dan Dura Yangambi Psifera dan dibagi menjadi PreNursery dan Main dengan 2021 Nursery	Jenis bibit kelapa sawit tahun 2017 sampai 2021
4 Umur Bibit	Umur bibit merupakan umur dari kedua jenis bibit kelapa sawit	Umur bibit yang ada adalah mulai dari umur 11 bulan – 20 bulan
5 Harga Satuan	Harga satuan bibit kelapa sawit	Harga bibit kelapa sawit mulai dari
6 Total Harga	Total harga penjualan bibit kelapa sawit	Total harga bibit dihitung dari banyaknya penjualan dan harga satuan bibit kelapa sawit
7 Penambahan Bibit	Penambahan bibit kelapa sawit	Penambahan bibit dilakukan tidak menentu
8 Seleksi Bibit/Afkir Bibit	Seleksi bibit/afkir bibit kelapa sawit	Seleksi bibit dilakukan saat terdapat bibit kelapa sawit yang tidak lolos sertifikasi
9 Stock Akhir	Stock akhir penjualan bibit kelapa sawit	Stock akhir bibit dari tahun 2017 sampai 2021 adalah 448,824

Tabel 4. *Data Transformasi*

No	DP	DYP	MN	PN	Umur	Harga
1	1	0	400	0	21	30000
2	0	1	150	0	21	31000
3	1	0	0	300	3	14500
4	0	1	47	0	21	33000
5	1	0	0	140	5	14500
6	1	0	300	0	15	32000
7	1	0	0	2000	8	15500
8	1	0	0	100	3	16,500
9	0	1	100	0	14	38000
10	1	0	500	0	20	38000
11	1	0	0	100	11	15500
12	1	0	100	0	15	25,500
13	0	1	250	0	16	38000
14	0	1	500	0	16	38000
15	1	0	0	55	12	15500
16	1	0	500	0	17	38000
17	0	1	500	0	17	40000
18	1	0	250	0	13	28,000
19	0	1	350	0	17	40000
20	1	0	0	260	4	16,500

4. Modeling (Fase Pemodelan)

Pada fase pemodelan prediksi harga bibit kelapa sawit ini menggunakan metode k-nearest neighbor. Data yang telah melalui 3 tahap awal proses CRISP-DM akan di olah menggunakan metode k-nearest neighbor dan dibangun menggunakan tools RapidMiner. Data yang digunakan sebanyak 2049 yang terdiri dari tiga kelas yaitu murah, mahal, dan untuk mengetahui pola harga apakah harga bibit kelapa sawit murah, mahal atau berdasarkan variabel-variabel yang ada menggunakan metode k-nearest neighbor

5. Evaluation (Fase Evaluasi)

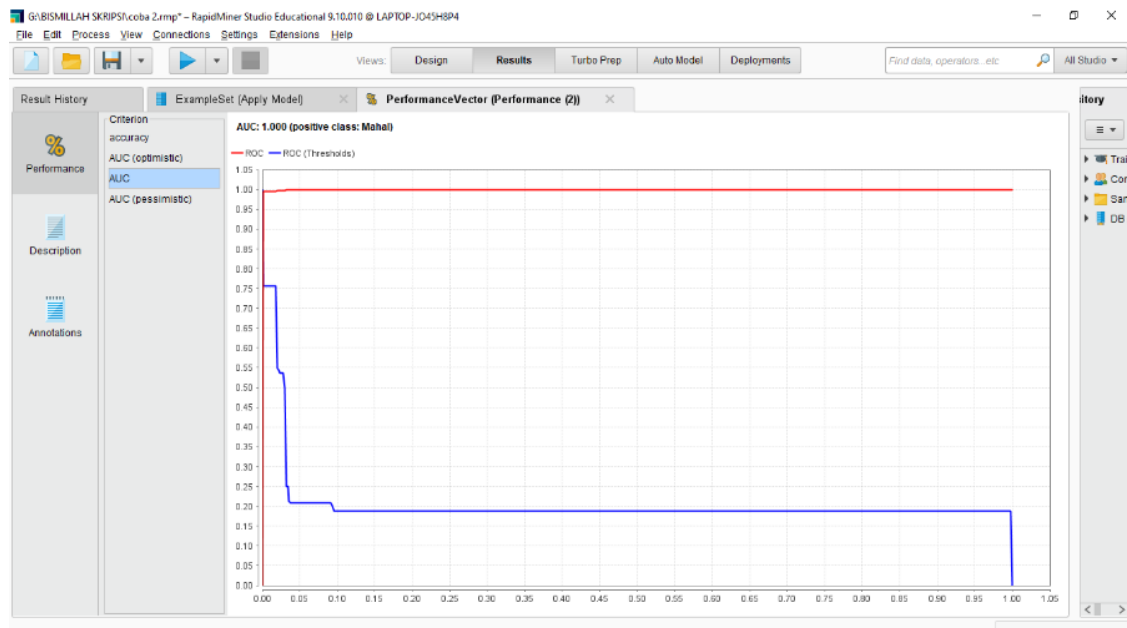
Pada fase evaluasi dilakukan evaluasi terhadap pengujian prediksi yang telah dilakukan pada tahap pemodelan menggunakan algoritma k-nearest neighbor. Dataset yang digunakan sebanyak 2049 record dengan menggunakan split data yaitu 80% atau 1639 data digunakan.

6. Deployment (Fase Penyebaran)

Meskipun model K-Nearest Neighbor (KNN) dengan $k = 5$ menunjukkan akurasi tinggi sebesar 99,21% dan nilai AUC sebesar 1,000, perlu dilakukan verifikasi lebih lanjut untuk memastikan tidak terjadi overfitting. Akurasi yang terlalu tinggi bisa mengindikasikan bahwa model terlalu sesuai dengan data pelatihan (overfitting), sehingga kurang mampu melakukan generalisasi pada data baru.

Untuk mengevaluasi hal ini, dapat dilakukan analisis lebih lanjut dengan membandingkan akurasi pada data pelatihan dan data uji. Jika selisih akurasi antara keduanya terlalu besar, maka model cenderung hanya menghafal pola dalam data pelatihan tanpa memahami hubungan sebenarnya. Selain itu, penggunaan teknik validasi silang (cross-validation) dapat membantu memastikan performa model tetap stabil pada berbagai subset data.

Kurva ROC dan nilai AUC juga dapat diperiksa lebih lanjut. Jika kurva ROC terlalu sempurna mendekati titik (0,1) dan AUC mencapai nilai maksimum 1,000, ada kemungkinan model terlalu menyesuaikan diri dengan data yang ada. Oleh karena itu, perlu dicoba metode lain, seperti pengurangan fitur yang kurang relevan, penyesuaian parameter k , atau membandingkan performa KNN dengan algoritma lain seperti Random Forest atau Support Vector Machine (SVM) untuk memastikan model benar-benar memiliki daya prediksi yang baik.



Gambar 2. Kurva AUC

Hasil menunjukkan bahwa akurasi prediksi mencapai 99,21% dengan nilai $k=5$. Hal ini berarti bahwa model KNN mampu memprediksi harga bibit kelapa sawit dengan tingkat akurasi yang tinggi. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa:

1. Presisi untuk kelas Murah sebesar 98,93%, artinya hampir semua bibit yang diprediksi murah memang benar-benar murah.
2. Presisi untuk kelas Mahal sebesar 99,29%, artinya hampir semua bibit yang diprediksi mahal memang benar-benar mahal.
3. Recall untuk kelas Murah sebesar 97,63%, artinya hampir semua bibit yang murah teridentifikasi dengan benar oleh model.
4. Recall untuk kelas Mahal sebesar 99,68%, artinya hampir semua bibit yang mahal teridentifikasi dengan benar oleh model.
5. Kesimpulannya, metode KNN terbukti efektif dalam memprediksi harga bibit kelapa sawit dengan tingkat akurasi yang tinggi.

5 SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dengan pendekatan CRISP-DM mampu memprediksi harga bibit kelapa sawit dengan tingkat akurasi 99,21%, sehingga memiliki beberapa implikasi praktis yang signifikan bagi industri kelapa sawit, terutama dalam aspek perencanaan bisnis, pengelolaan rantai pasok, dan stabilitas harga. Penelitian ini membuktikan bahwa metode KNN dengan CRISP-DM dapat menjadi alat prediksi yang efektif dan andal dalam industri kelapa sawit. Dengan implementasi yang tepat, hasil penelitian ini dapat membantu petani, distributor, investor, dan regulator dalam membuat keputusan yang lebih cerdas, strategis, dan berbasis data, sehingga mendorong pertumbuhan industri kelapa sawit yang lebih stabil dan berkelanjutan. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Dataset yang digunakan mungkin belum cukup representatif untuk menangkap semua kondisi pasar, terutama dalam menghadapi faktor eksternal seperti kebijakan pemerintah, perubahan iklim, atau volatilitas harga global. Selain itu, akurasi yang sangat tinggi perlu dikaji lebih lanjut untuk memastikan tidak terjadi *overfitting*, sehingga model tetap dapat digunakan secara luas dalam berbagai skenario. Ke depan, eksplorasi metode lain seperti *Random Forest*, *Support Vector Machine* (SVM), atau *Neural Networks* dapat dilakukan untuk membandingkan kinerja dengan KNN. Penggunaan teknik *ensemble learning* atau *deep learning* juga dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan ketepatan prediksi, terutama jika jumlah data yang tersedia semakin besar dan kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, A., & Sari, R. E. (2018). Penerapan Metode Profile Matching Sebagai Penyortiran Bibit Kelapa Sawit. *Jurnal Informatika Kaputama (JIK)*, 2(2), 71-81.
- Ikhlas, M. (2019). Penerapan metode mfep (multifactor evaluation process) dalam pengambilan keputusan pemilihan bibit kelapa sawit terbaik. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 19(1).
- Budiman dkk, (2020). Data mining implementation using naïve bayes algorithm and decision tree J48 in determining concentration selection, *International Journal of Quantitative Research and Modeling* 1 (3), 123-134
- Virdaus, D., & Prasetyaningrum, P. T. (2020). Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi Harga Bawang Merah Di Yogyakarta Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Journal Of ...*, 84, 1-8.
- Yahya, Y., & Puspita Hidayanti, W. (2020). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Klasifikasi Efektivitas Penjualan Vape (Rokok Elektrik) pada "Lombok Vape On." *Infotek : Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(2), 104-114.

- Normawati, D., & Prayogi, S. A. (2021). Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-Sakti)*, 5(2), 697–711.
- Tyo Anggin Virnand, (2021) Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-Nn) Pada Klasifikasi Kualitas Hasil Pengeringan Bunga Cengkih
- Munawwaroh, D. A., & Primandari, A. H. (2022). Implementasi Crisp-Dm Model Menggunakan Metode Decision Tree Dengan Algoritma Cart Untuk Prediksi Lila Ibu Hamil Berpotensi Gizi Kurang. *Delta: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 10(2), 367-380.
- Suryadi, L., Pratiwi, N. E., Ardhy, F., & Riswanto, P. (2022). Penerapan Data Mining Prediksi Penjualan Mebel Terlaris Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-Nn)(Studi Kasus: Toko Zerita Meubel). *JUSIM (Jurnal Sistem Informasi Musirawas)*, 7(2), 174-184.
- Zaien Bin Umar Alaydrus, Arief Andy Soebroto, (2023) Klasifikasi Masa Panen Varietas Unggul Kedelai menggunakan K-Nearest Neighbor
- Yudiana, Y., Agustina, A. Y., & Khofifah, N. (2023). Prediksi Customer Churn Menggunakan Metode CRISP-DM Pada Industri Telekomunikasi Sebagai Implementasi Mempertahankan Pelanggan. *Indonesian Journal of Islamic Economics and Business*, 8(1), 1-20
- Kurniawan, I., Rahaningsih, N., & Suprapti, T. (2024). IMPLEMENTASI ALGORITMA REGRESI LINIER DAN K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK PREDIKSI HARGA RUMAH. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(1), 1187-1193.
- Lalapa, N. M. (2023). Implementasi Metode Regresi Linear Sederhana Untuk Prediksi Harga Cabai Rawit. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Banthayo Lo Komputer*, 2(2), 96-103.
- Lo, A. A. P., & Tjioe, V. J. E. (2024, September). Penerapan Model CRISP-DM untuk Prediksi Penyakit Diabetes Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dan Logistic regression. In *Prosiding Seminar Nasional Universitas Ma Chung (Informatika & Sistem Informasi; Bahasa dan Seni; Farmasi)* (Vol. 4, pp. 48-57).
- Yulianto, K. E., & Christy, V. M. (2024, September). Prediksi Kualitas Air di Jawa Timur Menggunakan Metode CRISP-DM dengan Algoritma K-NN dan Regresi Logistik Multinomial. In *Prosiding Seminar Nasional Universitas Ma Chung (Informatika & Sistem Informasi; Bahasa dan Seni; Farmasi)* (Vol. 4, pp. 16-24).
- Dewi, S. P., Nurwati, N., & Rahayu, E. (2022). Penerapan Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Produk Terlaris Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 3(4), 639-648.
- Bahtiar, R. (2023). Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Kusen Terlaris Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor. *Jurnal Informatika MULTI*, 1(3), 203-214.

Rancang Bangun Aplikasi Diagnosis Error Code Kerusakan pada Mesin ATM Berbasis Android

Studi Kasus PT. Datindo Infonet Prima

R. Yadi Rakhman Alamsyah, Reni Nursyanti, Muhammad Achya Arifudin, Muhammad Abdul Baqrik

Informatika, Fakultas Teknologi dan Informatika, UNIBI

Email: r.yadi@unibi.ac.id; reninursyanti@unibi.ac.id; achyaarifudin@unibi.ac.id, muhammad.ab@mhs.unibi.ac.id.

Diterima:
10 Februari 2025

Diterima Setelah Revisi:
24 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Mesin ATM yang mengalami masalah biasanya akan menampilkan indikator berupa kode kesalahan atau error code. Kode ini memberikan informasi rinci tentang masalah dan cara mengatasinya. Namun, instruksi mendetail hanya dapat dilihat di mesin ATM itu sendiri, sehingga analisis masalah di luar mesin menjadi sulit. Jika mesin ATM berada di lokasi yang jauh atau sulit dijangkau teknisi, diperlukan solusi untuk memudahkan analisis error code dari jarak jauh. Untuk itu, dikembangkan aplikasi berbasis Android yang membantu teknisi mendiagnosis kerusakan dan mengisi laporan kerja. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode waterfall, yang terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Metode waterfall dipilih dikarenakan memberikan struktur yang jelas dalam setiap proses pengembangan serta dapat memastikan setiap tahap diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Aplikasi ini bangun untuk aplikasi android dengan menggunakan bahasa dart dan framework flutter. Dengan dibangunnya sistem pengenalan error code secara real-time, memungkinkan teknisi memperoleh informasi perbaikan tanpa harus berada di lokasi ATM. Selain itu, aplikasi ini dilengkapi fitur otomatisasi laporan kerja, yang mempercepat proses dokumentasi perbaikan dan meningkatkan efisiensi operasional teknisi.

Kata Kunci: Mesin ATM, Aplikasi Diagnosis Error Code, Android

Abstract

ATMs that encounter issues usually display an indicator in the form of an error code. This code provides detailed information about the problem and how to resolve it. However, detailed instructions can only be accessed on the ATM itself, making issue analysis outside the machine difficult. If the ATM is located in a remote or hard-to-reach area, a solution is needed to facilitate remote error code analysis. To address this, an Android-based application has been developed to assist technicians in diagnosing malfunctions and filling out work reports. The development of this application follows the waterfall method, which consists of the phases of requirement analysis, system design, implementation, testing, and maintenance. The waterfall method was chosen because it provides a clear structure for each development process and ensures that each phase is completed before proceeding to the next. This application is developed for Android using the Dart programming language and the Flutter framework. With the implementation of a real-time error code recognition system, technicians can obtain repair information without having to be physically present at the ATM

location. Additionally, the application is equipped with an automated work report feature, which speeds up the repair documentation process and enhances the operational efficiency of technicians.

Keywords: *ATM Machine, Error Code Diagnosis Application, Android*

1 PENDAHULUAN

Dalam era modern saat ini, banyak orang membutuhkan alat bantu yang praktis untuk mempermudah berbagai aktivitas. Teknologi memainkan peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan tersebut dan menawarkan berbagai manfaat bagi penggunanya. Salah satu manfaat teknologi adalah kemudahan dalam bidang ekonomi, khususnya sebagai alat pendukung dalam melakukan transaksi. Secara umum, transaksi adalah kegiatan yang dilakukan oleh seseorang yang menyebabkan perubahan pada harta atau keuangan mereka, baik itu peningkatan maupun pengurangan. Transaksi harus dapat diukur secara wajar agar dapat dilaksanakan.

Salah satu fasilitas yang dapat digunakan untuk melakukan transaksi adalah mesin ATM. Teknologi ini membantu nasabah dalam melakukan penarikan uang atau transaksi non-tunai lainnya dengan mudah dan praktis. Oleh karena itu, fasilitas ini juga dikenal sebagai mesin teller otomatis. ATM, singkatan dari Anjungan Tunai Mandiri, adalah sebuah mesin elektronik yang menyediakan layanan secara otomatis kepada nasabah. Fungsi utama mesin ATM adalah memberikan layanan mandiri sehingga nasabah dapat melakukan penarikan uang atau transaksi non-tunai lainnya secara mandiri.

Keberadaan mesin ATM memberikan aksesibilitas yang sangat memudahkan nasabah, karena mereka tidak perlu selalu datang ke bank untuk menarik uang. Hingga saat ini, fitur layanan pada mesin ATM terus ditingkatkan, termasuk layanan transfer, pembayaran tagihan, pembelian, dan lainnya. Mesin ATM merupakan solusi yang dihadirkan untuk memberikan layanan optimal kepada nasabah tanpa terikat pada waktu operasional bank dan batasan lokasi.

ATM adalah mesin yang menyediakan fasilitas elektronik secara mandiri bagi nasabah bank, mulai dari layanan penarikan uang, pembelian online, hingga pembayaran berbagai tagihan. Fitur-fitur ini hanya dapat diakses jika nasabah memiliki kartu ATM. Kartu ATM adalah kartu yang diterbitkan oleh bank untuk nasabahnya, yang berfungsi sebagai sarana transaksi melalui mesin ATM.

Kinerja mesin ATM yang baik tentunya tidak terlepas dari peran petugas ATM, yaitu FLM (*First Level Maintenance*), teknisi, dan pihak bank terkait. FLM bertugas mengisi uang dan menangani masalah kecil seperti uang yang tersangkut di mesin. Teknisi bertugas memperbaiki gangguan pada mesin ATM, melakukan pemeliharaan preventif, aktivasi mesin, dan proyek khusus. Pihak bank bertanggung jawab untuk menyediakan mekanisme dan alat pembayaran yang efisien dalam kegiatan ekonomi.

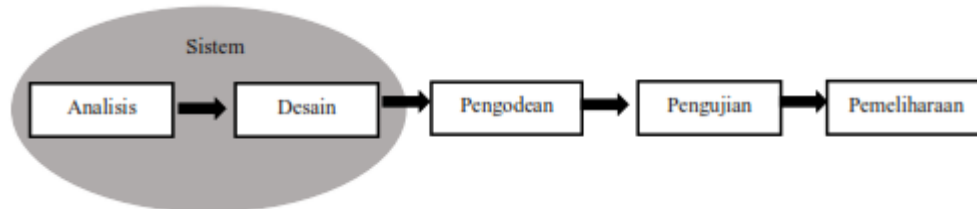
Ketika mesin ATM mengalami masalah, mesin tersebut akan menampilkan indikator masalah yang dikenal sebagai error code. Setiap Error code memiliki perbedaan kerusakan dan cara penanganan bagaimana cara atau tahapan perbaikan yang harus dilakukan pada mesin ATM yang bermasalah tersebut. Instruksi yang terperinci mengenai tahapan perbaikan hanya dapat diakses langsung melalui mesin ATM yang mengakibatkan tidak memungkinkannya melakukan analisis dari luar mesin sehingga apabila lokasi mesin ATM jauh atau sulit dijangkau maka diperlukan solusi untuk memudahkan teknisi dalam menganalisa error code di luar mesin ATM

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Metode Waterfall

Menurut Rosa A.S (2021) dalam bukunya yang berjudul Analisis dan desain perangkat lunak. Perancangan aplikasi problem error code mesin Atm berbasis android untuk memudahkan teknisi

mendiagnosa dan memperbaiki kerusakan mesin ATM menggunakan model System Development Life Cycle (SDLC) yang diimplementasikan dengan model waterfall. Model SDLC air terjun (waterfall) sering juga disebut model sekuensial linier (sequential linear) atau alur hidup klasik (classic life cycle). Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian dan tahap pendukung (support). Berikut ini adalah gambar ilustrasi model waterfall:



Gambar 1. Tahapan model waterfall

- Analisis: proses pengumpulan kebutuhan dilakukan secara intensif untuk memspezifikasikan kebutuhan perangkat lunak agar dapat dipahami perangkat lunak seperti apa yang dibutuhkan oleh user. Spesifikasi kebutuhan perangkat lunak pada tahap ini perlu untuk didokumentasikan..
- Desain: tahapan ini akan terfokus pada desain pembuatan program perangkat lunak termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka, dan prosedur pengodean. Tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak dari tahap analisis kebutuhan ke representasi desain agar dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap selanjutnya. Desain perangkat lunak yang dihasilkan pada tahap ini juga perlu didokumentasikan.
- Pengodean: setelah selesai tahapan desain maka pada tahapan ini akan ditranslasikan ke dalam program perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah program komputer sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain.
- Pengujian: pengujian fokus pada perangkat lunak secara dari segi logika dan fungsional dan memastikan bahwa semua bagian sudah diuji. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan (error) dan memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan.
- Pemeliharaan: merupakan tahap pendukung atau pemeliharaan dapat mengulangi proses pengembangan mulai dari analisis spesifikasi untuk perubahan perangkat lunak yang sudah ada, tapi tidak untuk membuat perangkat lunak baru.

2.2 UML (*Unified Modeling Language*)

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa standar yang digunakan untuk menggambarkan, menjelaskan, dan membangun perangkat lunak. UML sangat membantu dalam visualisasi sistem yang kompleks melalui diagram-diagram yang mendeskripsikan berbagai aspek dari sistem tersebut. Diagram-diagram ini dapat mencakup struktur statis, seperti diagram kelas, serta perilaku dinamis, seperti diagram aktivitas dan diagram urutan. UML digunakan secara luas oleh para pengembang perangkat lunak karena fleksibilitasnya dalam menggambarkan sistem dari berbagai sudut pandang. UML merupakan alat penting untuk komunikasi antar anggota tim pengembang perangkat lunak, serta antara tim pengembang dengan pemangku kepentingan lainnya. UML menyediakan notasi grafis yang lengkap dan ekspresif untuk mendukung semua fase pengembangan perangkat lunak, dari analisis awal hingga desain dan implementasi (Sukamto, 2018).

2.3 Diagnosis

Diagnosis merupakan prosedur yang perlu dilakukan untuk menemukan kerusakan atau permasalahan pada mesin ATM, sebelum dilakukan perbaikan. Sehingga melalui diagnosis akan ditemukan jawaban yang akan dipergunakan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan atau penyembuhan terhadap gejalagejala kerusakan pada mesin ATM. Pendekatan yang dipergunakan dalam proses diagnosis ini adalah error code. Error code memiliki arti description dan trouble shooting untuk menyelesaikan masalah pada mesin ATM secara bertahap.

2.4 Automated Teller Machine (ATM)

ATM adalah mesin elektronik yang memungkinkan nasabah bank melakukan transaksi keuangan secara mandiri tanpa harus datang ke kantor cabang. Mesin ini pertama kali diperkenalkan pada tahun 1960-an dan telah menjadi salah satu inovasi penting dalam industri perbankan (Kumar, 2019). ATM memungkinkan pengguna untuk mengakses rekening bank mereka dan melakukan berbagai transaksi secara mandiri, seperti penarikan uang tunai, penyetoran, transfer antar rekening, cek saldo, dan pembayaran tagihan (Ayuningtyas & Sufina, 2023).

Pengguna ATM memerlukan kartu ATM yang biasanya dilengkapi dengan chip atau pita magnetik, serta PIN (Personal Identification Number) sebagai langkah otentikasi untuk mengakses layanan. Kartu ini harus dimasukkan ke dalam slot kartu ATM, kemudian pengguna akan diminta untuk memasukkan PIN untuk memverifikasi identitas mereka. Setelah otentikasi berhasil, mesin akan menampilkan menu transaksi yang dapat dipilih sesuai kebutuhan pengguna (Solikah, 2019).

ATM memberikan keuntungan signifikan dalam hal kemudahan dan aksesibilitas. Mesin ini umumnya tersebar luas di lokasi-lokasi strategis seperti pusat perbelanjaan, stasiun, bandara, dan area publik lainnya, memungkinkan pengguna untuk melakukan transaksi kapan saja tanpa terikat dengan jam operasional bank (Waruwu, 2018). Selain itu, beberapa ATM modern juga dilengkapi dengan fitur tambahan seperti pencetakan mini-statement, perubahan PIN, dan layanan informasi produk bank (Tangiduk, Kantohe, & Marunduh, 2023).

Seiring dengan perkembangan teknologi, ATM juga mengalami pembaruan untuk meningkatkan keamanan dan fungsionalitasnya. Mesin-mesin baru kini dilengkapi dengan teknologi keamanan canggih untuk mencegah penipuan dan penyalahgunaan, serta fitur aksesibilitas untuk membantu pengguna dengan kebutuhan khusus (Kumar, 2019).

Dengan adanya ATM, layanan perbankan menjadi lebih efisien dan dapat diakses dengan lebih mudah, mempercepat proses transaksi dan mengurangi antrean di kantor bank (Ayuningtyas & Sufina, 2023).

2.5 Error Code

Error code, atau kode kesalahan, merupakan elemen penting dalam sistem perangkat lunak dan perangkat keras yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang terjadi selama proses operasional. Kode ini biasanya berupa rangkaian angka, huruf, atau kombinasi keduanya, yang disediakan oleh sistem untuk memberi tahu pengguna atau teknisi mengenai kesalahan yang terjadi. Setiap kode kesalahan merujuk pada masalah tertentu, sehingga memungkinkan penanganan dan solusi yang lebih tepat.

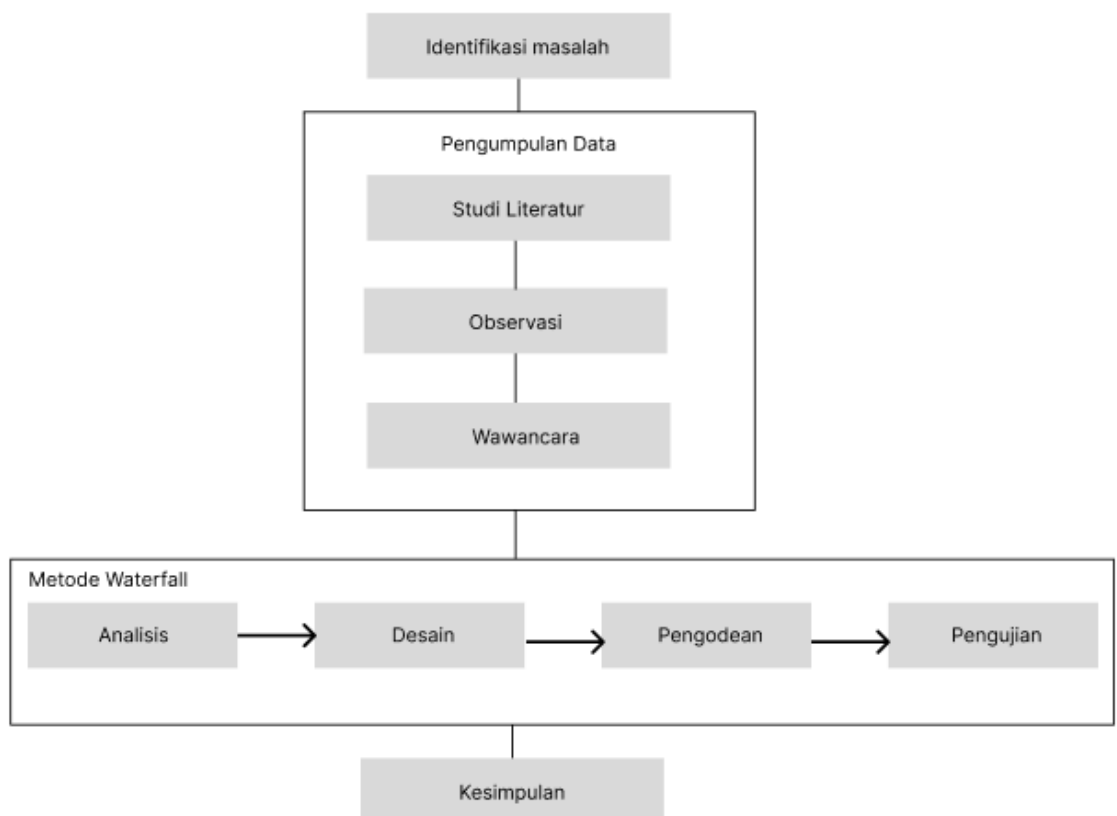
Menurut Zhang et al. (2021), "Error code adalah kode numerik atau alfanumerik yang digunakan oleh sistem komputer atau perangkat lunak untuk menunjukkan terjadinya kesalahan dalam operasi atau proses. Kode ini membantu pengembang dan pengguna untuk mengidentifikasi dan menangani masalah dengan lebih efektif" (Zhang et al., 2021, hal. 45). Penjelasan ini menunjukkan bahwa error code tidak hanya berfungsi sebagai indikator kesalahan tetapi juga sebagai alat bantu dalam proses troubleshooting.

Lebih lanjut, Li dan Wang (2020) menjelaskan bahwa "Kode kesalahan yang diberikan oleh perangkat lunak atau sistem biasanya disertai dengan pesan yang memberikan informasi lebih lanjut mengenai jenis kesalahan. Informasi ini dapat berupa deskripsi singkat tentang masalah serta langkah-langkah pemecahan masalah yang dapat diambil" (Li & Wang, 2020, hal. 72). Hal ini menunjukkan bahwa error code sering kali disertai dengan informasi tambahan yang memperjelas penyebab dan solusi dari kesalahan tersebut.

Selain itu, Chen (2019) menambahkan bahwa "Penggunaan error code memungkinkan proses troubleshooting menjadi lebih terstruktur dan sistematis. Dengan adanya kode yang spesifik, pengguna dan pengembang dapat dengan cepat menemukan penyebab kesalahan dan mencari solusinya secara efisien" (Chen, 2019, hal. 89). Ini menekankan peran penting error code dalam meningkatkan efisiensi proses pemecahan masalah.

3 METODE PENELITIAN

Dalam metodologi penelitian ada urutan alur penelitian yang harus diikuti. Urutan alur penelitian ini merupakan gambaran dari langkah-langkah yang dilalui agar penelitian ini bisa berjalan dengan baik dan mencapai hasil yang maksimal. Alur penelitian yang digunakan bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Tahapan penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

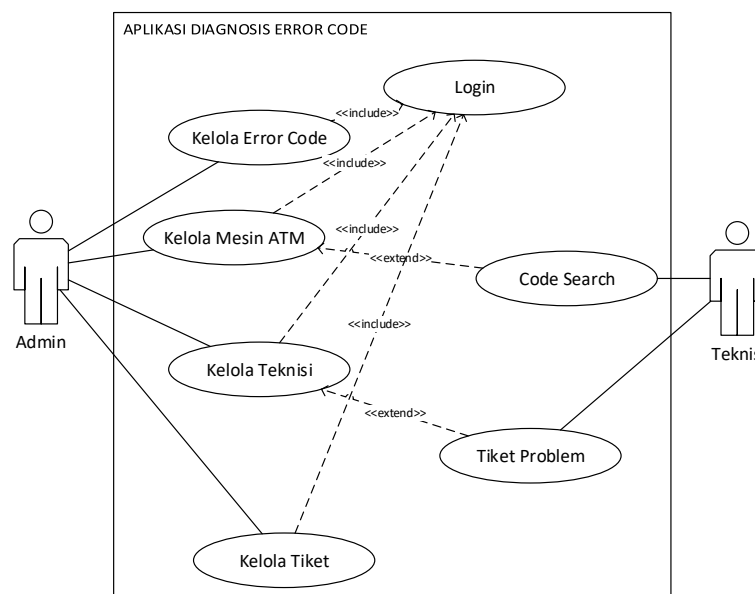
Dalam proses perbaikan mesin ATM oleh teknisi, Sistem yang sedang berjalan sering mendapatkan kendala dan masalah dalam pengoptimalannya. Hal tersebut terjadi karena adanya beberapa hambatan yang mengganggu keefektifan dan keefesienan sistem dalam bekerja. Beberapa hambatan tersebut antara lain : Proses pengecekan kerusakan mesin ATM oleh teknisi masih

mengalami kesulitan, karena teknisi harus mengecek satu persatu hardware untuk menemukan kerusakan yang terjadi pada mesin ATM tersebut, sehingga memakan banyak waktu. Selain itu untuk membantu teknisi dalam mendiagnosis kerusakan mesin ATM masih mengandalkan buku catatan yang didapat sewaktu pelatihan.

Dari permasalahan yang terjadi perlu adanya solusi yang baik dalam memecahkan permasalahan yang ada, cara yang baik adalah membangun sebuah sistem yang dapat membantu teknisi dalam mendapatkan informasi terkait data error code mesin ATM yang akan digunakan untuk mempermudah teknisi menyelesaikan pekerjaannya. Pada sistem yang akan dibangun, pengguna (User) mencari data error code dan dapat menampilkan data error code yang dicari user. Data error code mesin ATM ini lengkap dengan description dan trouble shooting.

4.1 Use Case Diagram

Aplikasi Diagnosis Error Code dirancang untuk mendukung pengelolaan dan penanganan masalah pada mesin ATM melalui sistem yang terintegrasi. Dalam pengoperasiannya, aplikasi ini melibatkan dua jenis pengguna utama, yaitu Admin dan Teknisi, yang masing-masing memiliki peran dan tanggung jawab berbeda. Admin bertugas untuk mengelola data internal seperti error code, informasi mesin ATM, dan teknisi, sedangkan Teknisi fokus pada pencarian informasi error code dan penyelesaian masalah yang terjadi di lapangan. Untuk memahami bagaimana kedua pengguna ini berinteraksi dengan sistem, diagram Use Case digunakan sebagai alat visualisasi yang efektif, menggambarkan berbagai fungsi yang tersedia serta bagaimana setiap pengguna dapat mengakses dan memanfaatkannya. Adapun use case diagram untuk aplikasi diagnosis error code dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Use Case Diagram Aplikasi Diagnosis Error Code pada ATM

Diagram Use Case pada aplikasi Diagnosis Error Code menggambarkan dua aktor utama, yaitu Admin dan Teknisi, serta berbagai aktivitas yang dapat mereka lakukan dalam sistem. Admin memiliki akses penuh untuk mengelola data dalam aplikasi, seperti Login, Kelola Error Code, Kelola Mesin ATM, Kelola Teknisi, dan Kelola Tiket. Setiap aktivitas ini memungkinkan Admin untuk mengatur dan memperbarui informasi penting terkait error code, mesin ATM, data teknisi, serta tiket masalah yang dihadapi dalam sistem. Sementara itu, Teknisi berperan dalam mencari informasi error code melalui fitur Code Search dan menangani masalah yang muncul pada mesin ATM

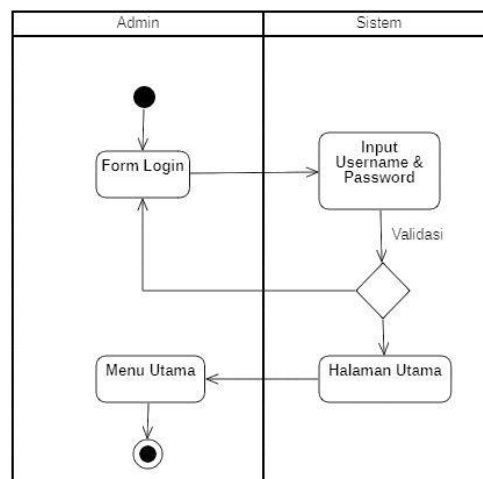
menggunakan fitur Tiket Problem. Relasi include di antara use case menandakan bahwa proses Login diperlukan oleh kedua aktor sebelum mereka dapat mengakses fungsi lain dalam aplikasi. Secara keseluruhan, diagram ini menunjukkan interaksi antara Admin dan Teknisi dengan berbagai fitur yang ada dalam aplikasi untuk mendukung diagnosis dan penanganan error pada mesin ATM.

4.2 Activity Diagram

Diagram Activity pada aplikasi Diagnosis Error Code menggambarkan alur proses kerja yang dilakukan oleh pengguna, mulai dari langkah awal hingga penyelesaian suatu aktivitas dalam sistem. Diagram ini memvisualisasikan setiap tahapan dan keputusan yang diambil, serta bagaimana berbagai aktivitas tersebut saling berhubungan untuk mencapai tujuan akhir, seperti pengelolaan error code, penanganan tiket masalah, atau pencarian informasi terkait. Melalui diagram ini, kita dapat melihat secara jelas bagaimana alur operasi aplikasi dijalankan oleh pengguna, baik Admin maupun Teknisi, serta bagaimana setiap aktivitas berkontribusi dalam memastikan diagnosis dan penanganan error berjalan dengan efisien.

a. Activity diagram login

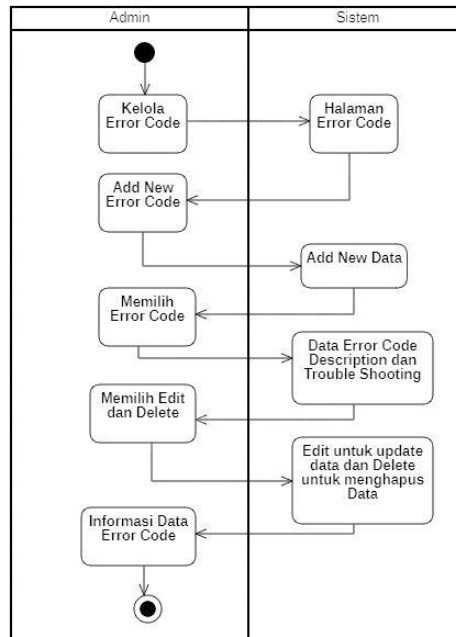
Alur proses dimulai ketika administrator memasukkan username dan password pada form login. Sistem kemudian memvalidasi data yang dimasukkan dengan data yang tersimpan. Jika validasi berhasil, administrator akan diarahkan ke halaman utama. Sebaliknya, jika gagal, administrator akan diminta untuk mengulang proses login. Berikut gambar activity diagram login.



Gambar 4. Activity Diagram Login

b. Activity Diagram Kelola Error Code

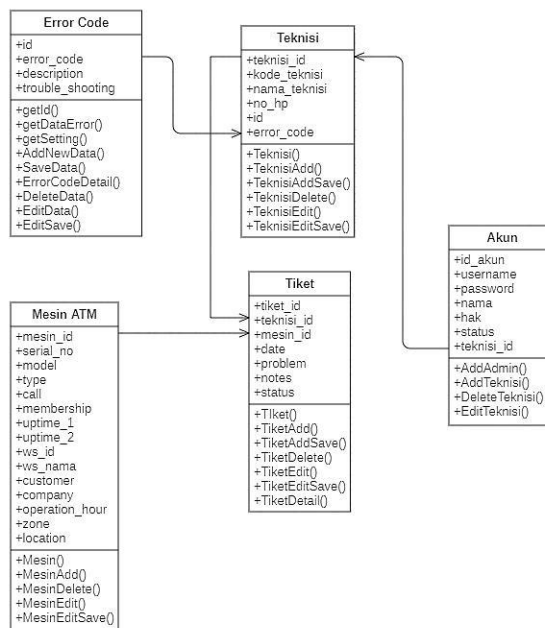
Diagram aktivitas kelola error code menggambarkan alur kerja seorang administrator dalam mengelola kode error pada suatu sistem. Prosesnya dimulai ketika administrator memilih opsi "Kelola Error Code". Setelah itu, administrator memiliki beberapa pilihan: 1) Menambah kode error baru: Administrator dapat menginput kode error baru ke dalam sistem. 2) Melihat informasi detail kode error: Administrator dapat memilih kode error yang ingin dilihat detailnya, termasuk deskripsi dan solusi pemecahan masalah. 3) Mengedit atau menghapus kode error: Administrator dapat mengubah informasi pada kode error yang sudah ada atau menghapus kode error yang tidak diperlukan lagi. Setiap tindakan yang dilakukan oleh administrator akan memicu sistem untuk melakukan proses yang sesuai, seperti menambahkan data baru, menampilkan informasi detail, atau mengupdate data yang sudah ada. Berikut gambaran dari activity diagram kelola error code.



Gambar 5. Activity Diagram Kelola Error Code

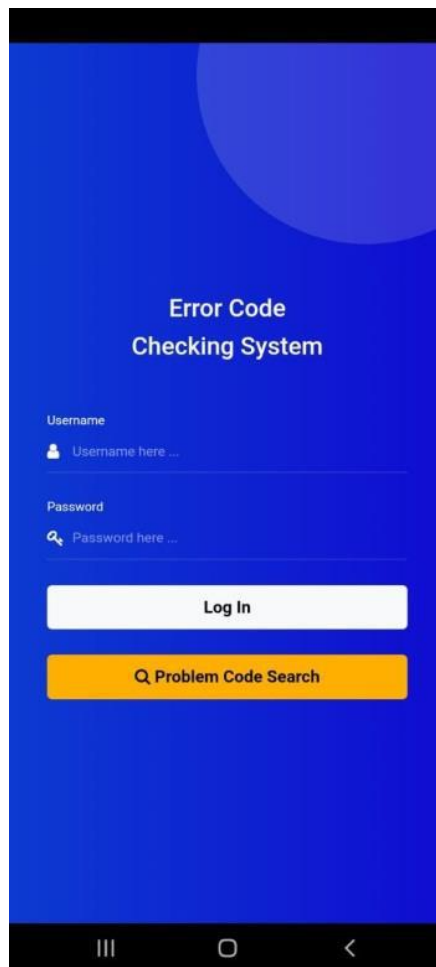
4.3 Class Diagram (Diagram Kelas)

Diagram kelas dari aplikasi diagnosis error code terdiri bebrapa kelas yaitu “Error Code,” “Transaksi,” “Mesin ATM,” dan “Akun.” Setiap kelas mencakup berbagai operasi seperti menambahkan data, mengedit data, menghapus data, dan melihat detail. Fungsi-fungsi ini mencerminkan tindakan yang terkait dengan pengelolaan berbagai aspek sistem. Diagram kelas dapat dilihat pada gambar berikut.

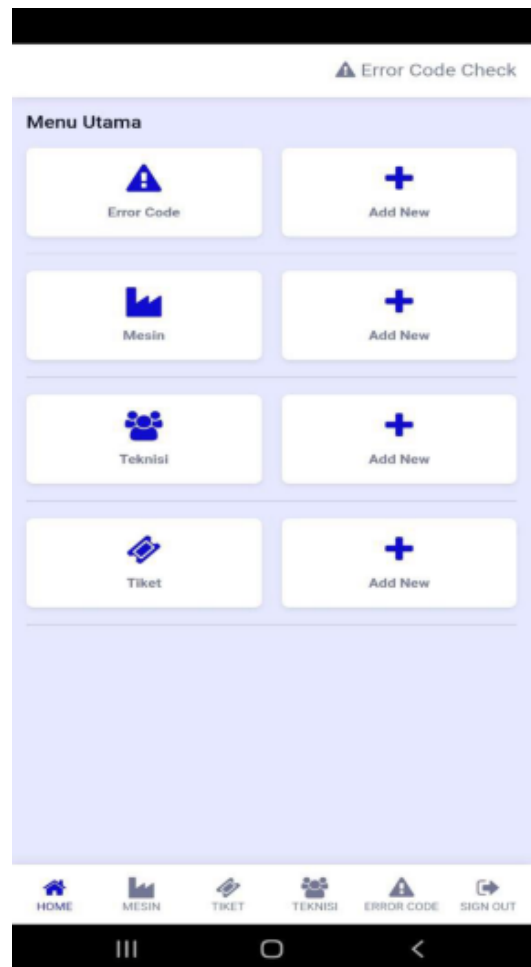


Gambar 6. Class Diagram Aplikasi Diagnosis Error Code ATM

4.4 Implementasi Antarmuka

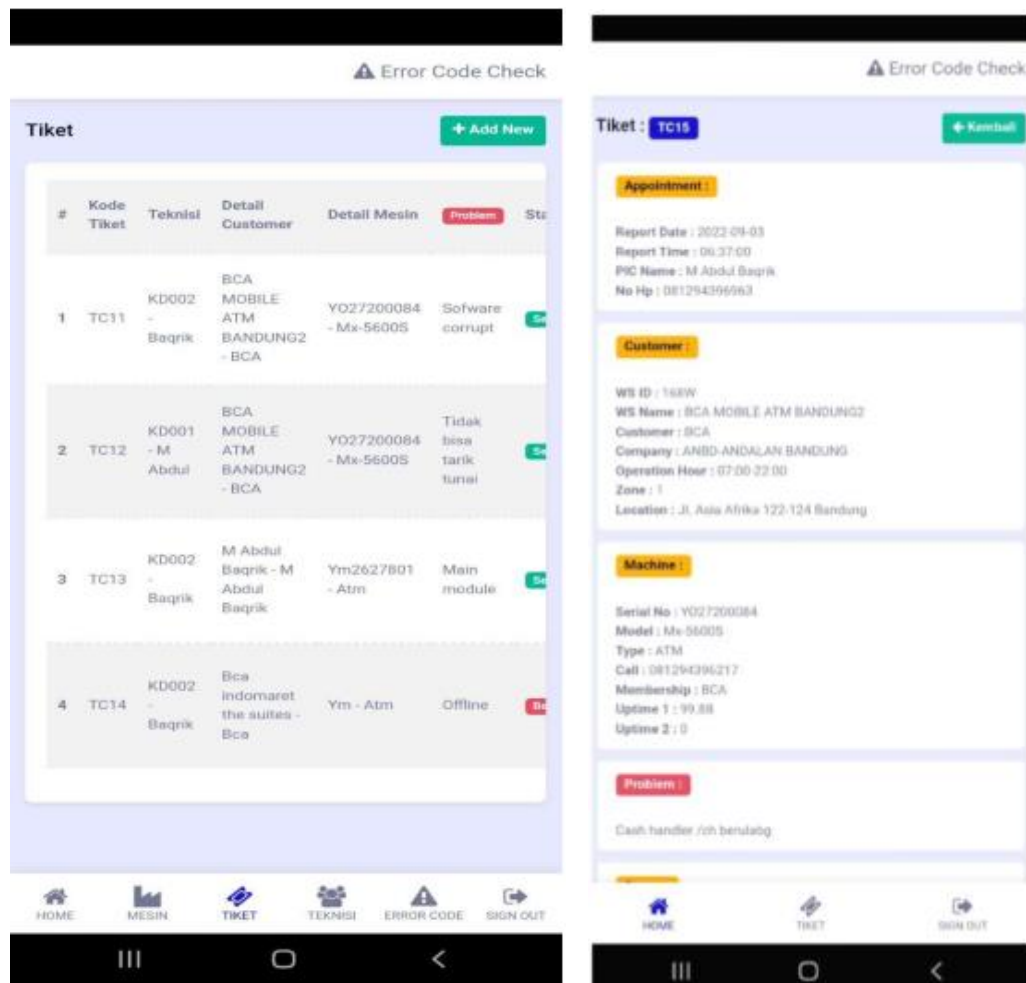


Gambar 7. Tampilan Login



Gambar 8. Tampilan utama

Pada gambar 7 tampilan login antarmuka utama dari sebuah aplikasi yang didesain dengan tema warna biru dan putih. Pada bagian atas layar, terdapat tulisan "Error Code Check." Di bawahnya, terdapat beberapa menu utama yang terdiri dari delapan kotak, masing-masing dengan ikon dan label berbeda: "Error Code" dengan ikon segitiga peringatan, "Mesin" dengan ikon pabrik, "Teknisi" dengan ikon sekelompok orang, dan "Tiket" dengan ikon tiket. Setiap kategori utama ini diikuti oleh kotak "Add New" yang memiliki ikon tanda tambah (+), yang mungkin berfungsi untuk menambahkan entri baru dalam kategori tersebut. Di bagian bawah layar, terdapat menu navigasi dengan ikon dan label seperti "HOME," "MESIN," "TIKET," "TEKNISI," "ERROR CODE," dan "SIGN OUT," masing-masing dengan ikon yang relevan.



Gambar 9. Error Code

5 SIMPULAN

Dari aplikasi yang dibangun menjadikan seorang teknisi dapat memperoleh informasi perbaikan tanpa harus berada di lokasi ATM, sehingga dapat mengatasi kendala dari jarak dan waktu. Pengembangan aplikasi menggunakan metode waterfall dan dibangun dengan bahasa Dart dan framework Flutter, yang mendukung antarmuka responsif dan kemudahan penggunaan. Fitur otomatisasi laporan kerja, yang mempercepat proses pencatatan dan dokumentasi hasil diagnosis. Selain itu, database error code yang dapat diakses kapan saja membantu teknisi mempercepat troubleshooting. Secara keseluruhan, aplikasi ini meningkatkan efektivitas dan efisiensi teknisi dalam pemeliharaan ATM, mempercepat perbaikan, serta meminimalkan downtime mesin ATM, sehingga mendukung sistem pemeliharaan yang lebih terorganisir dan responsif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningtyas, M., & Sufina, L. (2023). Pengaruh Penggunaan Mobile Banking, Internet Banking, dan ATM terhadap Kinerja Keuangan Perbankan. *Jurnal Kajian Perbankan*, 19(2), 1-15.
- Chen, L. (2019). Systematic Troubleshooting Using Error Codes in Software Systems. *Journal of Software Engineering*, 15(2), 85-92.

- Kumar, S. (2019). Inovasi Teknologi pada Mesin ATM: Penerapan Biometrik, Kecerdasan Buatan, dan Blockchain untuk Meningkatkan Keamanan dan Layanan. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 2(1), 1-10.
- Kusumaningrum, N., & Santoso, G. E. (2020). Analisa Jaringan Mesin Automatic Teller Machine (ATM) dalam Rangka Pemeliharaan di Pulau Jawa. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9, 1-10.
- Li, X., & Wang, Y. (2020). Enhancing User Experience through Detailed Error Messaging in Applications. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(1), 70-78.
- Rosa, A. S. (2022). Analisis dan desain perangkat lunak. *Informatika*.
- Solikah, M. (2019). Pengaruh Automatic Teller Machine (ATM) dan Mobile Banking terhadap Kepuasan Nasabah pada Bank BRI Syariah KC Madiun. *Skripsi, Institut Agama Islam Negeri Ponorogo*.
- Sukamto, R. A., & Shalahuddin, M. (2018). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika.
- Tangiduk, R., Kantohe, M. S. S., & Marunduh, A. P. (2023). Pengaruh Transaksi Mobile Banking, Internet Banking, dan ATM terhadap Kinerja Keuangan Bank. *Jurnal Cendekia Akuntansi*, 3(1), 13-24.

Pengembangan E-Business pada Industri Rumahan Briket Arang Batok Kelapa di Bantul: Pendekatan SWOT, PIECES, dan PESTEL

Putri Taqwa Prasetyaningrum, Affandi Putra Pradana, Bagus Nur Solayman, Viony Julianti Sipayung
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana
Yogyakarta, Yogyakarta
Email: putri@mercubuana-yogya.ac.id; 221210035@student.mercubuana-yogya.ac.id;
221210066@student.mercubuana-yogya.ac.id; sipayungvioni@gmail.com.

Diterima:
21 Januari 2025

Diterima Setelah Revisi:
22 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia, khususnya di sektor briket arang batok kelapa, memiliki peran strategis dalam mendukung perekonomian nasional. Namun, UMKM ini menghadapi berbagai tantangan, seperti kapasitas produksi yang terbatas, pemasaran konvensional, dan pengelolaan stok manual, yang menghambat daya saing mereka. Penelitian ini bertujuan untuk merancang konsep E-Business berbasis web dengan pendekatan analisis SWOT, PIECES, dan PESTEL untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pengembangan UMKM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi E-Business mampu mengoptimalkan operasional UMKM, memperluas jangkauan pasar hingga tingkat internasional, dan meningkatkan daya saing produk ramah lingkungan. Website yang dikembangkan mencakup fitur manajemen produk, transaksi online, analitik bisnis, dan integrasi pembayaran digital. Solusi ini berkontribusi pada efisiensi operasional dan peningkatan akses pasar, memungkinkan UMKM untuk beradaptasi di era digital dan bersaing secara global.

Kata Kunci: *E-Business*, UMKM, Briket Arang Batok Kelapa, *SWOT*, *PIECES*, *PESTEL*

Abstract

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Indonesia, particularly in the coconut shell charcoal briquette industry, strategically support the national economy. However, these MSMEs face various challenges, including limited production capacity, conventional marketing systems, and manual stock management, which hinder their competitiveness. This study aims to design a web-based E-Business concept using SWOT, PIECES, and PESTEL analyses to identify internal and external factors affecting MSME development. The findings reveal that implementing E-Business can optimize MSME operations, expand market reach to the international level, and enhance the competitiveness of environmentally friendly products. The developed website incorporates product management, online transactions, business analytics, and digital payment integration features. This solution addresses key challenges, such as operational efficiency and market access improvement, enabling MSMEs to adapt to the digital era and compete globally.

Keywords: *E-Business*, *MSMEs*, *Coconut Shell Charcoal Briquettes*, *SWOT*, *PIECES*, *PESTEL*

1 PENDAHULUAN

Kemajuan pesat dalam dunia bisnis telah meningkatkan persaingan di berbagai sektor, termasuk sektor industri kecil dan menengah (Prasetyaningrum et al., 2023). Perkembangan teknologi informasi juga telah mengubah paradigma bisnis dari pendekatan berfokus pada produk (*product-oriented*) menjadi pendekatan berfokus pada pelanggan (*customer-oriented*) (Taqwa et al., 2015). Di Indonesia, Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memainkan peran strategis dalam mendukung perekonomian nasional, termasuk dalam industri briket arang batok kelapa (Rosyada & Wigiawati, 2020). Produk briket arang batok kelapa, yang dikenal sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan, semakin diminati, terutama di pasar internasional (Lewoema et al., 2023). Permintaan yang terus berkembang membuka peluang besar, namun UMKM dalam sektor ini masih menghadapi berbagai tantangan (Ubaidillah, 2020). Permintaan yang terus meningkat ini membuka peluang besar bagi UMKM untuk berkembang. Namun, UMKM di sektor ini menghadapi berbagai tantangan yang signifikan, seperti kapasitas produksi yang terbatas, sistem pemasaran yang masih konvensional dan kurang efisien, serta pengelolaan stok yang manual. Hambatan-hambatan ini mengurangi daya saing UMKM dalam menghadapi pasar yang lebih luas (Mukti et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan solusi yang inovatif untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut.

Kemajuan pesat dalam dunia bisnis telah meningkatkan persaingan di berbagai sektor, termasuk sektor industri kecil dan menengah (Prasetyaningrum et al., 2023). Perkembangan teknologi informasi juga telah mengubah paradigma bisnis dari pendekatan berfokus pada produk (*product-oriented*) menjadi pendekatan berfokus pada pelanggan (*customer-oriented*) (Taqwa et al., 2015). Di Indonesia, Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memainkan peran strategis dalam mendukung perekonomian nasional, termasuk dalam industri briket arang batok kelapa (Rosyada & Wigiawati, 2020). Produk briket arang batok kelapa semakin diminati, terutama di pasar internasional, karena sifatnya yang ramah lingkungan dan lebih efisien dibandingkan bahan bakar fosil.

Namun, meskipun memiliki potensi pasar yang luas, UMKM di sektor ini menghadapi tantangan yang signifikan, seperti kapasitas produksi terbatas, sistem pemasaran yang masih konvensional, serta pengelolaan stok yang dilakukan secara manual (Ubaidillah, 2020). Tantangan ini berdampak langsung pada daya saing UMKM, membatasi kemampuan mereka untuk memenuhi permintaan pasar, serta meningkatkan risiko ketidakefisienan operasional dan keterlambatan distribusi. Data dari Kementerian Koperasi dan UKM (2022) menunjukkan bahwa lebih dari 60% UMKM di Indonesia masih mengandalkan strategi pemasaran tradisional, yang menyebabkan keterbatasan dalam menjangkau pasar yang lebih luas. Selain itu, kurangnya pemanfaatan teknologi informasi dalam manajemen bisnis membuat UMKM lebih rentan terhadap persaingan dengan produsen berskala lebih besar.

Seiring dengan perkembangan teknologi, penerapan E-Business berbasis web dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Pemanfaatan sistem berbasis digital memungkinkan UMKM untuk mengelola pemasaran dan stok secara lebih efisien, memperluas akses ke pasar domestik maupun internasional, serta meningkatkan daya saing melalui strategi pemasaran berbasis digital (Esthiningtyas & Prasetyaningrum, 2020). Secara keseluruhan, situs web yang dibuat menyediakan berbagai informasi (Lewoema et al., 2024). Situs web ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga memungkinkan siapa saja, terlepas dari tingkat keahlian teknologinya, untuk berkreasi dengan nyaman (Fauzan et al., 2024). Metode waterfall digunakan dalam perancangan sistem penelitian ini karena prosedurnya yang bersifat berurutan (Puja et al., 2023). Mengaplikasikan sistem informasi penjualan berbasis website, yang telah melalui tahap pengujian dengan hasil menunjukkan bahwa semua fitur berfungsi dengan optimal (Albalkhi & Komalasari, 2024).

Berbagai studi menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam proses bisnis UMKM dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 40% dan mempercepat akses pasar secara signifikan (Mukti et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan konsep E-

Business berbasis web yang sesuai dengan kebutuhan UMKM briket arang batok kelapa di Bantul dengan menggunakan pendekatan **SWOT, PIECES, dan PESTEL** untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang berpengaruh terhadap keberlanjutan UMKM.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Briket Arang Batok Kelapa

Briket arang batok kelapa adalah produk hasil pembakaran batok kelapa yang kemudian diolah menjadi bentuk padat dengan tujuan untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Briket ini memiliki keuntungan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar fosil, serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi. (Dr. Khusna Widhyahrini, 2020) menjelaskan bahwa briket arang batok kelapa memiliki potensi besar sebagai produk energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi di berbagai sektor.

2.2 E-Business

E-business merupakan salah satu pendekatan berbasis teknologi internet yang mendukung pelaku usaha dalam menjalankan komunikasi serta distribusi barang dan jasa kepada konsumen. E-business dapat didefinisikan sebagai pemanfaatan teknologi internet untuk meningkatkan kinerja berbagai proses bisnis, seperti penjualan dan pembelian produk atau jasa melalui platform daring yang melibatkan berbagai pihak berkepentingan, termasuk konsumen, pemilik usaha, vendor, serta pemasok (Dewi, 2020).

2.3 Analisis SWOT

Analisis SWOT merupakan metode sistematis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat dijadikan dasar dalam merumuskan strategi. Pendekatan ini mengacu pada logika yang bertujuan untuk memanfaatkan kekuatan (*Strengths*) dan peluang (*Opportunities*) sekaligus meminimalkan kelemahan (*Weaknesses*) serta ancaman (*Threats*). Dengan demikian, analisis SWOT berfungsi sebagai alat untuk membandingkan faktor internal dan eksternal guna menemukan keselarasan yang dapat mendukung pengambilan keputusan strategis.

2.4 Analisis PEST/PESTEL (Politik, Economic, Social, Technology, Environment, Legal)

Analisis **PEST/PESTEL** merupakan metode strategis yang digunakan untuk mengevaluasi faktor-faktor lingkungan eksternal yang dapat memengaruhi suatu bisnis atau organisasi. Pendekatan ini membantu dalam memahami dinamika pasar dan menilai bagaimana berbagai faktor makroekonomi berdampak terhadap kinerja bisnis dalam jangka pendek maupun panjang. Menurut (Peppard & Ward, 2004), analisis PEST awalnya hanya mencakup **empat faktor utama**:

1. Political (Politik)
2. Economic (Ekonomi)
3. Social (Sosial)
4. Technological (Teknologi)

Namun, dalam perkembangannya, analisis ini diperluas menjadi **PESTEL** dengan menambahkan dua faktor lainnya:

1. Environmental (Lingkungan)
2. Legal (Hukum)

Analisis ini menjadi alat yang penting dalam strategi bisnis karena membantu perusahaan dalam mengidentifikasi peluang yang dapat dimanfaatkan serta ancaman yang perlu diantisipasi. Penerapan **PESTEL** tidak hanya berfungsi dalam perencanaan bisnis, tetapi juga dalam pengembangan inovasi, evaluasi risiko, dan pengambilan keputusan strategis agar lebih adaptif terhadap kondisi eksternal yang terus berubah.

1. **Faktor Politik (*Political*)** Faktor ini berkaitan dengan regulasi pemerintah, kebijakan perdagangan, stabilitas politik, pajak, subsidi, hingga peraturan terkait ekspor dan impor. Dalam konteks UMKM briket arang batok kelapa, kebijakan digitalisasi UMKM dan insentif ekspor dapat memberikan peluang untuk memperluas pasar global. Namun, regulasi yang terlalu ketat juga dapat menjadi hambatan bagi UMKM yang ingin berkembang.
2. **Faktor Ekonomi (*Economic*)** Faktor ekonomi mencakup inflasi, suku bunga, nilai tukar mata uang, pertumbuhan ekonomi, dan daya beli masyarakat. Dalam industri briket arang batok kelapa, meningkatnya permintaan global terhadap energi terbarukan menciptakan peluang besar. Namun, fluktuasi nilai tukar rupiah terhadap mata uang asing dapat memengaruhi biaya produksi dan harga jual ekspor.
3. **Faktor Sosial (*Social*)** Faktor sosial mencakup tren konsumsi, perubahan gaya hidup, tingkat pendidikan, dan kesadaran lingkungan. Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap penggunaan bahan bakar ramah lingkungan menjadi salah satu pendorong utama pertumbuhan industri briket arang batok kelapa. Namun, tantangan seperti kurangnya edukasi masyarakat lokal terhadap pemasaran digital masih menjadi kendala bagi UMKM.
4. **Faktor Teknologi (*Technological*)** Faktor ini mencakup inovasi dalam produksi, adopsi teknologi digital, dan ketersediaan infrastruktur teknologi. Penerapan *E-Business* berbasis web dalam UMKM briket arang batok kelapa memberikan kemudahan dalam pemasaran, transaksi, dan pengelolaan stok secara efisien. Selain itu, integrasi teknologi dalam proses produksi juga dapat meningkatkan kapasitas dan kualitas produk.
5. **Faktor Lingkungan (*Environmental*)** Faktor ini mencakup keberlanjutan sumber daya alam, peraturan lingkungan, dan perubahan iklim. Produk briket arang batok kelapa dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil, sehingga memiliki keunggulan kompetitif. Namun, perubahan iklim dan ketersediaan bahan baku bisa menjadi tantangan dalam keberlanjutan bisnis ini.
6. **Faktor Hukum (*Legal*)** Faktor hukum berkaitan dengan peraturan perdagangan, hak kekayaan intelektual, undang-undang ketenagakerjaan, dan kebijakan perlindungan konsumen. UMKM yang ingin masuk ke pasar internasional perlu memahami regulasi ekspor serta standar kualitas produk agar dapat bersaing secara legal di tingkat global.

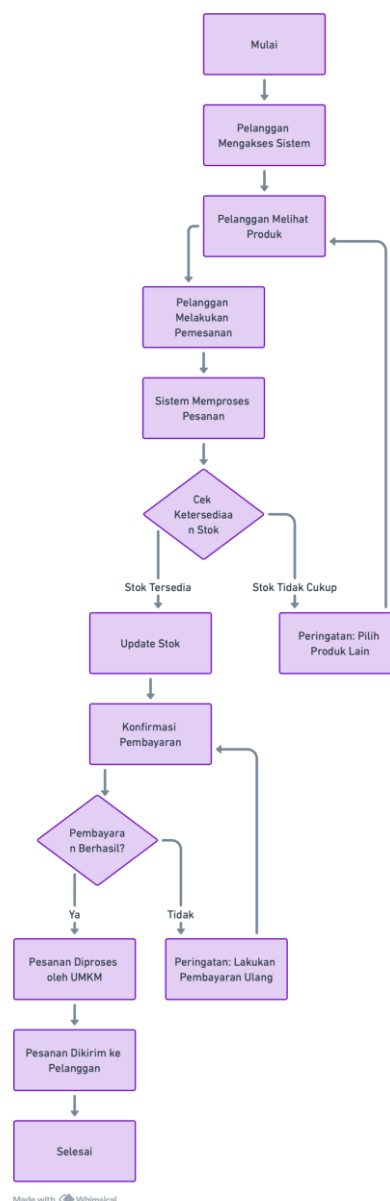
3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan sistem *E-Business* berbasis web yang diperuntukkan bagi UMKM briket arang batok kelapa di Bantul. Model pengembangan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah model **Waterfall**, yang terdiri dari beberapa tahap berurutan, mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan evaluasi.

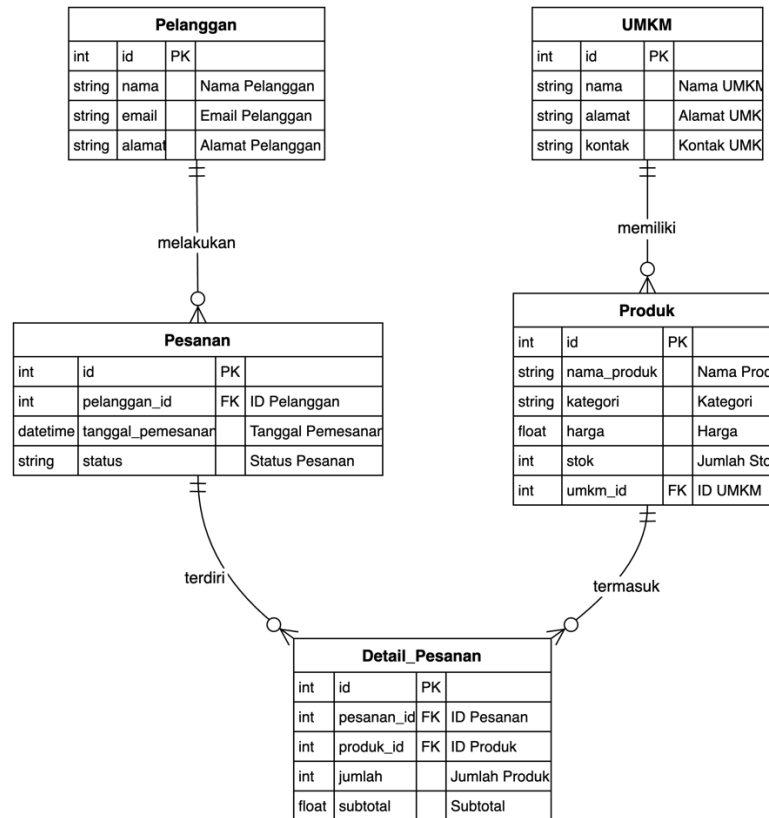
3.1 Tahapan Penelitian

1. Studi Pendahuluan dan Identifikasi Masalah
 - a. Melakukan observasi terhadap UMKM briket arang batok kelapa di Bantul untuk memahami permasalahan yang dihadapi dalam pemasaran, manajemen stok, dan transaksi bisnis.
 - b. Wawancara dengan pelaku UMKM dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan sistem yang sesuai dengan kondisi bisnis mereka.
 - c. Studi literatur dilakukan untuk mengkaji teori terkait *E-Business*, analisis SWOT, PIECES, dan PESTEL guna menentukan faktor yang mempengaruhi pengembangan sistem.
2. Analisis Kebutuhan Sistem (*Requirement Analysis*)
 - a. Menentukan fitur utama sistem berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan UMKM.

- b. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan **SWOT**, **PIECES**, dan **PESTEL** untuk memahami aspek strategis, sistem informasi, serta faktor eksternal yang mempengaruhi implementasi *E-Business*.
3. Perancangan Sistem (*System Design*)
 - a. Menggunakan metode **Unified Modeling Language (UML)** untuk mendokumentasikan struktur dan alur kerja sistem.
 - b. Diagram yang digunakan dalam tahap ini meliputi:
 - Diagram Alur Proses (*Flowchart*) untuk mendeskripsikan langkah-langkah utama dalam transaksi dan manajemen stok.
 - Diagram Entity-Relationship (ER) untuk memodelkan struktur basis data.
 - Diagram Use Case untuk menggambarkan interaksi antara pengguna (UMKM dan pelanggan) dengan sistem.

Gambar 1. Diagram Alur Proses (*Flowchart*)

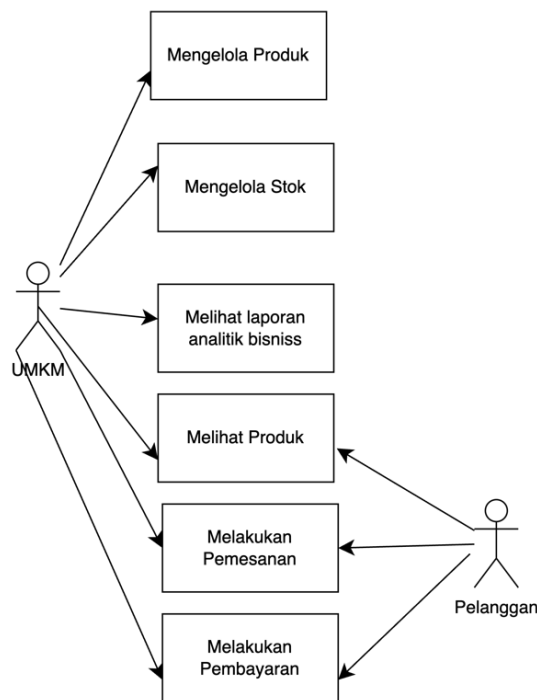
Pada Gambar 1. *Flowchart* ini menggambarkan alur pemesanan dalam sistem *E-Business* UMKM. Pelanggan mengakses sistem, melihat produk, dan melakukan pemesanan. Sistem kemudian memeriksa ketersediaan stok, jika tersedia pesanan dilanjutkan ke tahap pembayaran, jika tidak, pelanggan diminta memilih produk lain. Setelah pembayaran diverifikasi, pesanan diproses dan dikirim ke pelanggan. Jika pembayaran gagal, pelanggan harus melakukan pembayaran ulang. Sistem ini meningkatkan efisiensi UMKM dan memastikan pengalaman belanja yang lebih lancar.



Gambar 2. Diagram *Entity-Relationship* (ER)

Diagram *Entity-Relationship* (ER) ini menggambarkan struktur basis data sistem *E-Business* UMKM. Pelanggan dapat melakukan pesanan, yang terdiri dari beberapa detail pesanan. Produk dikelola oleh UMKM, dan setiap produk memiliki atribut seperti nama, kategori, harga, dan stok. Pesanan mencatat informasi pelanggan, tanggal pemesanan, dan status pesanan. Detail Pesanan menghubungkan pesanan dengan produk serta mencatat jumlah dan subtotal. Relasi antar entitas memastikan integritas data dalam sistem.

Pada Gambar 3. Diagram *Use Case* ini menggambarkan interaksi antara aktor UMKM dan Pelanggan dengan sistem *E-Business*. UMKM dapat mengelola produk, stok, serta melihat laporan analitik bisnis untuk evaluasi kinerja. Pelanggan dapat melihat produk, melakukan pemesanan, dan menyelesaikan pembayaran. Diagram ini menunjukkan peran utama pengguna dan fungsionalitas yang tersedia dalam sistem, membantu mengoptimalkan operasional UMKM dan meningkatkan pengalaman belanja pelanggan.



Gambar 3. Diagram Usecase

4. Pengembangan Sistem (*System Development*)
 - a. Implementasi sistem berbasis web menggunakan bahasa pemrograman dan framework yang sesuai.
 - b. Sistem dikembangkan dengan fitur utama seperti manajemen produk dan stok, pemesanan dan pembayaran online, serta analitik bisnis untuk mendukung pengambilan keputusan UMKM.
5. Pengujian Sistem (*System Testing*)
 - a. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.
 - b. Uji coba sistem dilakukan dengan melibatkan pemilik UMKM untuk mendapatkan umpan balik langsung dari pengguna.
6. Implementasi dan Evaluasi
 - a. Sistem diuji dalam lingkungan bisnis UMKM untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi operasional dan pemasaran.
 - b. Jika ditemukan kendala dalam penggunaan sistem, maka dilakukan perbaikan agar sistem dapat berjalan optimal.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder:

- a. Data Primer: Diperoleh melalui wawancara langsung dengan pemilik UMKM serta hasil uji coba sistem.
- b. Data Sekunder: Berasal dari laporan industri, publikasi ilmiah, serta referensi dari sumber terpercaya mengenai *E-Business* dan UMKM di Indonesia.

3.3 Analisis SWOT

Analisis SWOT merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengevaluasi faktor-faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi keberlanjutan serta daya saing suatu bisnis atau organisasi. Pendekatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kekuatan (Strengths) dan peluang (Opportunities) yang dapat dimanfaatkan secara optimal, sekaligus meminimalkan kelemahan (Weaknesses) serta mengantisipasi ancaman (Threats) yang berpotensi menghambat perkembangan bisnis.

Dalam konteks penelitian ini, analisis SWOT diterapkan untuk memahami posisi strategis UMKM briket arang batok kelapa di Bantul dalam menghadapi dinamika pasar, baik secara lokal maupun internasional. Dengan menggunakan analisis ini, strategi yang tepat dapat dirumuskan untuk meningkatkan daya saing UMKM, mengoptimalkan pemanfaatan teknologi dalam operasional bisnis, serta memperluas jangkauan pemasaran melalui E-Business. Secara umum, SWOT dapat divisualisasikan dalam bentuk matriks berikut:

Tabel 1. Matriks Analisis SWOT

Faktor	Internal	Eksternal
Strengths (Kekuatan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sumber daya lokal melimpah. 2. Produk lebih ramah lingkungan. 3. Proses produksi sederhana dengan biaya rendah. 	Opportunities (Peluang) <ol style="list-style-type: none"> 1. Permintaan tinggi di pasar internasional. 2. Penerapan E-Business dapat memperluas pasar. 3. Kemitraan dengan distributor besar.
Weaknesses (Kelemahan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kapasitas produksi terbatas. 2. Kurangnya pemanfaatan teknologi dalam pemasaran. 3. Manajemen stok masih manual. 	Threats (Ancaman) <ol style="list-style-type: none"> 1. Persaingan dengan produsen besar. 2. Fluktuasi harga bahan baku. 3. Ketergantungan pada pasar ekspor tertentu.

Dengan pendekatan yang lebih komprehensif ini, analisis SWOT tidak hanya menjadi alat identifikasi faktor strategis, tetapi juga sebagai dasar dalam merancang solusi berbasis teknologi untuk meningkatkan daya saing UMKM briket arang batok kelapa di Bantul.

3.4 Analisis PIECES

Analisis PIECES (Performance, Information, Economic, Control, Efficiency, Service) diterapkan untuk mengevaluasi kinerja dan kebutuhan operasional UMKM briket arang batok kelapa dalam pengembangan E-Business. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi isu-isu yang berhubungan dengan kinerja operasional, efisiensi proses, pengelolaan informasi, kontrol proses bisnis, dan kualitas layanan pelanggan. Hasil analisis PIECES menjadi dasar dalam merancang solusi E-Business yang bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan aspek-aspek tersebut di UMKM.

3.5 Analisis PESTEL

Analisis PESTEL (Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal) diterapkan untuk mengkaji faktor-faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pengembangan E-Business di UMKM briket arang batok kelapa. Pendekatan ini membantu mengidentifikasi dampak elemen-elemen politik, ekonomi, sosial, teknologi, lingkungan, dan hukum terhadap kinerja serta pertumbuhan UMKM. Dengan memahami bagaimana faktor-faktor ini memengaruhi usaha, penelitian dapat memberikan rekomendasi yang lebih terarah dalam merancang sistem E-Business yang relevan, selaras dengan kondisi pasar, dan sesuai regulasi yang berlaku.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pengembangan E-Business pada industri rumahan briket arang batok kelapa di Bantul. Metode analisis yang digunakan mencakup SWOT, PIECES, dan PESTEL untuk merancang solusi berbasis teknologi informasi.

4.1 Analisis SWOT

Analisis SWOT dilakukan untuk memahami faktor internal (kekuatan dan kelemahan) serta faktor eksternal (peluang dan ancaman) yang memengaruhi UMKM. Matriks SWOT berikut merangkum hasil analisis:

Tabel 2. Analisis SWOT (S-O)

Faktor Internal (<i>Strengths</i>)	Faktor Eksternal (<i>Opportunities</i>)	Strategi S-O
1. Sumber daya lokal batok kelapa melimpah yang mudah diakses.	1. Potensi besar di pasar internasional untuk bahan bakar ramah lingkungan.	Memanfaatkan bahan baku melimpah untuk meningkatkan produksi sesuai kebutuhan pasar ekspor.
2. Produk lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar lain.	2. Penerapan e-business memungkinkan perluasan pasar melalui platform e-commerce dan digital marketing.	Memasarkan produk ramah lingkungan melalui e-commerce untuk menarik konsumen internasional yang peduli lingkungan.
3. Proses produksi sederhana dan biaya rendah, sehingga harga kompetitif.	3. Peluang menjalin kemitraan dengan distributor besar untuk memperluas jaringan distribusi.	Mengembangkan kerja sama dengan distributor besar untuk meningkatkan distribusi produk ke pasar global.
4. Permintaan briket arang batok kelapa yang terus meningkat di pasar internasional.		Menyediakan varian produk untuk memenuhi kebutuhan pasar internasional yang terus berkembang.

Tabel 3. Analisis SWOT (S-T)

Faktor Internal (<i>Strengths</i>)	Faktor Eksternal (<i>Threats</i>)	Strategi S-T
1. Sumber daya lokal batok kelapa melimpah yang mudah diakses.	1. Persaingan dari produsen besar dengan kapasitas produksi yang lebih tinggi.	Memanfaatkan biaya produksi rendah untuk bersaing dengan produsen besar.
2. Produk lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar lain.	2. Fluktuasi harga bahan baku batok kelapa dapat memengaruhi biaya produksi.	Menggunakan keunggulan ramah lingkungan sebagai nilai jual utama untuk menarik konsumen yang peduli terhadap keberlanjutan.

Faktor Internal (<i>Strengths</i>)	Faktor Eksternal (<i>Threats</i>)	Strategi S-T
3. Proses produksi sederhana dan biaya rendah, sehingga harga kompetitif.	3. Ketergantungan pada pasar ekspor tertentu yang rentan terhadap perubahan tren pasar.	Mengembangkan inovasi produk seperti briket kemasan khusus untuk menarik segmen pasar baru.
4. Permintaan briket arang batok kelapa yang terus meningkat di pasar internasional.		Mengintegrasikan teknologi informasi untuk efisiensi operasional guna menghadapi persaingan global.

Tabel 4. Analisis SWOT (W-O)

Faktor Internal (<i>Weaknesses</i>)	Faktor Eksternal (<i>Opportunities</i>)	Strategi W-O
1. Kapasitas produksi terbatas, sulit memenuhi permintaan pasar besar tanpa investasi lebih.	1. Potensi besar di pasar internasional untuk bahan bakar ramah lingkungan.	Berinvestasi dalam teknologi produksi modern untuk meningkatkan kapasitas produksi guna memenuhi permintaan internasional.
2. Tanpa platform digital, pemasaran hanya terbatas pada pasar lokal.	2. Penerapan e-business memungkinkan perluasan pasar melalui platform e-commerce dan digital marketing.	Membangun platform e-commerce untuk menjangkau konsumen di luar Bantul bahkan hingga pasar internasional.
3. Keahlian dalam manajemen digital dan pemasaran online masih kurang.	3. Peluang menjalin kemitraan dengan distributor besar untuk memperluas jaringan distribusi.	Memberikan pelatihan kepada pelaku UMKM untuk meningkatkan kompetensi dalam pemasaran digital dan manajemen stok berbasis teknologi.
4. Sistem operasional belum terotomatisasi, menyebabkan ketidakefisienan dalam manajemen stok dan pengiriman.		Mengadopsi sistem manajemen stok otomatis untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan efisiensi operasional.

Tabel 5. Analisis SWOT (W-T)

Faktor Internal (<i>Weaknesses</i>)	Faktor Eksternal (<i>Threats</i>)	Strategi W-T
1. Kapasitas produksi terbatas, sulit memenuhi permintaan pasar besar tanpa investasi lebih.	1. Persaingan dari produsen besar dengan kapasitas produksi yang lebih tinggi.	Fokus pada peningkatan kapasitas produksi dengan mengadopsi peralatan modern dan menjaga hubungan dengan pemasok lokal untuk ketersediaan bahan baku.
2. Tanpa platform digital, pemasaran hanya terbatas pada pasar lokal.	2. Fluktuasi harga bahan baku batok kelapa dapat memengaruhi biaya produksi.	Menggunakan strategi pemasaran digital untuk memperluas pasar dan mengurangi ketergantungan pada metode pemasaran konvensional.

3. Keahlian dalam manajemen digital dan pemasaran online masih kurang.	3. Ketergantungan pada pasar ekspor tertentu yang rentan terhadap perubahan tren pasar.	Menyusun strategi mitigasi risiko terhadap fluktuasi harga bahan baku dan diversifikasi pasar untuk mengurangi ketergantungan pada satu wilayah ekspor tertentu.
4. Sistem operasional belum terotomatisasi, menyebabkan ketidakefisienan dalam manajemen stok dan pengiriman.		Meningkatkan efisiensi operasional melalui adopsi teknologi berbasis web untuk mengelola stok dan pengiriman.

4.2 Analisis PEST/PESTEL

Analisis PESTEL digunakan untuk menganalisis faktor eksternal yang memengaruhi pengembangan E-Business pada UMKM briket arang batok kelapa di Bantul. Analisis ini mencakup enam aspek: politik, ekonomi, sosial, teknologi, lingkungan, dan legalitas. Faktor-faktor ini memberikan wawasan mendalam tentang kondisi eksternal yang harus dipertimbangkan dalam merancang dan mengimplementasikan sistem E-Business.

Faktor politik, seperti dukungan pemerintah terhadap digitalisasi UMKM, menciptakan peluang besar untuk memperluas pasar dan meningkatkan daya saing. Dari sisi ekonomi, meningkatnya permintaan global terhadap energi terbarukan menjadi potensi utama, meskipun fluktuasi nilai tukar dapat menjadi kendala. Faktor sosial menunjukkan bahwa tren keberlanjutan semakin diminati, baik di pasar domestik maupun internasional.

Perkembangan teknologi informasi mempermudah implementasi E-Business, sementara inovasi dalam produksi dapat meningkatkan efisiensi. Dari sisi lingkungan, penggunaan limbah kelapa sebagai bahan baku mendukung keberlanjutan. Namun, faktor legal, seperti aturan ekspor dan perlindungan konsumen, memerlukan perhatian khusus agar bisnis dapat berjalan sesuai regulasi. Berikut adalah hasil analisis PESTEL dalam bentuk tabel:

Tabel 6. Analisis PESTEL

Kategori	Faktor	Dampak
Politik	- Dukungan kebijakan digitalisasi UMKM melalui PP No. 7 Tahun 2021.	Membuka peluang pengembangan E-Business untuk UMKM, mempermudah akses pasar digital.
	- Regulasi ekspor produk ramah lingkungan.	Mendukung kelancaran distribusi produk ke pasar internasional.
Ekonomi	- Permintaan global terhadap produk ramah lingkungan semakin meningkat.	Memberikan peluang ekspansi ke pasar internasional.
	- Fluktuasi nilai tukar mata uang.	Dapat memengaruhi profitabilitas ekspor dan biaya produksi.
Sosial	- Kesadaran konsumen terhadap produk yang ramah lingkungan terus bertumbuh.	Memperluas pasar, terutama di negara-negara yang peduli keberlanjutan.
	- Adopsi teknologi digital oleh masyarakat lokal semakin meningkat.	Meningkatkan potensi penjualan melalui e-commerce.

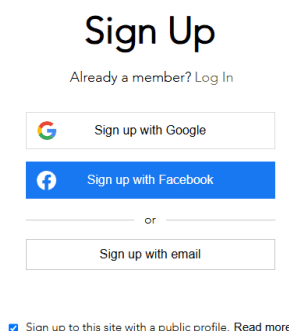
Kategori	Faktor	Dampak
Teknologi	-Perkembangan teknologi informasi yang mendukung implementasi E-Business.	Mempermudah pengelolaan stok, pemasaran digital, dan transaksi berbasis web.
	- Inovasi dalam proses produksi briket arang.	Meningkatkan efisiensi dan kualitas produk, menjadikan produk lebih kompetitif.
Lingkungan	- Penggunaan limbah kelapa sebagai bahan baku mendukung pengelolaan lingkungan.	Mengurangi limbah organik dan mendukung keberlanjutan lingkungan.
	- Tren global terhadap produk ramah lingkungan.	Membuka peluang ekspor ke pasar internasional yang fokus pada keberlanjutan.
Legalitas	- Peraturan terkait perlindungan konsumen dalam transaksi digital.	Menjamin kepercayaan pelanggan terhadap sistem E-Business.
	- Regulasi lingkungan yang ketat di pasar internasional.	Memerlukan kepatuhan tinggi agar produk dapat diterima di pasar global.

4.3 Jenis Perancangan E-Business pada UMKM Briket Arang Batok Kelapa

Berdasarkan hasil analisis SWOT, PIECES, dan PESTEL pada penelitian ini, jenis perancangan E-Business yang diusulkan untuk UMKM briket arang batok kelapa di Bantul adalah pembuatan platform berbasis web. Platform ini dirancang untuk mendukung aktivitas operasional, pemasaran, dan penjualan produk secara lebih modern dan efisien.

4.4 Hasil Perancangan E-Business pada UMKM Briket Arang Batok Kelapa

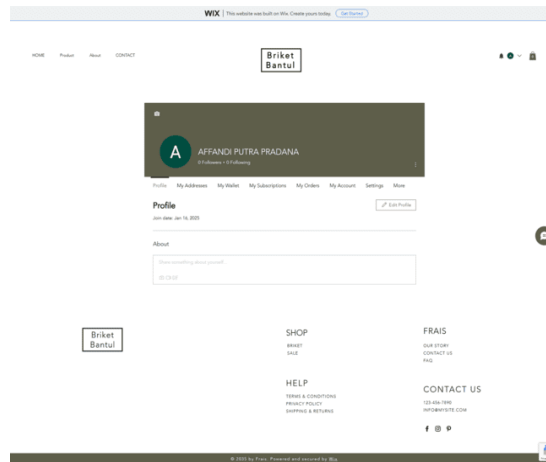
Hasil dari penelitian ini adalah sebuah website E-Business yang sepenuhnya berfungsi, dirancang untuk mendukung kebutuhan UMKM briket arang batok kelapa di Bantul. Website ini mengintegrasikan berbagai fitur utama yang mendukung pengelolaan bisnis, pemasaran, dan transaksi secara digital.



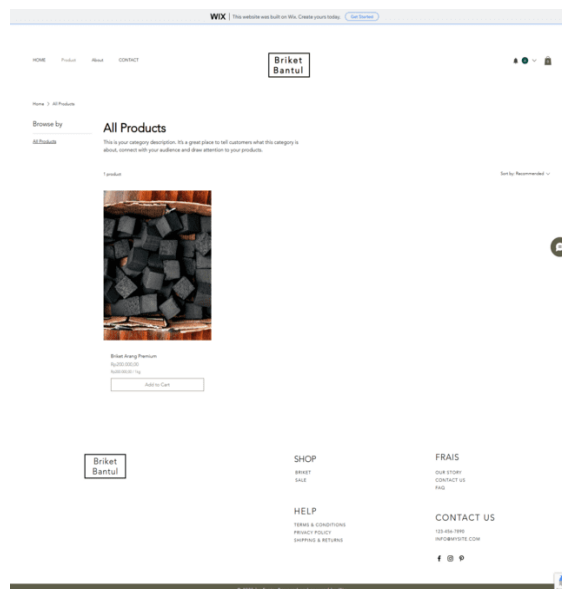
Gambar 4. Halaman Login

Pada Gambar 4, Halaman login berfungsi sebagai gerbang masuk pengguna ke sistem E-Business. Pengguna dapat memasukkan kredensial seperti nama pengguna dan kata sandi untuk mengakses fitur yang sesuai dengan hak akses mereka. Halaman pada Gambar 5. menampilkan

informasi profil pengguna, seperti nama, email, dan riwayat aktivitas. Fitur ini membantu pengguna memverifikasi informasi pribadi mereka dan memperbarui data jika diperlukan.

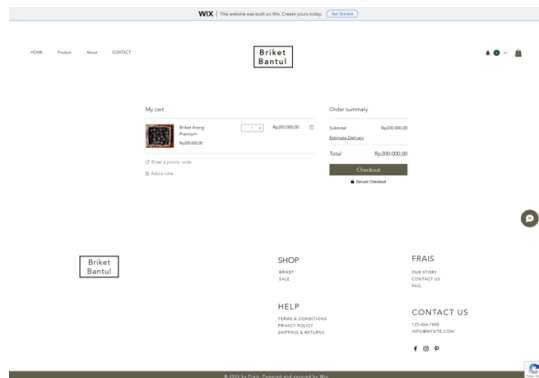


Gambar 5. Halaman Profil

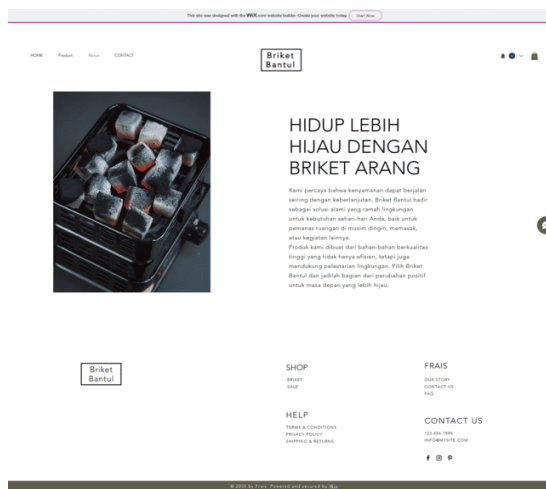


Gambar 6. Halaman Produk

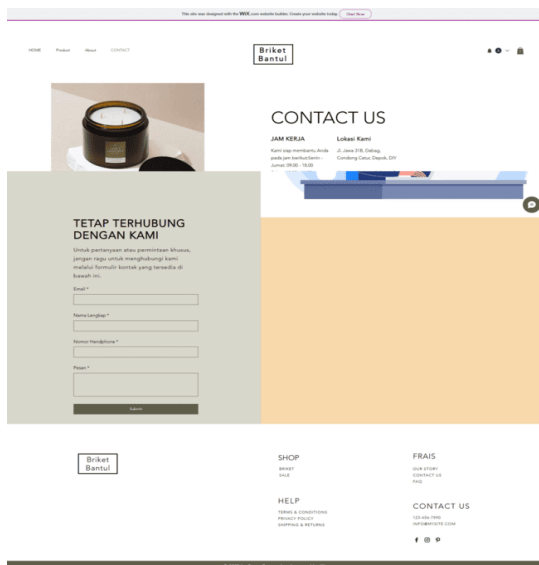
Pada Gambar 6. Halaman ini menyediakan daftar produk briket arang batok kelapa yang tersedia. Setiap produk dilengkapi dengan gambar, deskripsi, harga, dan stok yang memudahkan pelanggan memilih produk yang diinginkan. Dan pada Gambar 7. Halaman keranjang memungkinkan pengguna untuk melihat produk yang telah dipilih untuk pembelian. Fitur ini mencakup total harga dan opsi untuk menambahkan atau menghapus item sebelum melanjutkan ke pembayaran. Pada Gambar 8, Halaman ini memberikan informasi tentang UMKM, termasuk sejarah perusahaan, misi, visi, dan tujuan. Hal ini penting untuk membangun kepercayaan pelanggan terhadap bisnis. Pada Gambar 9, Halaman ini menyediakan informasi kontak, seperti nomor telepon, email, dan alamat fisik UMKM. Formulir kontak juga disertakan untuk mempermudah komunikasi langsung dengan pelanggan.



Gambar 7. Halaman Keranjang

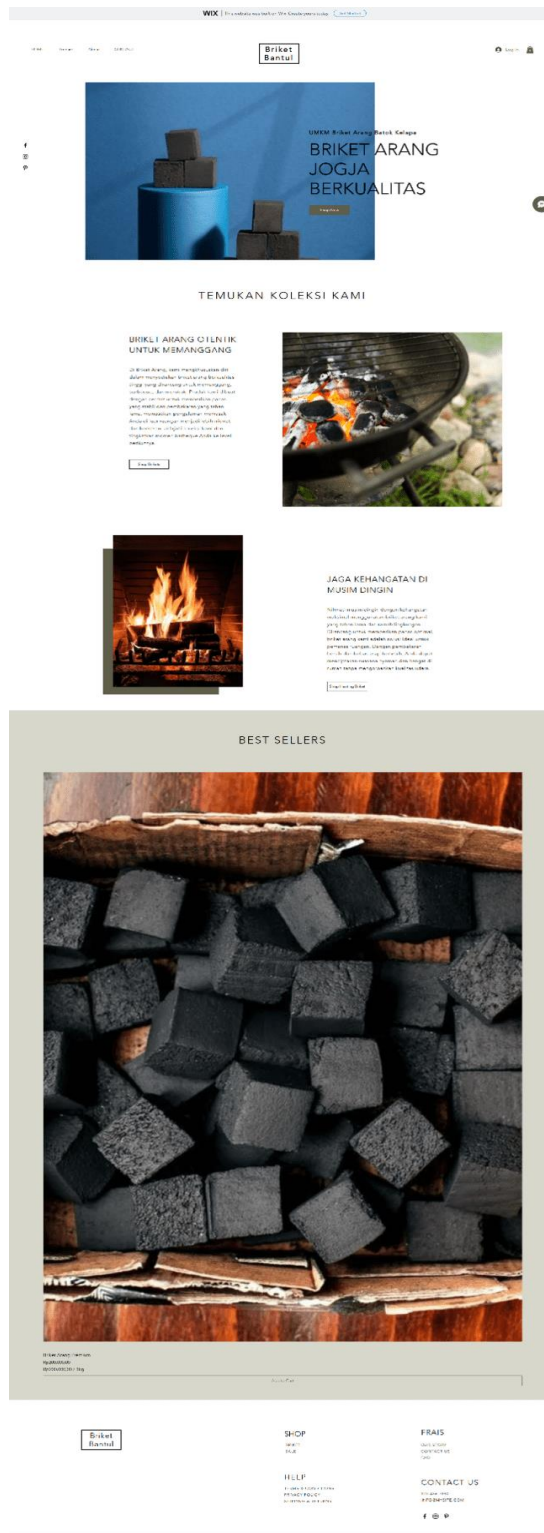


Gambar 8. Halaman About



Gambar 9. Halaman About

Gambar 10 merupakan Halaman utama yang menyambut pengunjung. Halaman ini biasanya menampilkan promosi, produk unggulan, dan informasi terbaru tentang UMKM.



Gambar 10. Halaman Depan Beranda

Tabel 7. Hasil Pengujian Black Box Testing

No	Fitur yang Diuji	Pengujian	Hasil
1	Manajemen Produk & Stok	UMKM menambah, mengedit, dan menghapus produk serta memperbarui stok.	Berfungsi dengan baik.
2	Melihat Produk	Pelanggan mengakses daftar produk dan melihat detailnya.	Tampilan produk sesuai data.
3	Melakukan Pemesanan	Pelanggan memilih produk, menambah ke keranjang, dan checkout.	Pesanan berhasil diproses.
4	Pembayaran Online	Pelanggan melakukan pembayaran melalui metode yang tersedia.	Transaksi berhasil diverifikasi.
5	Laporan Analitik Bisnis	UMKM mengakses laporan penjualan dan analitik bisnis.	Data laporan tampil akurat.

Pada Tabel 7. hasil pengujian, seluruh fitur sistem *E-Business* berfungsi dengan baik tanpa error, memastikan kesiapan sistem untuk digunakan oleh UMKM dalam mengoptimalkan operasional dan pemasaran produk mereka.

5 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan E-Business pada UMKM briket arang batok kelapa di Bantul, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem berbasis web telah berhasil menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan operasional, khususnya dalam alur penjualan, pengelolaan stok, dan pengembangan pasar yang sebelumnya dilakukan secara konvensional. Website E-Business yang dirancang menggunakan analisis SWOT, PIECES, dan PESTEL ini disesuaikan dengan kebutuhan dan tantangan yang dihadapi oleh UMKM. Sistem ini mendukung proses bisnis dengan efisiensi yang lebih tinggi serta jangkauan pasar yang lebih luas, baik lokal maupun internasional.

Melalui implementasi website ini, UMKM dapat memanfaatkan fitur seperti manajemen akun pelanggan, transaksi online, dan dukungan pelanggan untuk meningkatkan komunikasi antara pelaku UMKM dan konsumen. Pendekatan ini memberikan peluang signifikan bagi UMKM untuk bersaing di pasar global, terutama dengan mengedepankan produk ramah lingkungan yang saat ini diminati. Selain itu, sistem ini membantu UMKM mengatasi berbagai tantangan, seperti fluktuasi pasar dan persaingan dengan produsen besar.

Ke depan, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan fitur-fitur yang ada, seperti integrasi dengan marketplace global, optimasi mesin pencari (SEO), serta pengembangan aplikasi mobile agar dapat menjangkau lebih banyak pelanggan dan meningkatkan loyalitas konsumen. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi pengembangan E-Business di sektor UMKM lainnya, sehingga mendukung pertumbuhan ekonomi lokal dan mempersiapkan UMKM menghadapi tantangan di era digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Albalkhi, A. N., & Komalasari, R. (2024). Sistem Informasi Penjualan (E-Commerce) UMKM DANISA Collection. *SisInfo*, 6(1).
- Dewi, I. S. (2020). PERANCANGAN E-BUSSINES PADA USAHATANI RAKYAT BERWAWASAN KERAJINAN LIMBAH AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) GARUT JAWA BARAT. *Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas*, 13(1). <https://doi.org/10.33005/sibc.v13i1.1721>
- Dr. Khusna Widhyahrini, S. Pd., M. Si. (2020). *PENGEMBANGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA SEDERHANA UNTUK PEMBUATAN BRIKET KOMPOSIT DARI LIMBAH ORGANIK* (S. Si., M. Si. Dr. Peni Susapti, Ed.). Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) IAIN Salatiga.

- Esthiningtyas, G., & Prasetyaningrum, P. T. (2020). Penerapan Algoritma C4. 5 Untuk Menentukan Persediaan Obat (Studi Kasus Di RS Bethesda Yogyakarta). *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, 1(1), 25–33.
- Fauzan, N., Manurung, S. K., Saputra, F. P., & Prasetyaningrum, P. T. (2024). Analisis dan Perancangan Website E-Business Undangan Pernikahan Digital. *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, 5(1), 238–247.
- Lewoema, S. L. Z., Larasaty, R., & Prasetyaningrum, P. T. (2024). Implementasi Customer Relationship Management (CRM) Berbasis Website Pada Satu Potret Fotografi. *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, 4(2), 137–143.
- Lewoema, S. L. Z., Prayuda, A., Riski, M. A., & Prasetyaningrum, T. (2023). PERANCANGAN WEBSITE E-BUSINESS DENGAN METODE ANALISIS SWOT DAN PEST DI KEDAI S'AJIAN NDESO. In *Journal of Computer Science and Technology JCS-TECH* (Vol. 3, Issue 1).
- Mukti, A., Yuliyanto, P., & Prasetyaningrum, P. T. (2023). Perancangan E-Business pada UMKM DJADIBATIK. *Journal of Computer Science and Technology (JCS-TECH)*, 3(1), 9–16.
- Peppard, J., & Ward, J. (2004). Beyond strategic information systems: towards an IS capability. *The Journal of Strategic Information Systems*, 13(2), 167–194.
- Prasetyaningrum, P. T., Wicaksono, A. R., & Nurrofiq, H. (2023). Transformasi Pelayanan Pelanggan: Implementasi E-Crm Pada Bisnis Teh Nusantara Berbasis Website. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 14(4), 368–376.
- Puja, P. W. N., Sya'bani, K. S. S., & Prasetyaningrum, P. T. (2023). Sistem E-Pelayanan Pengajuan Surat dan Pengaduan Masyarakat pada Kelurahan Caturtunggal. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 190–196.
- Rosyada, M., & Wigiawati, A. (2020). Strategi survival UMKM Batik Tulis Pekalongan di tengah pandemi COVID-19 (studi kasus pada “Batik Pesisir” Pekalongan). *Jurnal Bisnis Dan Kajian Strategi Manajemen*, 4(2).
- Taqwa, P., Jean, D., Sihombing, C., Bata, J., Informasi, S., Mercubuana, U., Informatika, M. T., Atma, U., Yogyakarta, J., Pariwisata, S. B., & Utara, P. S. (2015). Model Social CRM Sebagai Strategi Bisnis Pariwisata Provinsi Sumatera Utara. *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, 2015(November), 245–251.
- Ubaidillah, M. (2020). Menjaga keberlangsungan UMKM pada masa wabah Covid-19. *Inventory : Jurnal Akuntansi*, 4(1), 14–21.

Intrusion Detection System Menggunakan Snort dan Telegram Sebagai Media Notifikasi

Danu Satin S, Wahyuddin, Ahmad Kautsar, Agus Setyawan

Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Serang Raya
Email: danu_s@gmail.com; wahyu.unsera@gmail.com; akautsar@gmail.com;
agus.setyawan.unsera@gmail.com.

Diterima:
21 Januari 2025

Diterima Setelah Revisi:
13 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Intrusion Detection System (IDS) merupakan perangkat atau mekanisme yang dirancang untuk memantau, menganalisis, dan mendeteksi aktivitas mencurigakan dalam jaringan atau sistem komputer, serta melindungi infrastruktur teknologi informasi dari ancaman keamanan seperti serangan siber dan akses tidak sah. Snort, sebagai salah satu solusi IDS, mampu menganalisis lalu lintas jaringan secara real-time dan mendeteksi berbagai ancaman, seperti buffer overflow, port scanning, dan serangan DoS. Penelitian ini menggunakan kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang diterapkan pada jaringan komputer. Pengujian awal memanfaatkan integrasi Bot Telegram untuk memberikan notifikasi serangan, sedangkan pengujian akhir menilai kemampuan Snort dalam mendeteksi serangan lainnya, seperti DoS, FTP login, dan port scanning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa IDS Snort efektif mendeteksi berbagai tipe serangan dengan sistem operasi penyerang yang berbeda, termasuk serangan Port Scan, Ping of Death, FTP, TCP Synflood, dan Denial of Service. Hal ini mengukuhkan Snort sebagai solusi penting dalam meningkatkan keamanan jaringan di era digital.

Kata Kunci: Intrusion Detection System, IDS, Snort, Keamanan Jaringan, Serangan Siber.

Abstract

Intrusion Detection System (IDS) is a device or mechanism designed to monitor, analyze, and detect suspicious activities within a network or computer system, protecting IT infrastructure from security threats such as cyberattacks and unauthorized access. Snort, as one of the IDS solutions, is capable of analyzing network traffic in real-time and detecting various threats, including buffer overflow, port scanning, and DoS attacks. This study employs a combination of hardware and software implemented in a computer network. Initial testing utilized Telegram Bot integration to deliver attack notifications, while the final testing evaluated Snort's capability to detect other types of attacks, such as DoS, FTP login, and port scanning. The results demonstrate that the Snort IDS effectively detects various types of attacks with different attacker operating systems, including Port Scan, Ping of Death, FTP, TCP Synflood, and Denial of Service attacks. These findings establish Snort as an essential solution for enhancing network security in the digital era.

Keywords: Intrusion Detection System, IDS, Snort, Network Security, Cyberattacks.

1 PENDAHULUAN

Sistem Deteksi Intrusi (*Intrusion Detection System*, IDS) merupakan salah satu komponen penting dalam keamanan jaringan komputer. IDS berfungsi untuk memantau dan menganalisis aktivitas jaringan guna mendeteksi adanya intrusi atau pelanggaran kebijakan yang dapat membahayakan sistem. Dengan meningkatnya kompleksitas serangan siber, penting bagi organisasi untuk mengimplementasikan IDS yang efektif dan efisien untuk melindungi aset digital mereka (Widodo & Aji, 2022);(Jain & Wao, 2023).

IDS dapat dibedakan menjadi dua kategori utama: *Network-based Intrusion Detection Systems* (NIDS) dan *Host-based Intrusion Detection Systems* (HIDS). NIDS menganalisis lalu lintas jaringan untuk mendeteksi serangan, sedangkan HIDS memantau aktivitas pada sistem individu. Keduanya memiliki pendekatan yang berbeda dalam mendeteksi intrusi, dan sering kali digunakan secara bersamaan untuk meningkatkan keamanan (Pramila & Gayathri, 2022); (Alviana & Sumitra, 2018). Dalam konteks ini, teknologi pembelajaran mesin dan algoritma canggih, seperti *Neural Networks* dan *Random Forest*, telah diadopsi untuk meningkatkan akurasi deteksi intrusi (Ho et al., 2021); (Putri et al., 2021).

Salah satu tantangan utama dalam implementasi IDS adalah kemampuan untuk memberikan notifikasi secara real-time kepada administrator jaringan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem yang tidak mampu memberikan peringatan tepat waktu dapat menyebabkan serangan tidak terdeteksi, sehingga memberikan celah bagi peretas untuk mengeksploitasi sistem (Purnama, 2023); (Riza, 2022). Oleh karena itu, pengembangan metode notifikasi yang lebih baik, seperti penggunaan aplikasi pesan instan, telah diusulkan untuk meningkatkan respons terhadap ancaman (Purnama, 2023).

Selain itu, IDS juga harus mampu mendeteksi serangan yang belum dikenal atau varian dari serangan yang sudah ada. Pendekatan tradisional sering kali tidak cukup untuk menangani ancaman baru yang muncul, sehingga diperlukan metode yang lebih adaptif dan canggih (Zhu, 2019); (Majidpour & Hasanzadeh, 2020). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan algoritma pembelajaran mendalam (*deep learning*) dapat meningkatkan kemampuan IDS dalam mendeteksi serangan yang kompleks dan beragam (Majidpour & Hasanzadeh, 2020); (Simanjuntak, 2024). Dalam konteks keamanan siber yang lebih luas, IDS berfungsi sebagai garis pertahanan pertama dalam melindungi sistem dari berbagai ancaman, mulai dari pencurian data hingga serangan yang merusak infrastruktur digital. Dengan meningkatnya ketergantungan pada teknologi informasi, penting bagi organisasi untuk terus memperbarui dan meningkatkan sistem deteksi intrusi mereka agar tetap efektif dalam menghadapi ancaman yang terus berkembang (Maulani, 2023).

Intrusion Detection System (IDS) memiliki peran vital dalam menjaga keamanan jaringan dari berbagai ancaman siber. Snort dapat menganalisis lalu lintas jaringan secara real-time, mendeteksi potensi ancaman seperti serangan *buffer overflow*, *port scanning*, dan akses tidak sah. Dengan kombinasi keandalan, efisiensi, dan kemampuan adaptasi, Snort menjadi salah satu solusi IDS yang sangat penting untuk meningkatkan keamanan jaringan di era digital.

2 KAJIAN PUSTAKA

Sistem Deteksi Intrusi (IDS) memantau lalu lintas data yang melewati jaringan dan bertindak apabila mendeteksi adanya aktivitas yang tergolong sebagai ancaman atau penyusupan. IDS bekerja berdasarkan daftar pola atau tanda tangan serangan yang mencerminkan sistem sedang berada di bawah ancaman atau telah terjadi insiden keamanan. IDS memberikan lapisan pertahanan awal yang esensial dalam menghadapi potensi serangan siber. Ketika upaya akses tidak sah dilakukan terhadap server jaringan, bukti aktivitas tersebut dapat tercatat dalam log sistem, meskipun penyerang berpengalaman sering mencoba menghapus jejak tersebut.

IDS berbasis host memantau aktivitas mencurigakan di setiap sistem, sementara IDS jaringan dapat mendeteksi serangan seperti fragmentasi paket data dengan memeriksa log lalu lintas.

Walaupun deteksi intrusi secara *real-time* mungkin masih sulit dicapai sepenuhnya, IDS berperan penting sebagai alarm awal terhadap serangan, memungkinkan respons cepat, pencegahan kerusakan, dan pemberitahuan kepada pengguna serta penyimpanan data yang aman.

Snort memiliki arsitektur modular yang memungkinkan integrasi berbagai teknik deteksi, termasuk analisis protokol, pencarian konten, dan analisis lalu lintas (Dharma, 2023), (Widiyanto, 2022). Dengan kemampuan ini, Snort dapat beradaptasi dengan berbagai jenis serangan yang terus berkembang, di mana penyerang sering kali memodifikasi taktik mereka untuk menghindari deteksi (Khraisat & al., 2019). Selain itu, Snort juga dapat berfungsi sebagai sistem pencegahan intrusi (*Intrusion Prevention System - IPS*), yang tidak hanya mendeteksi tetapi juga dapat mengambil tindakan untuk menghentikan serangan yang terdeteksi (Widiyanto, 2022);(Tasneem & al., 2018).

Dalam penerapannya, Snort telah digunakan dalam berbagai lingkungan, termasuk sistem kontrol industri (*Industrial Control Systems - ICS*) dan komputasi awan (*cloud computing*). Dalam konteks ICS, Snort dapat disesuaikan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh jaringan yang terisolasi, sehingga memberikan keamanan yang lebih baik tanpa mengganggu integritas operasional (Chen, 2024). Di lingkungan cloud, Snort dapat diintegrasikan dengan langkah-langkah keamanan lainnya untuk memberikan perlindungan menyeluruh terhadap ancaman berbasis jaringan (Muhammad, 2023).

Evaluasi kinerja Snort menunjukkan bahwa meskipun efektif dalam mendeteksi berbagai jenis serangan, ia mungkin menghadapi tantangan dalam lingkungan jaringan berkecepatan tinggi dibandingkan dengan IDS lain seperti *Suricata*, yang dapat menangani *throughput* lebih besar dengan konsumsi sumber daya yang lebih rendah (Shah & Issac, 2018); (Hu & al., 2020). Namun, popularitas *Snort* tetap tinggi di kalangan organisasi karena kemampuannya yang kuat dalam deteksi dan dukungan komunitas yang luas yang terus memperbarui aturan dan fitur (Dharma, 2023), (Abdulrezzak & Sabir, 2023).

2.1 Komponen Snort

Snort dibagi kedalam beberapa komponen, komponen tersebut bekerjasama untuk mendeteksi serangan yang berbeda dan untuk menghasilkan keluaran pada format yang diinginkan pada sistem deteksi.

1. Dekoder Paket

Dekoder paket mengambil paket dari beberapa jenis jaringan yang berbeda antarmuka jaringan dan mempersiapkan paket untuk di proses atau di kirim menuju *detection engine*. Antarmukanya dapat berupa *Ethernet*, SLIP, PPP dan yang lain.

2. *Preprocessor*

Preprocessor merupakan komponen atau *plug-ins* yang dapat digunakan pada snort untuk menyusun atau mengubah paket data sebelum *detection engine* melakukan beberapa operasi untuk mencari informasi jika paket digunakan oleh penyusup. *Preprocessor* pada snort dapat mendekode-kan URL HTTP, men-defragmentasi paket, menggabungkan kembali aliran TCP dan yang lain. Fungsi ini merupakan bagian yang sangat penting pada sistem deteksi intrusi.

3. *Detection Engine*

Detection engine merupakan bagian dari snort yang sangat bergantung pada waktu tanggap. Waktu tanggap merupakan waktu yang dibutuhkan untuk merespon paket, hal ini bergantung pada seberapa bagus server yang ada dan seberapa banyak *rules* yang telah didefinisikan. Berikut hal-hal yang mempengaruhi waktu tanggap pada *detection engine* : jumlah *rules*, kekuatan mesin pada sistem, kecepatan bus internal server snort, dan beban pada jaringan

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah salah satu jenis komputer *single board* seukuran kartu kredit yang di kembangkan di Inggris. *Raspberry Pi* dikenalkan oleh yayasan yang dikenal sebagai *Raspberry Pi*

Foundation. Disebut single board karena semua komponen yang di butuhkan komputer seperti prosesor, memory dan lainnya ada dalam satu papan tunggal. *Raspberry Pi* dikembangkan dengan teknik SOC (*System on Chip*) sehingga ukurannya menjadi lebih kecil dan ringkas.



Gambar 1. Raspberry Pi
sumber: en.wikipedia.org

2.3 Telegram Bot

Telegram bot adalah sebuah bot atau robot virtual chat yang diprogram secara khusus dengan berbagai perintah untuk menjalankan serangkaian instruksi yang diberikan oleh pengguna. Terdapat dua jenis:

1. Bot API

Bot resmi yang disediakan oleh developer telegram yang merupakan entity tersendiri bot dengan api ini mempunyai kelebihan menerima dan menjalankan perintah dengan batasan yang sudah di tentukan oleh telegram.

2. Bot Prototype

Bot yang tidak disupport oleh pihak telegram, bot ini di jalankan menggunakan aplikasi *client telegram*/ aplikasi telegram yang sering kita pakai dan menggunakan user resmi, seperti akun telegram kita yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga seolah-olah bot tersebut adalah sebuah user biasa.

3 METODE PENELITIAN

3.1 Alat yang digunakan

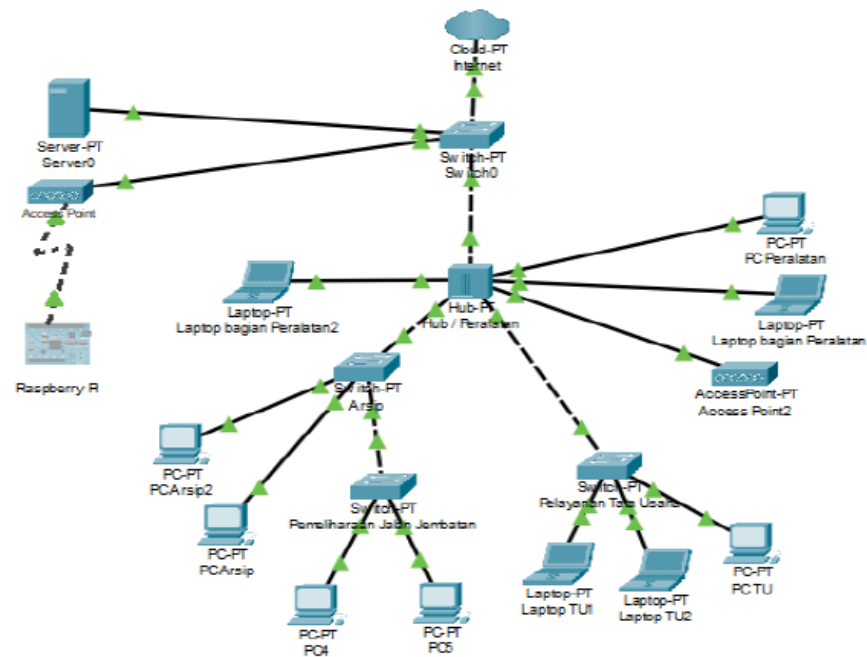
Tabel 1. Alat Penelitian

No	Perangkat Keras/Hardware
1	Laptop (untuk test pengujian Traffic data)
2	PC Dekstop (untuk notifikasi via telegram)
3	Kabel jaringan
4	Hp android (untuk notifikasi via Telegram)
5	Raspberry Pi (untuk pemasangan aplikasi)
6	Switch Portable

Tabel 2. Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak/Software
1	Ubuntu
2	Snort
3	Telegram
4	Aplikasi Pen Tester Jaringan

3.2 Topologi Jaringan



Gambar 2. Topologi Jaringan

3.3 Rancangan Aplikasi

Program Snort IDS dan program Bot Telegram dipasang pada Komputer 1 dan dijadikan system keamanan jaringan IDS Snort, dengan langkah sebagai berikut :

1. Instalasi IDS Snort pada Komputer 1.
2. Lakukan konfigurasi *interface*
3. Buat bot telegram
4. Konfigurasi Snort
5. Konfigurasi *Rule Path*
6. Konfigurasi *Local Rules*
7. Konfigurasi *Nmap Rules*
8. Konfigurasi *Snort Debian*
9. Verifikasi Konfigurasi
10. Konfigurasi Program *bot bash*
11. Membuat hak Akses *Permission*

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Awal

Pengujian awal yang dilakukan adalah dengan melakukan pengecekan fungsi dari Bot Telegram ketika terjadi serangan saat Snort diaktifkan.

```

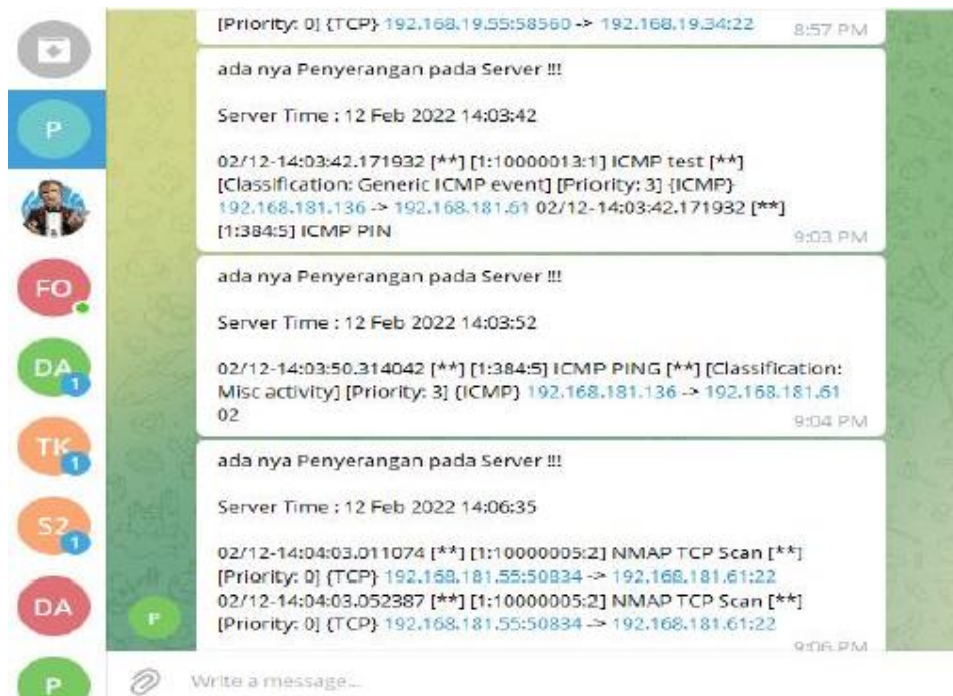
https://ubuntu.com/blog/micro-os-memory-optimisation
* Canonical Livepatch is available for installation.
- Reduce system reboots and improve kernel security. Activate at:
  https://ubuntu.com/livepatch
80 packages can be updated.
2 updates are security updates.
New release '20.04.2 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Thu Feb 17 05:55:44 2022
danu@danuserver:~$ sudo su
[sudo] password for danu:
root@danuserver:~# ls
log-tele.txt snort-telegram telegram
root@danuserver:~# cd /snort.telegram
bash: cd: /snort.telegram: No such file or directory
root@danuserver:~# cd /snort-telegram
bash: cd: /snort-telegram: No such file or directory
root@danuserver:~# cd snort-telegram
root@danuserver:~# clear
root@danuserver:~# cd /home/danu/snort-telegram
root@danuserver:~# ./bot-tele.sh
{"ok":true,"result":{"message_id":39,"from":{"id":1901459171,"is_bot":true,"first_n
ame":"project01","username":"projecttt01_bot"},"chat":{"id":-575604204,"title":"pro
jecttt01","type":"group","all_members_are_administrators":true},"date":1645078010,"
text":"ada nya Penyerangan pada Server !!!\n\nServer Time : 17 Feb 2022 06:06:51\n\n
02/17-00:54:56.075312 [**] [1:10000005:2] NMAP TCP scan [**] [Priority: 0] (TCP) 1
92.168.116.55:51314 -> 192.168.116.61:22 02/17-00:54:56.096468 [**] [1:10","entitie
s":[{"offset":154,"length":20,"type":"url"},{"offset":178,"length":17,"type":"url"}
]}Alert: Terkirim
    
```

Gambar 3. Snort Status Aktif

Hasil yang diperoleh dalam percobaan fungsi dari bot telegram saat terjadinya penyerangan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian ping ICMP TEST pada IP Target untuk melihat apakah bot telegram sudah berjalan atau tidak dengan cara melihat hasil Log dan Notifikasi dari Bot Telegram. Saat dilakukan perintah “ping”, jika konfigurasi sesuai maka akan terlihat Log pada Snort dan Notifikasi di telegram.



Gambar 4. Notifikasi Alert.

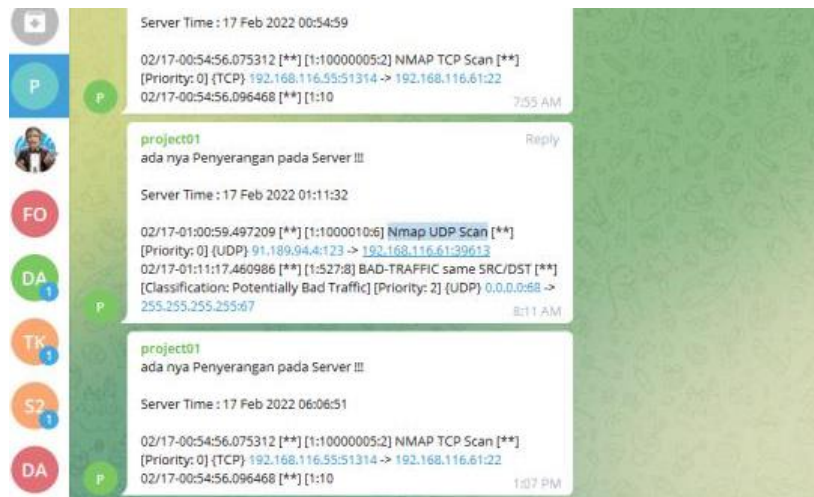
2. Pegujian serangan ICMP Ping dan Port Scan pada program Snort untuk melihat apakah berhasil atau tidaknya program snort mendeteksi jenis serangan seperti ICMP Ping dan Port Scan. Saat terdeteksi adanya penyerangan, jika konfigurasi benar maka snort akan menampilkan Log Alert dan langsung mengirim notifikasi ke telegram.

2. Pengujian kedua adalah pengujian serangan *Denial of Service* (DOS) dengan menggunakan program *Low Orbit Ion Cannon* (LOIC). Program Loic ini dipasang pada *system* operasi windows. Berikut adalah hasil dari pengujian serangan dos menggunakan program Loic:



Gambar 7. Hasil Pengujian *Denial of Service*

Hasil pengujian serangan DoS menggunakan program Loic dapat dilihat pada gambar 7. Pada pengujian *Denial of Service*, snort berhasil mendeteksi serangan DoS yang berasal dari *system* operasi windows ditandai oleh adanya pemberitahuan *alert* pada *log snort* yang kemudian disusul dengan adanya notifikasi dari telegram bahwa telah terjadi penyerangan. Berikut detail notifikasi yang dihasilkan oleh serangan DoS :



Gambar 8. Detail Notifikasi Pengujian *Denial of Service*

Dalam konteks lalu lintas jaringan yang tinggi, Snort menunjukkan performa yang bervariasi tergantung pada konfigurasi dan lingkungan operasionalnya. Sebuah studi menunjukkan bahwa Snort dapat berfungsi dengan baik dalam mengidentifikasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) dalam jaringan yang berbasis Software Defined Networking (Chouikik et al., 2024) , bahwa Snort mampu menangkap data sebelum dan sesudah serangan DDoS, yang menunjukkan kemampuannya dalam mendeteksi dan merespons ancaman secara real-time. Aturan dalam *Snort* dapat mempengaruhi kecepatan deteksi serangan. Semakin banyak aturan yang digunakan, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh Snort untuk memproses lalu lintas jaringan dan

mendeteksi serangan. Konsumsi sumber daya *Snort* dapat bervariasi tergantung pada spesifikasi perangkat yang digunakan. Secara umum, *Snort* memerlukan sumber daya yang cukup untuk menjalankan proses deteksi dan analisis lalu lintas jaringan. Perbandingan efektivitas deteksi *Snort* dengan IDS lain seperti Suricata atau Zeek dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor seperti konfigurasi sistem, jenis serangan yang diuji, dan kompleksitas lalu lintas jaringan yang dianalisis. Pada perangkat dengan spesifikasi rendah, *Snort* mungkin memerlukan lebih banyak sumber daya CPU dan RAM untuk menjalankan proses deteksi dan analisis. Hal ini dapat menyebabkan kinerja perangkat menjadi lambat dan tidak responsif.

5 SIMPULAN

Hasil dari pengujian awal dan pengujian akhir menunjukkan sistem keamanan jaringan IDS *Snort* dapat mendeteksi berbagai tipe penyerangan dengan *operating system* penyerang yang berbeda. Jenis serangan yang dapat dideteksi antara lain adalah *Port Scan*, *Ping of Death*, *File Transfer Protocol*, *TCP Synflood*, *Denial of Service*.

Sistem keamanan jaringan beroperasi non-stop selama 24 jam dan mampu mengirimkan notifikasi alert melalui telegram jika ada serangan terdeteksi. Dengan adanya fitur ini, administrator dapat segera merespons dan mengambil langkah pencegahan yang diperlukan terhadap server yang terancam. Keberadaan sistem ini menjadi krusial dalam menjaga keamanan infrastruktur digital, memastikan bahwa setiap ancaman dapat diidentifikasi secara cepat dan diatasi sebelum dapat menyebabkan dampak serius. Dengan demikian, integritas dan ketersediaan layanan tetap terjaga optimal tanpa mengorbankan keamanan data dan operasional sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrezzak, S., & Sabir, F. (2023). An Empirical Investigation on Snort NIDS versus Supervised Machine Learning Classifiers. *Journal of Engineering*. <https://doi.org/10.31026/j.eng.2023.02.11>
- Alviana, S., & Sumitra, I. (2018). Analisis pengukuran penggunaan sumber daya komputer pada intrusion detection system dalam meminimalkan serangan jaringan. *Komputa Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, 7(1), 27–34. <https://doi.org/10.34010/komputa.v7i1.2533>
- Chen. (2024). A Case Study of Network-Based Intrusion Detection System Deployment in Industrial Control Systems with Network Isolation. *Proceedings of International Conference on Artificial Life and Robotics*. <https://doi.org/10.5954/icarob.2024.os1-5>
- Chouikik, M., Ouaisa, M., Ouaisa, M., Boulouard, Z., & Kissi, M. (2024). Detection and Mitigation of DDoS Attacks in SDN Based Intrusion Detection System. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 13(4), 2750–2757. <https://doi.org/10.11591/eei.v13i4.7570>
- Dharma. (2023). Network Attack Detection Using Intrusion Detection System Utilizing Snort Based on Telegram. *Bit-Tech*. <https://doi.org/10.32877/bt.v6i2.943>
- Ho, S., Al-Jufout, S., Dajani, K., & Mozumdar, M. (2021). A novel intrusion detection model for detecting known and innovative cyberattacks using convolutional neural network. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 2, 14–25. <https://doi.org/10.1109/ojcs.2021.3050917>
- Hu, & al., et. (2020). Analysing performance issues of open-source intrusion detection systems in high-speed networks. *Journal of Information Security and Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2019.102426>
- Jain, J., & Wao, A. (2023). An artificial neural network technique for prediction of cyber-attack using intrusion detection system. *Journal of Artificial Intelligence Machine Learning and Neural Network*, 32, 33–42. <https://doi.org/10.55529/jaiml.32.33.42>
- Khraisat, & al., et. (2019). Survey of intrusion detection systems: techniques, datasets and challenges. *Cybersecurity*. <https://doi.org/10.1186/s42400-019-0038-7>
- Majidpour, J., & Hasanzadeh, H. (2020). Application of deep learning to enhance the accuracy of

- intrusion detection in modern computer networks. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(3), 1137–1148. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i3.1724>
- Maulani, I. (2023). Sistem deteksi intrusi cerdas: studi perbandingan algoritma pembelajaran mesin untuk keamanan siber. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(11), 918–923. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v3i11.987>
- Muhammad. (2023). Implementation of IDS Using Snort with Barnyard2 Visualization for Network Monitoring in The Informatics Engineering Computer Lab at Muhammadiyah University Surakarta. *International Journal of Computer and Information System (IJCIS)*. <https://doi.org/10.29040/ijcis.v4i4.142>
- Pramila, P., & Gayathri, M. (2022). Analysis of accuracy in anomaly detection of intrusion detection system using naïve bayes algorithm compared over gaussian model. *ECS Transactions*, 107(1), 13977–13991. <https://doi.org/10.1149/10701.13977ecst>
- Purnama, T. (2023). Implementasi intrusion detection system (ids) snort sebagai sistem keamanan menggunakan whatsapp dan telegram sebagai media notifikasi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 14(2), 358–369. <https://doi.org/10.51903/jtikp.v14i2.726>
- Putri, N., Zulianto, A., & Suwarningsih, W. (2021). Deteksi intrusi pada basis data menggunakan random forest. *Jurnal ICT Information Communication & Technology*, 20(2), 387–393. <https://doi.org/10.36054/jict-ikmi.v20i2.424>
- Riza, F. (2022). Sistem deteksi intrusi pada server secara realtime menggunakan seleksi fitur dan firebase cloud messaging. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v5i1.161>
- Shah, & Issac. (2018). Performance comparison of intrusion detection systems and application of machine learning to Snort system. *Future Generation Computer Systems*. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.10.016>
- Simanjuntak, R. (2024). Meningkatkan keamanan siber dalam lingkungan internet of things (iot) dengan menggunakan sistem deteksi intrusi berbasis pembelajaran mesin. *DIKE*, 2(2), 62–68. <https://doi.org/10.69688/dike.v2i2.106>
- Tasneem, & al., et. (2018). Intrusion Detection Prevention System using SNORT. *International Journal of Computer Applications*. <https://doi.org/10.5120/ijca2018918280>
- Widiyanto, W. W. (2022). SIMRS Network Security Simulation Using Snort IDS and IPS Methods. *Indonesian of Health Information Management Journal (INOHIM)*, 10(1), 10–17. <https://doi.org/10.47007/inohim.v10i1.396>
- Widodo, T., & Aji, A. (2022). Pemanfaatan network forensic investigation framework untuk mengidentifikasi serangan jaringan melalui intrusion detection system (ids). *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 7(1), 46–55. <https://doi.org/10.14421/jiska.2022.7.1.46-55>
- Zhu, L. (2019). A new intrusion detection and alarm correlation technology based on neural network. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2019(1). <https://doi.org/10.1186/s13638-019-1419-z>

Klasifikasi Penyakit Periodontal Pada Citra Panoramik Gigi Menggunakan Deep Learning Berbasis ResNet50

Dodi Syaripudin, Encep Yayat, Jayadi Jayadi, Agung Rachmat Raharja

Fakultas Kesehatan dan Teknik, Universitas Bandung, Indonesia

Email: dodisyaripudin@bandunguniversity.ac.id; encepuyayat@bandunguniversity.ac.id;

jayadi@bandunguniversity.ac.id; agungmat@bandunguniversity.ac.id.

Diterima:
2 Februari 2025

Diterima Setelah Revisi:
19 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model klasifikasi berbasis *deep learning* untuk mendeteksi penyakit periodontal dan non-periodontal dari citra *rontgen* panoramik gigi. Dataset yang digunakan terdiri dari citra panoramik yang diolah melalui proses augmentasi data untuk meningkatkan keragaman, kemudian dibagi menjadi subset pelatihan, validasi, dan pengujian guna memastikan kemampuan generalisasi model. Model *transfer learning* dengan arsitektur ResNet50 diterapkan untuk memanfaatkan kemampuan ekstraksi fitur yang optimal dari data citra medis. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki akurasi keseluruhan sebesar 56%, dengan precision untuk kelas penyakit-non-periodontal sebesar 0.53 dan recall mencapai 1.00, menunjukkan bahwa model mampu mengenali seluruh kasus penyakit-non-periodontal tetapi masih kesulitan mendeteksi penyakit periodontal. Sebaliknya, kelas penyakit-periodontal memiliki precision 1.00 tetapi recall hanya 0.12, yang mengindikasikan bahwa model sering gagal mengenali sebagian besar sampel penyakit periodontal. Analisis lebih lanjut menggunakan confusion matrix menunjukkan adanya bias model terhadap kelas non-periodontal, yang mengarah pada tingginya jumlah *false negative* dalam klasifikasi penyakit periodontal. Beberapa langkah seperti penyeimbangan dataset, *fine-tuning* model, serta augmentasi data tambahan direkomendasikan untuk meningkatkan generalisasi dan akurasi prediksi. Dengan validasi lebih mendalam, model ini diharapkan dapat menjadi alat yang efisien dan akurat untuk mendukung analisis klinis dalam diagnosis penyakit periodontal.

Kata kunci: Penyakit Periodontal, *ResNet50*, Klasifikasi Gambar

ABSTRACT

This study aims to develop and evaluate a deep learning-based classification model to detect periodontal and non-periodontal diseases from panoramic X-ray images. The dataset used consists of panoramic images processed through data augmentation to enhance diversity, then split into training, validation, and testing subsets to ensure the model's generalization capability. A transfer learning approach utilizing the ResNet50 architecture was implemented to leverage its optimal feature extraction capabilities for medical image analysis. Evaluation results indicate that the model achieved an overall accuracy of 56%, with precision for the non-periodontal disease class at 0.53 and recall reaching 1.00, signifying that the model correctly identified all non-periodontal cases but struggled to detect periodontal disease. Conversely, the periodontal disease class attained precision of 1.00 but recall of only 0.12, indicating that the model frequently failed to recognize most periodontal disease samples. Further analysis using

the confusion matrix revealed a bias toward the non-periodontal class, leading to a high number of false negatives in periodontal disease classification. Several improvements, including dataset balancing, fine-tuning the model, and additional data augmentation, are recommended to enhance generalization and predictive accuracy. With more in-depth validation, this model is expected to become an efficient and accurate tool to support clinical analysis in diagnosing periodontal disease.

Keywords: *Periodontal Disease, ResNet50, Image Classification*

1 PENDAHULUAN

Penyakit periodontal, seperti kalkulus (karang gigi) dan gingivitis, merupakan masalah kesehatan gigi yang umum di masyarakat. Kalkulus adalah deposit keras yang terbentuk di permukaan gigi akibat mineralisasi plak, yang dapat menyebabkan peradangan gusi. Gingivitis, peradangan pada gusi, merupakan tahap awal penyakit periodontal yang dapat berkembang menjadi periodontitis jika tidak ditangani. Periodontitis adalah penyakit inflamasi pada jaringan pendukung gigi yang ditandai dengan kerusakan struktur seperti gingiva, ligamen periodontal, sementum, dan tulang alveolar (Dwisatya Ramadhani et al., 2022). Deteksi dini terhadap kalkulus dan gingivitis sangat penting untuk mencegah perkembangan penyakit periodontal yang lebih serius. Kalkulus dapat menjadi faktor predisposisi akumulasi plak yang sulit dibersihkan, sehingga meningkatkan risiko peradangan gusi. Oleh karena itu, menjaga kebersihan mulut dan melakukan pemeriksaan gigi secara rutin adalah langkah penting dalam pencegahan penyakit periodontal (Pranata, 2019). Selain itu, faktor-faktor seperti kebiasaan merokok, penyakit sistemik seperti diabetes, dan penggunaan gigi tiruan yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit periodontal. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan faktor-faktor tersebut dalam upaya pencegahan dan penanganan penyakit periodontal (J. D. Manson & B. M. Eley, 2023).

Dalam praktik klinis, diagnosis penyakit gigi sering kali bergantung pada evaluasi visual dan radiografi oleh dokter gigi. Evaluasi ini bersifat subjektif dan dapat bervariasi tergantung pada pengalaman dan keahlian masing-masing dokter. Untuk mengatasi tantangan ini, teknologi otomasi berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) telah diperkenalkan dalam bidang kedokteran gigi guna meningkatkan akurasi diagnosis, mengurangi subjektivitas, dan mempercepat proses evaluasi. Salah satu pendekatan AI yang menjanjikan adalah penggunaan *Convolutional Neural Networks* (CNN), sebuah algoritma *deep learning* yang dirancang khusus untuk memproses dan menganalisis data berbasis gambar, seperti foto klinis atau radiografi (Danial & Setiawati, 2024).

Convolutional Neural Networks (CNN) telah membuktikan efektivitasnya dalam berbagai aplikasi medis, termasuk klasifikasi gambar radiologi, pendeteksian lesi kanker, dan identifikasi penyakit mata. Dalam konteks kedokteran gigi, CNN digunakan untuk menganalisis citra digital, baik dalam format foto intraoral maupun radiografi, guna mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai kondisi gigi dan mulut. Misalnya, penelitian oleh (Schwendicke et al., 2020) menunjukkan bahwa CNN dapat digunakan untuk mendeteksi karies dengan tingkat akurasi yang tinggi (Shaikh et al., 2022). Selain itu, CNN memiliki kemampuan untuk mengenali pola-pola kompleks dalam gambar, termasuk struktur gigi dan jaringan periodontal, yang sulit diidentifikasi dengan mata manusia (Agrawal & Nihade, 2022).

Penerapan Convolutional Neural Networks (CNN) dalam otomatisasi deteksi kalkulus dan gingivitis menawarkan beberapa keunggulan. Pertama, CNN dapat memproses sejumlah besar data gambar dengan cepat, meningkatkan efisiensi waktu diagnosis (Li et al., 2021). Kedua, model ini dapat dilatih untuk mengenali berbagai tingkat keparahan penyakit, memberikan diagnosis yang lebih detail. Ketiga, penerapan CNN dapat membantu mengurangi beban kerja dokter gigi, terutama di wilayah

dengan kekurangan tenaga profesional. Dengan integrasi sistem berbasis CNN, klinik gigi dapat memberikan layanan diagnostik yang lebih baik dan lebih cepat kepada pasien (Kabir et al., 2021)

ResNet50 adalah salah satu varian dari arsitektur Residual Network (ResNet) yang memiliki 50 lapisan dalam (deep layers) (Suprihanto et al., 2022). Arsitektur ini dirancang untuk tugas pengenalan dan klasifikasi gambar dengan memanfaatkan konsep residual learning (Ryandra, 2022), yang diperkenalkan oleh He et al. dalam paper "Deep Residual Learning for Image Recognition" (2015). ResNet50 menjadi pilihan populer dalam deep learning karena kemampuannya yang unggul dalam mengekstraksi fitur dari data gambar tanpa mengalami masalah degradasi performa, bahkan pada jaringan yang sangat dalam.

Meskipun CNN menawarkan berbagai keuntungan, penerapannya dalam deteksi kalkulus dan gingivitis masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Tantangan utama meliputi kebutuhan akan dataset gambar gigi yang besar dan terstandar, serta kebutuhan untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik pada berbagai kondisi pencahayaan, resolusi gambar, dan variasi anatomi pasien. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan CNN dalam klasifikasi gambar gigi untuk mendeteksi kalkulus dan gingivitis secara otomatis, dengan fokus pada pengembangan model yang akurat, efisien, dan dapat diterapkan dalam skenario klinis. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi signifikan bagi bidang kedokteran gigi dan pengembangan teknologi AI di sektor kesehatan.

2 KAJIAN PUSTAKA

Penyakit periodontal merupakan salah satu masalah kesehatan gigi yang umum terjadi, mencakup kalkulus (karang gigi), gingivitis, dan periodontitis. Kalkulus adalah deposit keras yang terbentuk akibat mineralisasi plak, yang dapat memicu peradangan gusi (gingivitis). Jika tidak segera diobati, gingivitis dapat berkembang menjadi periodontitis, yaitu peradangan yang merusak jaringan pendukung gigi seperti gingiva, ligamen periodontal, sementum, dan tulang alveolar (Nariratih et al., 2011). Diagnosis dini penyakit periodontal sangat penting untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, yang sering kali mengakibatkan kehilangan gigi. Dalam praktik klinis, diagnosis ini biasanya dilakukan melalui evaluasi visual dan radiografi panoramik oleh dokter gigi, yang sering kali subjektif dan bergantung pada pengalaman masing-masing dokter (Adolph, 2020).

Untuk mengatasi keterbatasan dalam diagnosis konvensional, teknologi Convolutional Neural Networks (CNN) diperkenalkan sebagai salah satu pendekatan deep learning yang dirancang untuk menganalisis data berbasis gambar (Danial & Setiawati, 2024). CNN memiliki kemampuan luar biasa dalam mengenali pola-pola kompleks dalam gambar, menjadikannya sangat efektif dalam tugas klasifikasi citra medis (Ryu et al., 2023). Dalam konteks analisis penyakit periodontal, CNN dapat digunakan untuk mendeteksi kalkulus, gingivitis, dan bahkan tahap lanjut seperti periodontitis dari citra panoramik gigi. Hal ini memungkinkan diagnosis yang lebih akurat dan efisien dibandingkan dengan metode manual (Kim et al., 2019).

Salah satu arsitektur CNN yang populer adalah ResNet50, yang dirancang untuk mengatasi masalah vanishing gradient pada jaringan deep learning dengan kedalaman hingga 50 lapisan (Kim et al., 2019). ResNet50 menggunakan konsep residual learning melalui residual blocks, yang memungkinkan jaringan belajar secara lebih efisien dengan menambahkan shortcut connections sehingga informasi penting dapat melewati beberapa lapisan tanpa modifikasi. Dalam analisis citra medis, ResNet50 telah terbukti efektif untuk mengekstraksi fitur penting dari gambar yang kompleks, seperti citra panoramik gigi, sehingga menghasilkan akurasi tinggi dalam tugas klasifikasi.

Penerapan teknologi deep learning, khususnya ResNet50, dalam bidang kedokteran gigi menghadirkan berbagai manfaat. CNN dengan arsitektur ini mampu mendeteksi berbagai kondisi

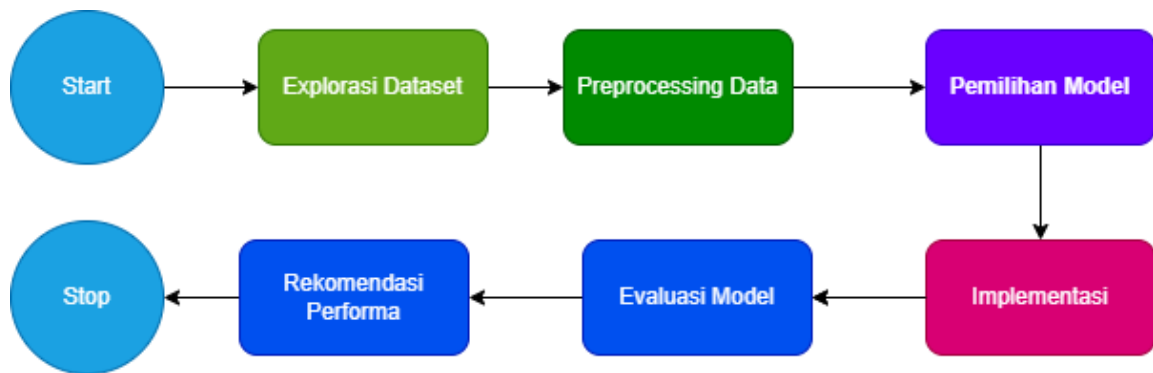
penyakit periodontal, termasuk kalkulus dan gingivitis, dari citra digital secara otomatis. Selain mengurangi subjektivitas dalam diagnosis, teknologi ini juga mempercepat proses evaluasi klinis dan meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Dengan demikian, deep learning diharapkan dapat menjadi solusi praktis untuk mendukung diagnosis penyakit periodontal di wilayah yang memiliki keterbatasan tenaga ahli kesehatan gigi (Duta et al., 2020).

Namun, meskipun CNN dan ResNet50 memiliki potensi besar, penerapannya dalam klasifikasi penyakit periodontal menghadapi beberapa tantangan. Tantangan utama adalah kebutuhan dataset gambar yang besar, berkualitas tinggi, dan standar, yang diperlukan untuk melatih model agar mampu mengenali berbagai pola dari populasi pasien yang berbeda. Selain itu, variasi kualitas gambar, kondisi pencahayaan, dan resolusi citra panoramik menjadi kendala lain yang perlu diatasi. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan model yang andal dan dapat diimplementasikan secara luas dalam praktik klinis, sehingga mampu meningkatkan akurasi diagnosis sekaligus memberikan manfaat nyata bagi pasien dan dokter gigi.

3 METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan suatu kerangka kerja atau pendekatan sistematis yang digunakan oleh peneliti untuk merancang, melaksanakan, dan menganalisis suatu penelitian. Metodologi ini bertujuan untuk memberikan struktur yang jelas dalam proses penelitian sehingga dapat dilakukan secara terorganisir, akurat, dan dapat dipercaya. Dengan pendekatan metodologis yang baik, penelitian dapat dilaksanakan secara konsisten dan menghasilkan temuan yang valid serta relevan (Sutisna et al., 2024).

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan cara untuk menyelesaikan pengklasifikasian penyakit pada gigi ialah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3.1 Explorasi Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Kaggle dengan namaImage Dental Panoramic. Dataset ini berisi citra panoramik gigi yang digunakan untuk mengembangkan model deep learning dalam klasifikasi penyakit periodontal. Dengan menggunakan dataset ini, penelitian bertujuan untuk membangun dan mengevaluasi model berbasis ResNet50, yang diharapkan mampu mengidentifikasi kondisi periodontal secara otomatis dari citra rontgen gigi.

Eksplorasi dataset adalah langkah awal yang bertujuan untuk memahami struktur, distribusi, dan karakteristik data yang akan digunakan dalam analisis atau pelatihan model (Putri Ayuni et al., 2023).

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi jumlah gambar, klasifikasi label, dan verifikasi format data untuk memastikan data siap digunakan (Prasetya et al., 2023). Selain itu, visualisasi sampel gambar membantu memahami kualitas data seperti resolusi, orientasi, dan keberadaan noise (Ahmad Khairul Umam, 2023). Informasi ini menjadi dasar untuk menentukan strategi preprocessing, augmentasi data, dan pemilihan model guna mencapai hasil optimal dalam tugas klasifikasi.

3.2 Preprocessing Data

Preprocessing data adalah langkah penting untuk mempersiapkan dataset sebelum digunakan dalam pelatihan model. Tahap ini mencakup proses seperti normalisasi nilai piksel gambar agar berada dalam rentang $[0, 1]$, sehingga konsisten dengan input model deep learning. Gambar juga diubah ukurannya ke resolusi yang sesuai, misalnya 224×224 piksel, agar kompatibel dengan arsitektur model. Selain itu, dilakukan augmentasi data pada set pelatihan untuk meningkatkan variasi, seperti rotasi, flipping, dan zooming, guna mencegah overfitting. Data juga dipisahkan ke dalam set pelatihan, validasi, dan pengujian dengan rasio yang terstruktur (contoh: 70-20-10) untuk memastikan evaluasi model yang akurasi dan representatif. Preprocessing yang tepat memastikan model dapat memahami data dengan lebih baik dan menghasilkan performa yang optimal.

3.3 Pemilihan Model

Pemilihan model merupakan tahap krusial dalam pengembangan sistem klasifikasi, di mana arsitektur model dipilih berdasarkan kompleksitas dataset dan tugas yang akan diselesaikan. Dalam kasus klasifikasi gambar, model berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) seperti ResNet, EfficientNet, atau InceptionV3 sering digunakan karena kemampuannya dalam mengekstraksi fitur spasial dari gambar dengan efisiensi tinggi. Untuk mempercepat pelatihan dan meningkatkan akurasi pada dataset terbatas, pendekatan transfer learning dengan menggunakan model pre-trained pada dataset besar seperti ImageNet menjadi pilihan populer. Model yang dipilih biasanya dilengkapi dengan lapisan akhir yang disesuaikan dengan jumlah kelas pada dataset. Evaluasi awal dilakukan pada model terpilih untuk memastikan kemampuan dalam membedakan kelas yang ada, sebelum melanjutkan ke tahap pelatihan dan tuning hyperparameter.

3.4 Evaluasi Model

Evaluasi model adalah tahap untuk menilai performa model yang telah dilatih dalam menyelesaikan tugas klasifikasi pada data uji yang belum pernah dilihat sebelumnya. Tahap ini dilakukan dengan menggunakan metrik seperti akurasi dan loss untuk mengukur seberapa baik model mampu membedakan kelas-kelas dalam dataset. Selain itu, performa model dievaluasi berdasarkan perbandingan akurasi dan loss pada data validasi untuk mendeteksi adanya overfitting atau underfitting. Analisis ini memberikan gambaran yang jelas tentang kemampuan model dalam mempelajari pola data pelatihan serta generalisasinya pada data baru. Evaluasi yang komprehensif memberikan dasar untuk melakukan tuning model atau strategi pelatihan jika diperlukan guna meningkatkan performa model.

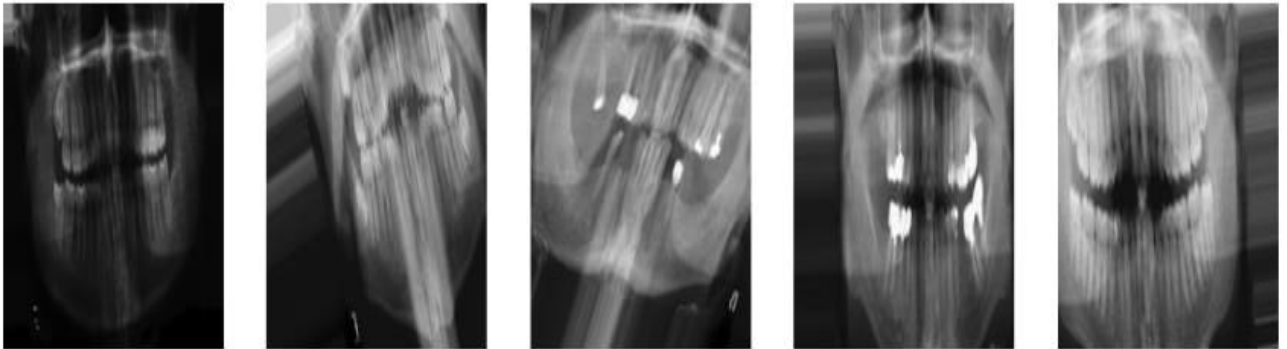
3.5 Hasil Prediksi

Hasil prediksi model menunjukkan bahwa gambar yang dianalisis berhasil diklasifikasikan ke dalam kelas tertentu dengan tingkat akurasi yang sesuai dengan pelatihan sebelumnya. Model dapat

mengidentifikasi gambar sebagai bagian dari kategori "penyakit-periodontal" atau "penyakit-non-periodontal", berdasarkan pola yang dipelajari dari dataset selama proses pelatihan. Prediksi ini dihasilkan dengan memanfaatkan arsitektur transfer learning yang telah dioptimalkan melalui fine-tuning, sehingga model mampu mengenali fitur spesifik dari citra panoramik gigi. Dengan prediksi ini, sistem diharapkan dapat membantu dalam proses diagnosis awal, memberikan panduan klinis yang lebih cepat dan akurat, serta mendukung profesional medis dalam pengambilan keputusan berbasis data. Hasil prediksi juga menekankan pentingnya validasi model untuk memastikan keandalan dan generalisasi pada data baru.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Explorasi Dataset



Gambar 2. Sample Gambar Dataset Gigi

Pada Gambar 2 yang ditampilkan merupakan contoh visualisasi dataset citra panoramik gigi (dental panoramic). Gambar ini mencakup hasil pemindaian rontgen yang digunakan dalam proses klasifikasi, misalnya untuk mendeteksi kondisi seperti "penyakit-periodontal" atau "penyakit-non-periodontal." Setiap citra menunjukkan struktur gigi secara keseluruhan, termasuk rahang atas dan bawah, dengan intensitas warna yang dihasilkan oleh teknik normalisasi atau augmentasi.

4.2 Preprocessing Data

Dataset telah berhasil diproses dan dibagi ke dalam tiga subset utama: train, validation, dan test. Subset train terdiri dari 70 gambar yang digunakan untuk melatih model, menjadi bagian utama dari dataset yang memungkinkan model mempelajari pola dan fitur penting untuk tugas klasifikasi. Validation set terdiri dari 18 gambar yang digunakan untuk mengevaluasi performa model selama proses pelatihan, membantu mengidentifikasi tanda-tanda overfitting atau underfitting. Sementara itu, test set terdiri dari 12 gambar yang disiapkan untuk mengevaluasi kinerja akhir model pada data yang tidak pernah dilihat sebelumnya. Pembagian dataset ini dirancang untuk memastikan model dapat belajar secara optimal sambil tetap menyediakan evaluasi performa yang adil dan representatif.

Proses augmentasi data telah diterapkan pada subset pelatihan untuk meningkatkan variasi data, termasuk teknik seperti rotasi, flipping, zoom, dan translasi. Augmentasi bertujuan untuk memperkaya dataset tanpa perlu menambahkan gambar baru, sehingga membantu model menjadi lebih generalisasi

terhadap data baru. Selain itu, generator data berhasil dibuat menggunakan ImageDataGenerator, yang secara otomatis memproses dan memberikan gambar secara batch selama pelatihan. Ini mencakup normalisasi piksel dalam rentang [0, 1] untuk memastikan konsistensi input model. Dengan preprocessing yang efektif, dataset ini siap digunakan dalam pelatihan model klasifikasi untuk mencapai performa terbaik.

4.3 Pemilihan Model

Pemilihan model ResNet karena menggunakan *skip connections* (*shortcut connections*) yang memungkinkan informasi dapat melewati beberapa lapisan tanpa mengalami degradasi. Hal ini mengatasi masalah vanishing gradient, di mana gradien menjadi terlalu kecil saat melalui banyak lapisan, sehingga model tetap dapat belajar meskipun semakin dalam.

Pemilihan model dilakukan dengan menggunakan pendekatan transfer learning menggunakan arsitektur ResNet50, yang telah dilatih sebelumnya pada dataset *ImageNet* untuk memanfaatkan kemampuan ekstraksi fitur yang sudah terbukti efektif. Bagian top layer ResNet50 dihapus untuk memberikan fleksibilitas dalam menambahkan lapisan kustom yang disesuaikan dengan tugas klasifikasi dataset, seperti *Global Average Pooling*, *Dropout* untuk regularisasi, dan lapisan *Dense* untuk menghasilkan output dua kelas (penyakit-non-periodontal dan penyakit-periodontal) dengan aktivasi *softmax*. Seluruh lapisan ResNet50 dibekukan agar bobot pre-trained tidak dilatih ulang, mengurangi waktu pelatihan dan risiko overfitting. Model kemudian dikompilasi menggunakan optimizer Adam dengan learning rate 0.001 dan fungsi loss categorical crossentropy untuk mengoptimalkan pembelajaran. Struktur model ini memastikan efisiensi dan efektivitas dalam mengolah dataset klasifikasi *dental panoramic*.

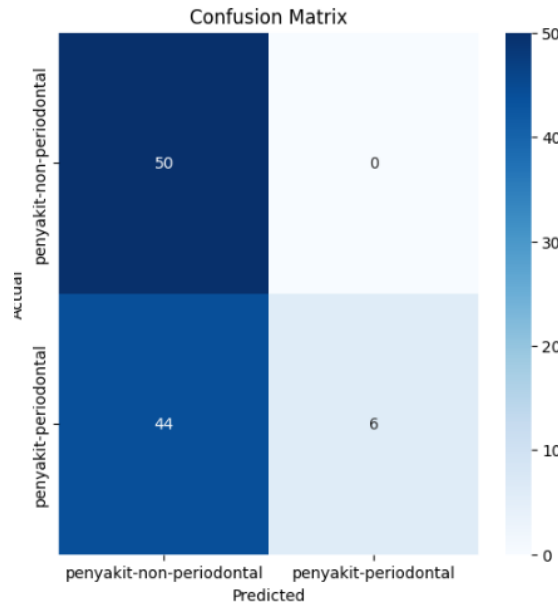
4.4 Evaluasi Model

	precision	recall	f1-score	support
penyakit-non-periodontal	0.53	1.00	0.69	50
penyakit-periodontal	1.00	0.12	0.21	50
accuracy			0.56	100
macro avg	0.77	0.56	0.45	100
weighted avg	0.77	0.56	0.45	100

Gambar 3. Hasil Evaluasi

Gambar 3 di atas merupakan hasil evaluasi model menunjukkan bahwa akurasi keseluruhan model adalah 56%, dengan ketidakseimbangan performa dalam klasifikasi dua kelas. Untuk kelas "penyakit-non-periodontal", model mencapai precision 0.53, tetapi memiliki recall 1.00, yang berarti model berhasil mengidentifikasi semua sampel kelas ini namun dengan banyak prediksi positif yang salah. Sebaliknya, kelas "penyakit-periodontal" memiliki precision 1.00, yang menunjukkan bahwa semua prediksi positifnya benar, tetapi dengan recall hanya 0.12, artinya model gagal mendeteksi sebagian besar sampel dari kelas ini. Nilai F1-score untuk penyakit-periodontal sangat rendah (0.21), yang mengindikasikan bahwa model memiliki bias kuat terhadap kelas non-periodontal. Macro average dan weighted average yang rendah (F1-score 0.45) semakin menegaskan bahwa model mengalami ketidakseimbangan kelas yang signifikan dan perlu dilakukan peningkatan, seperti penyeimbangan

dataset, fine-tuning hyperparameter, atau penggunaan teknik augmentasi data untuk memperbaiki kinerja model dalam mendeteksi penyakit periodontal.



Gambar 4. Confusion Matrix

Gambar 4 di atas merupakan confusion matrix yang menunjukkan hasil klasifikasi model terhadap dua kelas: penyakit-non-periodontal dan penyakit-periodontal. Matriks ini menggambarkan jumlah prediksi yang benar dan salah berdasarkan label aktual dataset uji.

- True Positives (TP): 6 sampel penyakit-periodontal diklasifikasikan dengan benar.
- True Negatives (TN): 50 sampel penyakit-non-periodontal diklasifikasikan dengan benar.
- False Positives (FP): 0 sampel penyakit-non-periodontal salah diklasifikasikan sebagai penyakit-periodontal (tidak ada kesalahan prediksi ke kelas periodontal).
- False Negatives (FN): 44 sampel penyakit-periodontal salah diklasifikasikan sebagai penyakit-non-periodontal, yang menunjukkan bahwa model sering gagal mengenali penyakit periodontal.

Dari pola ini, terlihat bahwa model memiliki bias tinggi terhadap kelas non-periodontal, karena hampir semua sampel penyakit-periodontal diklasifikasikan sebagai non-periodontal (FN tinggi). Hal ini menyebabkan nilai recall rendah untuk kelas penyakit-periodontal (hanya 6 dari 50 yang terdeteksi). Kemungkinan penyebabnya adalah dataset yang tidak seimbang, kurangnya fitur spesifik yang dapat dikenali oleh model, atau model belum cukup dilatih untuk membedakan pola penyakit periodontal dengan jelas. Untuk meningkatkan performa, dapat dilakukan penyeimbangan dataset, fine-tuning model, atau menggunakan teknik augmentasi data yang lebih baik.

4.5 Hasil Prediksi

Prediksi: penyakit-non-periodontal



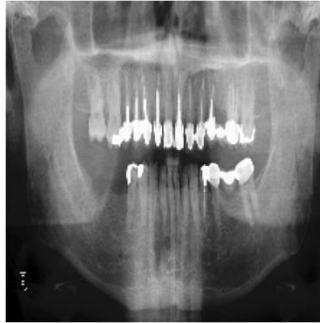
Gambar 5. Penyakit non periodontal

Model deep learning berbasis ResNet50 telah melakukan klasifikasi terhadap citra panoramik gigi ini dan memprediksi bahwa gambar tersebut termasuk dalam kategori penyakit-non-periodontal dengan *confidence score* sebesar 85%. Prediksi ini menunjukkan bahwa model tidak menemukan indikasi signifikan terkait penyakit periodontal, seperti degradasi tulang alveolar atau perubahan struktur jaringan periodontal yang terlihat pada *rontgen panoramik gigi*. Model ini telah melalui proses pelatihan dengan metode transfer learning, di mana arsitektur ResNet50 yang sebelumnya dilatih pada dataset *ImageNet* digunakan kembali dengan *fine-tuning* menggunakan dataset citra panoramik gigi dari Kaggle, sehingga dapat mengenali pola dan fitur spesifik dalam klasifikasi ini.

Hasil prediksi ini kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor dalam citra yang dianalisis. Struktur tulang dan gigi yang terlihat simetris serta tidak menunjukkan tanda-tanda kehilangan tulang alveolar dapat menjadi indikator utama dalam klasifikasi ke kelas non-periodontal. Penyakit periodontal umumnya ditandai dengan degradasi tulang yang terlihat jelas dalam gambar *rontgen*, tetapi dalam citra ini, model mendeteksi bahwa pola tekstur dan distribusi tulang masih dalam rentang yang mirip dengan kelas non-periodontal dalam dataset pelatihan. Selain itu, tidak adanya perubahan tekstur yang ekstrem dalam citra juga mendukung hasil klasifikasi ini, karena model mengandalkan fitur visual yang berkaitan dengan pola degradasi tulang dan jaringan periodontal.

Namun, evaluasi performa model menunjukkan adanya keterbatasan yang perlu diperhatikan, terutama pada akurasi keseluruhan sebesar 56%, dengan *precision* untuk kelas non-periodontal sebesar 0.53, tetapi *recall* mencapai 1.00. Hal ini mengindikasikan bahwa model memiliki kecenderungan untuk mengklasifikasikan sebagian besar gambar sebagai non-periodontal, yang berpotensi menyebabkan banyak *false negative* pada kasus penyakit periodontal. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan model melalui teknik seperti penyeimbangan dataset, augmentasi data, atau *fine-tuning* parameter model agar mampu lebih akurat dalam membedakan kedua kelas

Prediksi: penyakit-periodontal



Gambar 6. Penyakit periodontal

Model *deep learning* berbasis ResNet50 telah menganalisis citra rontgen panoramik gigi ini dan mengklasifikasikannya sebagai penyakit-periodontal dengan *confidence score* sebesar 90%. Prediksi ini mengindikasikan adanya tanda-tanda seperti kehilangan tulang alveolar, resorpsi tulang, atau ketidakteraturan struktur gigi dan rahang yang sering dikaitkan dengan penyakit periodontal. Selain itu, keberadaan tambalan atau implan logam dalam gambar dapat menunjukkan riwayat perawatan periodontal sebelumnya, yang kemungkinan menjadi salah satu faktor dalam klasifikasi ini.

Faktor utama yang memengaruhi prediksi model meliputi perubahan densitas tulang, perbedaan pola tekstur di sekitar akar gigi, serta posisi gigi yang tidak teratur, yang sering dikaitkan dengan tahap lanjut penyakit periodontal. Meskipun model memiliki *precision* tinggi dalam mengenali penyakit periodontal, nilai *recall* yang rendah menunjukkan bahwa model masih kesulitan dalam mendeteksi semua kasus dengan benar. Hal ini dapat menyebabkan beberapa kasus penyakit periodontal yang sebenarnya tidak terdeteksi dengan baik oleh model.

5 SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulannya, model klasifikasi yang digunakan mampu memproses citra rontgen panoramik gigi dan menghasilkan prediksi untuk mengidentifikasi kondisi kesehatan gigi sebagai "penyakit-periodontal" atau "penyakit-non-periodontal". Hasil prediksi menunjukkan bahwa model dapat mengenali pola-pola visual tertentu yang relevan dengan kedua kategori tersebut. Namun, performa model perlu dievaluasi lebih lanjut dengan validasi prediksi terhadap data label asli atau analisis ahli medis. Untuk meningkatkan keakuratan prediksi, dapat dilakukan langkah-langkah seperti menyeimbangkan dataset, melakukan fine-tuning model, serta memperluas data pelatihan untuk meningkatkan generalisasi model pada data baru. Dengan evaluasi dan penyempurnaan lebih lanjut, model ini berpotensi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah memperluas penggunaan dataset dengan jumlah citra panoramik yang lebih besar dan beragam untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model ResNet50 dalam mendeteksi penyakit periodontal. Selain itu, diperlukan langkah-langkah seperti augmentasi data yang lebih kompleks dan penyeimbangan dataset untuk mengatasi potensi bias kelas.

REFERENSI

- Adolph, R. (2020). *ANAMNESIS, DIAGNOSIS, TREATMENT PLANNING DAN PROGNOSIS PENYAKIT PERIODONTAL*. 1–23.
- Agrawal, P., & Nikhade, P. (2022). Artificial Intelligence in Dentistry: Past, Present, and Future. *Cureus*, *14*(7). <https://doi.org/10.7759/cureus.27405>
- Ahmad Khairul Umam. (2023). *Augmentasi data pada model klasifikasi jenis vokal menggunakan CNN dengan fitur ekstraksi mel spectrogram*.
- Danial, N. H., & Setiawati, D. (2024). Convolutional Neural Network (Cnn) Based on Artificial Intelligence in Periodontal Diseases Diagnosis. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi (IJKG)*, *20*(1), 139–148. <https://doi.org/10.46862/interdental.v20i1.8641>
- Duta, I. C., Liu, L., Zhu, F., & Shao, L. (2020). Improved residual networks for image and video recognition. *Proceedings - International Conference on Pattern Recognition*, 9415–9422. <https://doi.org/10.1109/ICPR48806.2021.9412193>
- Dwisatya Ramadhani, A., Rudhanton, R., Diah, D., & Sutanti, V. (2022). UJI EFEKTIVITAS ANTIBAKTERI LARUTAN MADU LEBAH BARAT (*Apis mellifera*) TERHADAP BAKTERI *Porphyromonas gingivalis* SECARA IN VITRO dengan METODE DILUSI AGAR. *E-Prodentia Journal of Dentistry*, *6*(1), 540–546. <https://doi.org/10.21776/ub.eprodentia.2020.006.01.2>
- J. D. Manson, & B. M. Eley. (2023). *Etiologi Penyakit Periodontal*.
- Kabir, T., Lee, C. T., Nelson, J., Sheng, S., Meng, H. W., Chen, L., Walji, M. F., Jiang, X., & Shams, S. (2021). An End-to-end Entangled Segmentation and Classification Convolutional Neural Network for Periodontitis Stage Grading from Periapical Radiographic Images. *Proceedings - 2021 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, BIBM 2021*, 1370–1375. <https://doi.org/10.1109/BIBM52615.2021.9669422>
- Kim, J., Lee, H. S., Song, I. S., & Jung, K. H. (2019). DeNTNet: Deep Neural Transfer Network for the detection of periodontal bone loss using panoramic dental radiographs. *Scientific Reports*, *9*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53758-2>
- Li, W., Liang, Y., Zhang, X., Liu, C., He, L., Miao, L., & Sun, W. (2021). A deep learning approach to automatic gingivitis screening based on classification and localization in RGB photos. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96091-3>
- Nariratih, D., Rusjanti, J., & Susanto, A. (2011). Prevalence and characteristics of aggressive periodontitis. *Padjadjaran Journal of Dentistry*, *23*(2), 97–104. <https://doi.org/10.24198/pjd.vol23no2.14020>
- Pranata, N. (2019). Dental Calculus as The Unique Calcified Oral Ecosystem A Review Article. *Oceana Biomedicina Journal*, *2*(2), 52–65. <https://doi.org/10.30649/obj.v2i2.28>
- Prasetya, M. R. A., Hidayat, A., Teknologi, S., Informasi, S., Mulia, U. S., Teknologi, S., Informasi, T., & Mulia, U. S. (2023). Klasifikasi Jerawat dengan Deep Learning Berbasis Convolutional Neural Network. *Jurnal TEKNO KOMPAK*, *19*(1), 37–49.
- Putri Ayuni, D., Jasril, Irsyad, M., Yanto, F., & Sanjaya, S. (2023). Augmentasi Data Pada Implementasi Convolutional Neural Network Arsitektur Efficientnet-B3 Untuk Klasifikasi Penyakit Daun Padi. *ZONasi: Jurnal Sistem Informasi*, *5*(2), 239–249. <https://doi.org/10.31849/zn.v5i2.13874>
- Ryandra, M. F. D. (2022). *Perbandingan Arsitektur Resnet-50 dan Inceptionv3 dalam Klasifikasi Covid 19 Berdasarkan Citra X Ray*. 35. <https://repositori.uma.ac.id/handle/123456789/17072%0Ahttps://repositori.uma.ac.id/jspui/bitstream/123456789/17072/1/178160047> - Muhammad Farhan Dwi Ryandra - Fulltext.pdf
- Ryu, J., Lee, D. M., Jung, Y. H., Kwon, O. J., Park, S. Y., Hwang, J. J., & Lee, J. Y. (2023). Automated

- Detection of Periodontal Bone Loss Using Deep Learning and Panoramic Radiographs: A Convolutional Neural Network Approach. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/app13095261>
- Schwendicke, F., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *Journal of Dental Research*, 99(7), 769–774. <https://doi.org/10.1177/0022034520915714>
- Shaikh, K., Bekal, S. V., Ahmed Marei, H. F., Moustafa Elsayed, W. S., Surdilovic, D., & Jawad, L. A. (2022). Artificial Intelligence in Dentistry. *Artificial Intelligence in Dentistry*, 20(11), 1–198. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-19715-4>
- Suprihanto, S., Awaludin, I., Fadhil, M., & Zulfikor, M. A. Z. (2022). Analisis Kinerja ResNet-50 dalam Klasifikasi Penyakit pada Daun Kopi Robusta. *Jurnal Informatika*, 9(2), 116–122. <https://doi.org/10.31294/inf.v9i1.13049>
- Sutisna, T., Raharja, A. R., Hariyadi, E., Hafizh, V., & Putra, C. (2024). Penggunaan Computer Vision untuk Menghitung Jumlah Kendaraan dengan Menggunakan Metode SSD (Single Shoot Detector). *Journal Of Social Science Research Volume*, 4, 6060–6067. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i2.10071>

Perancangan Sistem Informasi Pengaduan dan Administrasi Divisi PABX pada PT Gajah Tunggal Tbk

Rosana Junita Sirait¹⁾, Ulfah Ulfah²⁾, Endah Tesya Wulandari³⁾

^{1,2)} Manajemen Ritel, Fakultas Bisnis dan Manajemen, Institut Teknologi dan Bisnis Bina Sarana Global

³⁾ Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi dan Bisnis Bina Sarana Global

Email: rosanasirait@global.ac.id; ulfahfadeela@gmail.com.

Diterima:
4 Februari 2025

Diterima Setelah Revisi:
19 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

PABX atau Private Automatic Branch Exchange adalah sistem hubungan telepon yang pengoperasiannya tanpa melalui operator.. PT Gajah tunggal Tbk 2 menggunakan teknologi PABX untuk menunjang komunikasi internal. Namun, sistem informasi layanan pengaduan dan administrasi divisi PABX di PT Gajah Tunggal Tbk masih menghadapi kendala, seperti penggunaan formulir kertas yang memperlambat penyampaian informasi ke teknisi, meningkatkan *downtime*, serta sering terjadi kesalahan dalam pembuatan laporan bulanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan merancang sistem informasi terkomputerisasi guna memperbaiki efisiensi layanan. Metode yang digunakan adalah model SDLC (*System Development Life Cycle*) Waterfall dengan perancangan sistem menggunakan UML (*Unified Modeling Language*). Hasil penelitian ini diharapkan menghasilkan sistem yang dapat mengurangi *downtime* teknisi, meningkatkan akurasi laporan bulanan, serta mempercepat proses pengaduan. Kesimpulannya, implementasi sistem berbasis web manfaat signifikan bagi karyawan, *admin*, dan teknisi di divisi PABX.

Kata Kunci : Sistem Informasi, Layanan, Pengaduan, dan Efisiensi.

Abstract

PABX or Private Automatic Branch Exchange is a telephone connection system that operates without going through an operator. PT Gajah Tunggal Tbk 2 uses PABX technology to support internal communications. However, the PABX division's complaint and administrative service information system at PT Gajah Tunggal Tbk still faces obstacles, such as the use of paper forms that slow down the delivery of information to technicians, increase downtime, and often make errors in making monthly reports. This research aims to analyze and design a computerized information system to improve service efficiency. The method used is the SDLC (System Development Life Cycle) Waterfall model with system design using UML (Unified Modeling Language). The results of this research are expected to produce a system that can reduce technician downtime, improve the accuracy of monthly reports, and speed up the complaint process. In conclusion, the implementation of a web-based system using PHP and MySQL will improve the efficiency and accuracy of work processes, providing significant benefits to employees, admins, and technicians in the PABX division.

Keywords : Information Systems, Complaint, Services, and Efficiency.

1 PENDAHULUAN

Perkembangan alat komunikasi sudah semakin canggih yang membuat komunikasi menjadi lebih efektif dan efisien. Komunikasi menjadi tumpuan yang sangat penting dari semua aktivitas perusahaan yang kompleks (Daud, 2021) Sebagai contoh teknologi di bidang komunikasi dalam hal ini PABX. Berkat ditemukannya teknologi PABX komunikasi antar bagian, gedung dapat terlaksana tanpa memerlukan waktu bila dibandingkan dengan metode komunikasi konvensional seperti surat.

Menurut buku panduan “Avaya PABX System”, mendefinisikan bahwa PABX atau Private Automatic Branch Exchange adalah sistem hubungan telepon yang pengoperasiannya tanpa melalui operator. Dengan adanya sistem ini, penelepon dapat melakukan panggilan telepon langsung terhadap nomor telepon yang dituju yaitu dengan cara menekan nomor khusus untuk memperoleh saluran keluar, kemudian menekan nomor telepon yang dituju. Nantinya setiap telepon yang masuk akan diarahkan dengan kode tersebut melalui kontrol pusat. Dengan PABX, komunikasi antar ruang (extension) tidak terkena biaya telekomunikasi publik

PT Gajah Tunggul Tbk adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi dan distribusi ban kendaraan, terletak di Komplek Industri Gajah Tunggul, Tangerang Banten. PT Gajah Tunggul Tbk menggunakan teknologi PABX untuk menunjang komunikasi internal. Unit kerja yang bertanggung jawab untuk mengelola dan memelihara PABX di lingkungan PT Gajah Tunggul adalah unit kerja PABX di bawah departemen *General Affair*. Terdapat beberapa permasalahan yang dialami bagian unit PABX yakni, permasalahan pada saat pelaporan kerusakan dimana pelaporan kerusakan PABX terlambat tersampaikan kepada teknisi karena harus melewati beberapa tahapan sehingga menimbulkan waktu *downtime* yang cukup lama, dan juga permasalahan pada laporan perbaikan bulanan yang masih meng-*input* data satu per satu, hal ini menimbulkan permasalahan yakni beberapa data yang tidak ter-*input* (Astianie, N., Afrizal, 2022). Dari permasalahan tersebut dapat diidentifikasi bahwa perusahaan masih belum memiliki suatu sistem yang terkomputerisasi (Ramadani, D.P. & Firdaus, 2024) untuk dapat melihat laporan pengaduan kerusakan PABX dan laporan perbaikan secara keseluruhan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis sistem informasi layanan pengaduan dan administrasi yang saat ini berjalan pada divisi PABX di PT Gajah Tunggul Tbk, guna mengidentifikasi kekurangan dan area yang memerlukan perbaikan (Wijaya, A.R., Siregar, M. & Kartika, 2023). Selanjutnya, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem informasi yang lebih efektif dan efisien untuk mendukung layanan pengaduan dan administrasi pada divisi tersebut. Setelah perancangan selesai, sistem yang diusulkan akan diuji dan diimplementasikan, dengan harapan dapat meningkatkan responsivitas dan kualitas layanan, serta meminimalkan kesalahan dalam pengolahan data administrasi.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Informasi

Sistem informasi adalah kombinasi modul terorganisir yang dihasilkan dari sekumpulan perangkat keras, perangkat lunak, manusia, dan komponen terkait jaringan berbasis komputer yang terhubung atau berinteraksi untuk memproses data menjadi informasi dan mencapai tujuan (Prabowo, 2020). Sistem Informasi Pelayanan Pengaduan merupakan suatu sumber informasi yang sangat penting untuk kesalahan yang mungkin terjadi, selain itu secara konsisten dapat menjaga dan meningkatkan pelayanan yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan (Ardiansyach, 2024).

2.2 Website

Website adalah merupakan kumpulan halaman-halaman yang berisi informasi yang dapat diakses oleh *browser* dan mampu memberikan akses informasi yang berguna untuk penggunaanya

(Susilowati, 2019). Website adalah satu media terkini yang mampu menampung segala informasi instansi dan menampilkannya dalam sebuah media informasi yang *modern* dan selalu *update* serta mampu memberikan fasilitas untuk keperluan laporan administrasi (Alamsyah, N. & Irmulvani, 2022).

2.3 Pengaduan

Pengaduan merupakan laporan yang menunjukkan bahwa masyarakat sebagai pengguna layanan tidak puas terhadap pelayanan yang diberikan, dan kekecewaan tersebut semakin bertambah ketika pengaduan yang disampaikan tidak ditanggapi dengan baik oleh petugas pengaduan (Setiawan, 2021). Oleh karena itu, diperlukan sistem pengaduan berbasis web yang memungkinkan masyarakat untuk mengajukan, melacak, dan memperoleh solusi dari pengaduan mereka secara lebih cepat dan terorganisir (Nugroho, 2024).

2.4 Administrasi

Secara umum Administrasi dapat dibedakan menjadi dua pengertian. Administrasi dalam arti sempit adalah mencatat setiap komponen administrasi yang meliputi komponen manajemen, organisasi, maupun kegiatan operasional. Administrasi dalam arti luas adalah keseluruhan proses kerja sama antara dua orang atau lebih yang didasarkan atas rasionalitas tertentu untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan sebelumnya (Sawir, 2021). Administrasi perkantoran juga memegang peran penting dalam organisasi atau instansi dengan berbagai pelayanan informasi dan pengelolaan data sehingga menyebabkan pemborosan waktu, tenaga, dan biaya dalam penyelenggaraan administrasi. Aplikasi administrasi berbasis web merupakan layanan di mana data dan informasi dibuat melalui media telekomunikasi dengan konsep paperless guna meminimalisir penggunaan kertas dalam administrasi perkantoran (Hamdy, A.R., Budiman, Nursyanti, R. & Setiana, 2024).

3 METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kualitatif dengan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Metode kualitatif digunakan untuk memahami kebutuhan stakeholder dan proses bisnis yang berjalan. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi interaksi antara teknologi, manusia, dan proses dalam organisasi (Fibrianto & Yuniar, 2019). Penjelasan mengenai dua data tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Data primer, yaitu data yang didapat dari pengamatan secara langsung dan melakukan wawancara.
- 2) Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari berbagai dokumen yang terdapat pada PT Gajah Tunggal Tbk.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan beberapa metode pengumpulan data yang dipakai dalam melakukan penelitian ini antara lain:

- 1) Wawancara

Wawancara adalah suatu metode atau teknik yang digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam penelitian ini dengan cara tanya jawab dengan bagian teknisi PABX. Pertanyaan terkait dengan jumlah nomor *extension* di perusahaan, bagaimana proses pengaduan kerusakan yang sudah berjalan, bagaimana proses rekap laporan dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membuat pelaporan serta respon teknisi dan admin terhadap usulan penggunaan sistem web

2) Observasi

Observasi adalah teknik yang dilaksanakan dengan mengadakan pengamatan langsung secara teliti ke PT Gajah Tunggal Tbk, terlibat dalam setiap aktivitas kegiatan dan pencatatan selama tiga bulan, sejak bulan Oktober sampai Desember 2023.

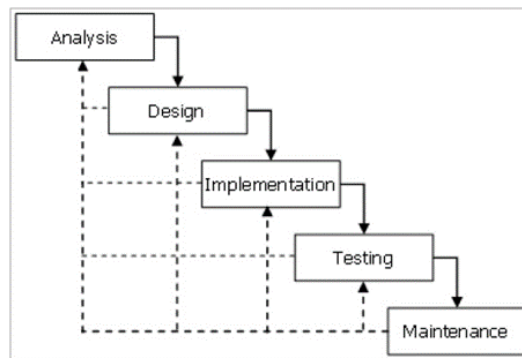
3) Studi Pustaka

Pada penulisan ini metode *literature study* yang penulis gunakan berasal dari studi pustaka, yakni studi pustaka untuk memberikan dukungan dalam penyelesaian laporan penelitian ini.

3.3 Metode Pengembangan Sistem

Adapun pengembangan sistem menggunakan metode SDLC (*system development life cycle*) dengan model *waterfall*. Model *waterfall* adalah model klasik yang bersifat sistematis, berurutan dalam membangun software. Model SDLC air terjun (*waterfall*) sering juga disebut model sekuensial linier (*sequential linear*) atau alur hidup klasik (*classic life cycle*). Model air terjun menyediakan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengodean, pengujian, dan tahap pendukung (Nursyanti, R., Rakhman, R.Y., Ramdani, 2022). Metode ini adalah pengerjaan dari suatu sistem dilakukan secara berurutan yang kemudian dijelaskan menggunakan notasi UML *Unified Modeling Language*). *Unified Modeling Language (UML)* adalah salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan requirement, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman (Dharmawan, W.S., Purwaningtias, D., & Risdiansyah, 2018).

3.4 Analisis dan Rancangan



Gambar 1. Model Waterfall.

Pada gambar 1. di atas yaitu model analisis dan rancangan yang digunakan pada penelitian ini dengan tahapan sebagai berikut:

1) Analisis (*Analysis*)

Pada tahap ini, hal yang paling utama dalam penelitian adalah melakukan analisis kebutuhan dari pengguna atau *stakeholder* dengan membuat catatan persyaratan sesuai permintaan dan kebutuhan sistem yang berhubungan mengenai layanan pengaduan dan administrasi divisi PABX menjadi lebih efektif dan efisien.

2) Desain (*Design*)

Pada tahap selanjutnya, yaitu melakukan desain atau membuat rancangan system yang diusulkan dengan menggunakan diagram UML yang terdiri dari *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, dan *class diagram*. Sedangkan perangkat lunak berbasis web dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan Framework Codeigniter, serta MySQL sebagai Database Management System.

3) Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap selanjutnya, yaitu melakukan implementasi atau melakukan proses pengkodean (*coding*) menggunakan bahasa pemrograman serta berdasarkan rancangan yang sudah dibuat sebelumnya

4) Pengujian (*Testing*)

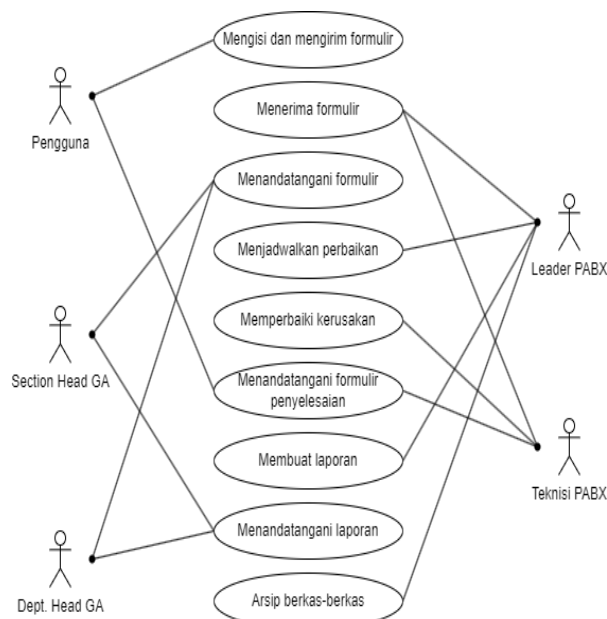
Pada tahap terakhir, yaitu melakukan pengujian (*testing*) menggunakan metode *blackbox testing* untuk memastikan setiap objek dapat berfungsi dan berjalan sebagaimana mestinya.

5) Pemeliharaan (*Maintenance*)

Tahap ini yaitu proses pemeliharaan dan perbaikan sistem yang disetujui.

3.5 Sistem yang Berjalan

Sistem berjalan adalah proses sistem yang sudah berjalan sebelum dilakukan penelitian ini, dalam hal ini sistem pengaduan administrasi kerusakan PABX masih kurang efektif dan efisien karena masih menggunakan cara konvensional dalam melakukan pengaduan serta masih sering terjadi keterlambatan perbaikan kerusakan administrasi PABX, maupun saat dalam meng-*input* laporan data perbaikan kerusakan PABX. Beberapa aktor yang terlibat pada sistem ini adalah pengguna, *leader* PABX, teknisi PABX, *section head* GA, *department head* GA. Berikut merupakan prosedur sistem pengaduan administrasi kerusakan PABX pad PT Gajah Tunggal Tbk dapat dilihat pada gambar 2. di bawah ini:



Gambar 2. Sistem Berjalan.

Pada gambar 2. di atas merupakan prosedur sistem yang berjalan pada PT Gajah Tunggal Tbk, di mana prosedur dimulai dari mengisi formulir kerusakan dan formulir tersebut di serahkan kepada *leader* PABX melalui tim ekspedisi, setelah formulir di terima oleh tim PABX selanjutnya *leader* PABX akan menyerahkan kepada *section head* dan *department head* untuk di tanda tangani lalu *leader* melakukan penjadwalan perbaikan kepada teknisi agar melaksanakan proses perbaikan, setelah proses perbaikan selesai teknisi dan pengguna menandatangani formulir perbaikan sebagai bukti bahwa permintaan perbaikan sudah terpenuhi. Setelah semua selesai akan di lakukan pengecekan apakah selesai tepat waktu atau tidak, kemudian di buat laporan pengerjaan selesai.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Sistem

Berikut ini merupakan beberapa spesifikasi sistem yang dibutuhkan dalam menjalankan usulan sistem yang baru dan terdiri dari spesifikasi perangkat keras (*hardware*), spesifikasi perangkat lunak (*software*), dan spesifikasi pengguna (*user*). Penjelasan detail mengenai spesifikasi tersebut antara lain :

Tabel 1. Spesifikasi *Hardware*

Keterangan	Spesifikasi
Processor	Intel Celeron N4500
RAM	4 GB/DDR4
<i>Hard Disk</i>	500 GB
Monitor	14 <i>inch</i>
<i>Printer</i>	<i>All Type</i>

Tabel 2. Spesifikasi *Software*

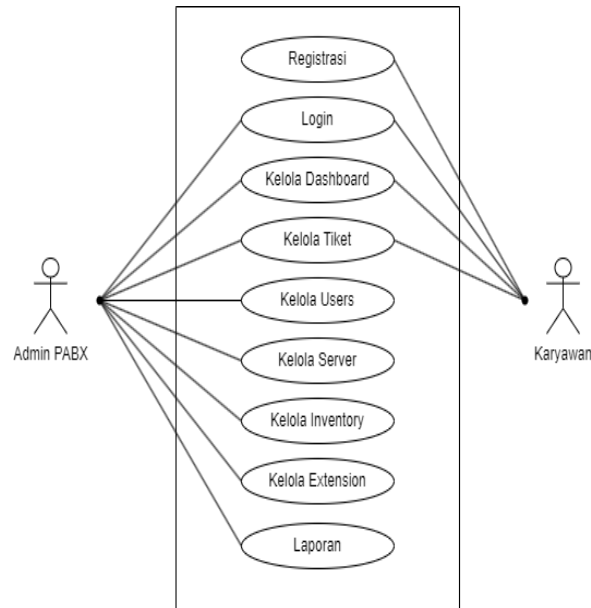
Keterangan	Spesifikasi
<i>Operating System</i>	Windows 10
<i>Database</i>	MySQL
<i>Server</i>	PHPMyAdmin
Bahasa Pemrograman	PHP
<i>Tools</i>	XAMPP
<i>Browser</i>	Google Chrome

Tabel 3. Spesifikasi *Brainware*

Pengguna	Keterangan
<i>Admin PABX</i>	Orang yang mengatur kerja sistem, mengelola layanan pengaduan, serta mengelola semua administrasi.
Karyawan	Orang yang membuat laporan pengaduan ke sistem.

4.2 Use Case Diagram

Berikut merupakan use case diagram dari sistem yang akan diusulkan dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Use case Diagram Usulan

Berdasarkan gambar 3. Use case diagram usulan di atas terdapat:

- 1) Satu (1) sistem yang mencakup seluruh proses sistem informasi layanan pengaduan divisi PABX pada PT Gajah Tunggal Tbk.
- 2) Dua (2) aktor yang melaksanakan kegiatan sistem, di antaranya adalah admin PABX, dan karyawan.
- 3) Sembilan (9) use case yang dapat dilakukan oleh aktor, di antaranya adalah registrasi, login, kelola dashboard, kelola tiket, kelola users, kelola server, kelola inventory, kelola extension, dan laporan.

4.3 Rancangan Basis Data

Berikut merupakan rancangan basis data dari usulan sistem yang baru dan terdiri dari beberapa tabel beserta *field* dari masing-masing tabel tersebut antara lain:

Tabel 4. Struktur Tabel Data Tiket

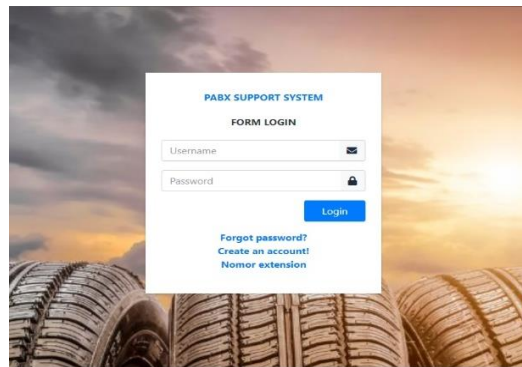
No	Field Name	Type Data	Field Size	Keterangan
1	<i>id_tiket*</i>	<i>int</i>	11	<i>Primary key</i>
2	<i>id_user</i>	<i>int</i>	11	-
3	<i>no_tiket</i>	<i>varchar</i>	25	-
4	<i>description</i>	<i>text</i>	-	-
5	<i>extension</i>	<i>varchar</i>	4	-
6	<i>nama_pengirim</i>	<i>varchar</i>	50	-
7	<i>status_tiket</i>	<i>int</i>	5	-
8	<i>response</i>	<i>varchar</i>	100	-
9	<i>user_id</i>	<i>int</i>	11	-
10	<i>teknisi</i>	<i>varchar</i>	25	-
11	<i>registration_time</i>	<i>timestamp</i>	-	-
12	<i>completion_time</i>	<i>timestamp</i>	-	-

Tabel 5. Struktur Tabel *Users*

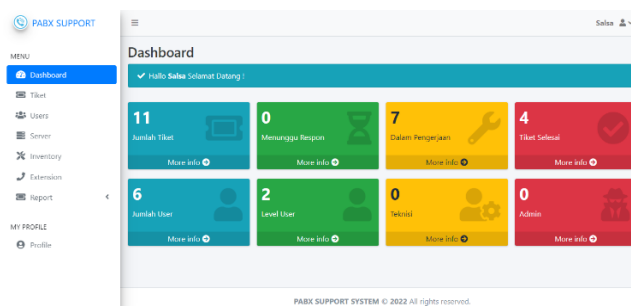
No	Field Name	Type Data	Field Size	Keterangan
1	<i>id_user*</i>	<i>int</i>	11	<i>Primary Key</i>
2	<i>username</i>	<i>varchar</i>	30	-
3	<i>password</i>	<i>text</i>	-	-
4	<i>email</i>	<i>varchar</i>	30	-
5	<i>plant</i>	<i>varchar</i>	15	-
6	<i>departement</i>	<i>varchar</i>	20	-
7	<i>no_wa</i>	<i>varchar</i>	20	-
8	<i>level_user</i>	<i>int</i>	11	-

4.4 Tampilan Sistem

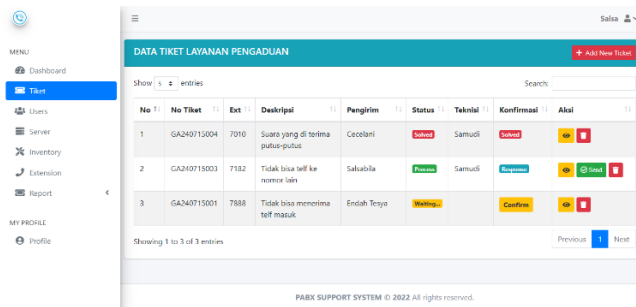
Setelah melakukan rancangan *wireframe* maka selanjutnya penulis akan membuat sistem yang disesuaikan dengan rancangan *wireframe* tersebut. Berikut merupakan sistem yang sudah dibuat, antara lain:

Gambar 4. Tampilan Halaman *Login*

Gambar 4 berisi formulir untuk *user* dapat masuk ke sistem. *User* diminta untuk memasukkan email yang sebelumnya sudah didaftarkan beserta passwordnya. sistem akan mengecek apakah email sudah terdaftar, kemudian mengecek apakah akun sudah aktif, dan mengecek apakah password yang dimasukan sudah sesuai dengan yang didaftarkan. jika seluruh kondisi tersebut dapat dipenuhi, maka sistem akan mengarahkan *user* ke menu dashboard. dan jika kondisi tersebut tidak terpenuhi maka sistem akan mengarahkan ke tampilan login kembali.

Gambar 5. Tampilan Halaman *dashboard*

Gambar 5 berisi tampilan visual yang menyajikan informasi penting. Ketika data tiket *user* sudah diinput dalam satu halaman, admin dapat dengan mudah untuk melihat semua data tiket *user* tersebut. di dalam halaman dashboard ini, admin PABX dapat melihat berapa jumlah tiket pengaduan yang masuk, jumlah tiket pengaduan yang masih menunggu, jumlah tiket pengaduan yang sedang dalam pengerjaan, dan jumlah tiket pengaduan yang sudah selesai, serta dapat melihat berapa jumlah pengguna yang aktif, jumlah level *user*, teknisi, dan admin.



Gambar 6. Tampilan Halaman Tiket

Gambar 6 berisi seluruh tiket pengaduan yang masuk ke sistem. Halaman ini memungkinkan admin untuk melihat seluruh tiket pengaduan yang telah masuk ke sistem dan meninjau status dari setiap tiket pengaduan yang masuk. Halaman ini dapat diakses oleh admin PABX.

4.5 Pengujian Black Box

Berikut ini merupakan hasil implementasi dari usulan sistem yang baru berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya dan juga telah melalui pengujian menggunakan metode *black box testing* (Febriyanti et al., 2021), dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Pengujian Black Box

No	Fitur yang Diuji	Skenario dan Hasil Uji		
		Aktivitas	Hasil	Status
1	Login	Login dengan <i>username</i> dan <i>password</i>	Actor berhasil mengakses aplikasi	Valid
2	Logout	Klik tombol <i>logout</i> untuk keluar dari aplikasi	Actor berhasil keluar dari aplikasi dan menampilkan halaman <i>login</i>	Valid
3	Open Tiket	Membuat tiket baru dan mengisi <i>form</i> tambah tiket	Actor berhasil membuat tiket pengaduan dan menampilkan <i>alert</i> berhasil	Valid
4	Hapus Tiket	Klik tombol hapus pada laporan tiket	Actor berhasil menghapus data tiket pengaduan	Valid
5	Memberi Tanggapan	Memberi tanggapan untuk <i>actor</i> yang membuat tiket baru	Actor berhasil memberikan tanggapan	Valid

No	Fitur yang Diuji	Skenario dan Hasil Uji		
		Aktivitas	Hasil	Status
6	Konfirmasi Teknisi	Mengirim pesan kepada teknisi agar dilakukan perbaikan	Actor berhasil mengirim pesan kepada teknisi	Valid
7	Close Tiket	Menutup tiket setelah selesai dilakukan perbaikan	Actor berhasil menutup tiket	Valid
8	Tambah Data	Mengisi <i>form</i> tambah data	Actor berhasil menambahkan data baru	Valid
9	Edit Data	Mengisi <i>form</i> ubah data	Actor berhasil mengubah data	Valid
10	Hapus Data	Klik tombol hapus pada data	Actor berhasil menghapus data	Valid
11	Cetak Laporan	Melakukan kelola laporan untuk keperluan rekap akhir	Actor berhasil mencetak <i>file</i> laporan yang dibutuhkan	Valid
12	Ubah Password	Mengisi <i>form</i> ubah <i>password</i>	Actor berhasil mengubah <i>password</i>	Valid
13	Download Nomor Extension	Mengunduh nomor <i>extension</i>	Actor berhasil mengunduh nomor <i>extension</i>	Valid

5 SIMPULAN

Berdasarkan penjelasan-penjelasan yang telah diuraikan di atas maka didapatkan kesimpulan bahwa proses laporan pengaduan kerusakan PABX memerlukan waktu yang lama karena melibatkan beberapa tahapan. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk memperbaiki dan mempercepat proses pengaduan dengan cara menyederhanakan tahapan, mengotomatisasi proses, serta meningkatkan sistem komunikasi dan responsivitas untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan agar pengaduan dapat segera diterima dan ditangani oleh teknisi. Solusi yang dapat diambil adalah dengan mengimplementasikan sistem pelaporan kerusakan yang berbasis *web*. Dengan demikian, teknisi dapat menerima notifikasi pengaduan secara langsung tanpa harus kembali ke kantor, sehingga dapat mempercepat penanganan kerusakan dan efisiensi waktu. Sistem informasi yang diperlukan harus mampu mengelola pengaduan dan administrasi perbaikan PABX secara efektif, dengan fitur-fitur yang mendukung otomatisasi *input* data, validasi untuk mencegah data terlewat, serta pemeriksaan dan pelaporan yang akurat. Pengembangan sistem dilakukan dengan tepat waktu dan kebutuhan *user* dapat diimplementasikan di hasil akhir. Sistem Informasi Pengaduan dan Administrasi PABX dapat membantu memudahkan petugas dalam menangani pengaduan dari *user* dan komunikasi internal pegawai antar bagian di perusahaan dapat berjalan lebih baik dan lebih efisien dari sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, N. & Irmulvani, D. . (2022). Sistem Informasi Manajemen Pengelolaan Administrasi Masjid Di Masjid Agung an – Nur Pekanbaru. *SisInfo*, 4(2), 78–84.
- Ardiansyach, A. (2024). *Rancang Bangun Sistem Informasi Pelayanan Administrasi dan Pengaduan Masyarakat Desa Berbasis Website*.
- Astianie, N., Afrizal, T. & R. (2022). Membangun Aplikasi Perbaikan Kendaraan Operasional Pada

- Kelurahan Munjul. *Semnas Ristek*, 6(1), 554–559.
- Daud, R. F. (2021). Dampak Perkembangan Teknologi Komunikasi Terhadap Bahasa Indonesia. *Jurnal Interaksi*, 5(2), 252–269.
- Dharmawan, W.S., Purwaningtias, D., & Risdiansyah, D. (2018). Penerapan Metode SDLC Waterfall Dalam Perancangan Sistem Informasi Administrasi Keuangan Berbasis Desktop. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, VI(2), 159–167.
- Febriyanti, N. M. D., Sudana, K. O. & Piarsa, I. N. (2021). Implementasi Black Box Testing pada Sistem Informasi Manajemen Dosen. *JITTER-Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, 2(112).
- Fibrianto, A., & Yuniar, A. (2019). *Technological Development and its Impact on Community Social Behavior*. <https://doi.org/10.2991/icskse-18.2019.42>
- Hamdy, A.R., Budiman, Nursyanti, R. & Setiana, E. (2024). Peningkatan Kinerja Administrasi Melalui Aplikasi E-Office. *Sis Info*, 6(1), 20–33.
- Nugroho, B. A. & F. F. . (2024). Rancang Bangun Sistem Informasi Pengaduan Masyarakat Payung Sekaki Pekanbaru Berbasis Web. *IJRSE: Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering*, 4(2), 157–168.
- Nursyanti, R., Rakhman, R.Y., Ramdani, A. (2022). Aplikasi Berbasis Web Untuk Pencatatan Point Pelanggaran Dan Sanksi Terhadap Siswa (Studi Kasus Di SMK Bakti Nusantara 666 Cileunyi). *SisInfo*, 4(1), 13–20.
- Prabowo, M. (2020). *Metodologi pengembangan sistem informasi*. LP2M IAIN Salatiga.
- Ramadani, D.P. & Firdaus, R. (2024). Evolusi Sistem Informasi Manajemen Dari Manual ke Otomatis. *Jurnal Intelek Dan Cemdikiawan Nusantara*, 1(3), 4131–4141.
- Sawir, M. (2021). *Ilmu Administrasi Dan Analisis Kebijakan Publik Konseptual Dan Praktik*. DEEPUBLISH.
- Setiawan, H. S. (2021). *Hukum Kontrak: Teori dan Teknik Penyusunan Kontrak*. Sinar Grafika.
- Susilowati, Y. (2019). *Kompetensi Keahlian Bisnis Daring dan Pemasaran*. Mutiara Publisher.
- Wijaya, A.R., Siregar, M. & Kartika, D. (2023). Perencanaan Strategis Sistem Informasi sebagai Pendukung Optimalisasi Layanan Pendidikan di Sekolah Dasar. *Direktori Analisis Strategi Dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(1), 1–12.

Perancangan Sistem Presensi Magang Berbasis Web dengan QR Code pada DPMPTSP Kota Bandung

Herlyna Ismayanti, Rita Komalasari

Manajemen Informatika, Informatika Komputer, Politeknik LP3I
Email: herlynaismayanti.r22mi@plb.ac.id, ritakomalasari@plb.ac.id

Diterima:
24 Januari 2025

Diterima Setelah Revisi:
13 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Sistem presensi magang manual yang umum digunakan memiliki berbagai kekurangan, seperti risiko kecurangan, kesulitan dalam pemantauan secara *real-time*, dan lambatnya pengolahan data. Studi ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem presensi berbasis web menggunakan QR Code di DPMPTSP Kota Bandung. Metodologi yang digunakan adalah SDLC dengan model Waterfall, yang melibatkan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem ini memanfaatkan teknologi QR Code untuk mencatat kehadiran peserta magang secara otomatis serta memiliki fitur tambahan, seperti pengajuan izin dan laporan kehadiran *real-time* yang dapat diunduh. Hasil uji coba dengan metode *black-box* menunjukkan bahwa sistem beroperasi dengan baik dan memenuhi kebutuhan fungsional serta non-fungsional yang telah ditetapkan. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi serta akurasi pencatatan kehadiran. Meskipun sistem ini telah diuji dan berjalan dengan baik, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam pengujian jangka panjang serta adopsi pengguna di berbagai lingkungan kerja. Penyesuaian lebih lanjut mungkin diperlukan untuk meningkatkan skalabilitas serta kompatibilitas sistem dengan berbagai infrastruktur.

Kata Kunci: *Presensi Magang, QR Code, Sistem Berbasis Web*

Abstract

The commonly used manual internship attendance system has several drawbacks, such as the risk of fraud, difficulties in real-time monitoring, and slow data processing. This study aims to design and implement a web-based attendance system using QR codes at DPMPTSP Kota Bandung. The methodology used is SDLC with the Waterfall model, which involves the stages of requirements analysis, design, implementation, testing, and maintenance. This system utilizes QR code technology to automatically record interns' attendance and includes additional features such as leave requests and real-time downloadable attendance reports. Black-box testing results indicate that the system operates effectively and meets the predefined functional and non-functional requirements. The implementation of this system is expected to improve the efficiency and accuracy of attendance recording. Although the system has been tested and functions well, this study still has limitations in terms of long-term testing and user adoption in various work environments. Further adjustments may be required to enhance the system's scalability and compatibility with different infrastructures.

Keywords: *Internship Attendance, QR Code, Web-based System*

1 PENDAHULUAN

Teknologi membawa perubahan signifikan di sektor publik yang mendukung transformasi digital dalam administrasi pemerintahan (Komalasari et al., 2024). Namun, tantangan adaptasi masih dihadapi oleh banyak instansi pemerintah (Komalasari, 2020). Di DPMPTSP Kota Bandung, meskipun ada upaya adopsi teknologi dalam layanan perizinan, sistem presensi magang belum diterapkan secara optimal. Sistem yang pernah diterapkan hanya berjalan sekali karena keterbatasan fasilitas dan dukungan.

Sistem presensi, yang berfungsi untuk mencatat dan mengevaluasi kehadiran individu dalam kegiatan tertentu (A. Hamdani et al., 2024), sangat penting dalam konteks magang, di mana kehadiran merupakan indikator penting dalam penilaian akhir. Meskipun metode manual dengan tanda tangan menjadi cara yang umum digunakan, sistem ini memiliki banyak kelemahan, seperti risiko kecurangan, kesulitan dalam pemantauan kehadiran secara *real-time*, dan pengolahan data yang lambat. Oleh karena itu, penerapan teknologi yang lebih modern dalam sistem presensi menjadi solusi yang sangat diperlukan.

Beragam studi telah membuktikan bahwa penggunaan teknologi dapat mengoptimalkan efisiensi dalam proses presensi. Zain et al. dalam penelitiannya menunjukkan bahwa sistem berbasis web lebih efektif dibandingkan metode manual, dengan mengurangi risiko kehilangan data dan duplikasi (Zain et al., 2021). Selain itu, penelitian oleh Dwitama dan Bagus Wijaya menggunakan teknologi RFID berbasis IoT, yang memungkinkan presensi otomatis menggunakan perangkat sederhana, namun memerlukan perangkat khusus seperti *tag* dan *reader* (Dwitama & Bagus Wijaya, 2024). Di sisi lain, QR Code, seperti yang dijelaskan oleh Hamdani et al., menawarkan kemudahan dan kecepatan dalam pencatatan kehadiran (Hamdani et al., 2024). QR Code yang dihasilkan dapat dipindai menggunakan *smartphone*, yang membuat proses ini jauh lebih praktis dan cepat dibandingkan sistem lainnya.

Sufri et al juga menegaskan bahwa QR Code adalah teknologi dengan biaya rendah yang fleksibel dan dapat diakses dengan perangkat yang sudah umum digunakan, seperti *smartphone* atau laptop yang memiliki kamera (Sufri et al., 2019). Selain QR Code, terdapat berbagai teknologi lain yang telah diterapkan dalam sistem presensi, seperti *Near Field Communication* (NFC) dan biometrik. NFC memungkinkan pencatatan kehadiran dengan cara mendekatkan perangkat ke pemindai, sehingga prosesnya menjadi lebih cepat dibandingkan QR Code (Affandi et al., 2020). Namun, penggunaan teknologi ini memerlukan perangkat yang mendukung NFC serta infrastruktur tambahan seperti reader khusus, yang dapat menjadi hambatan dalam implementasi, terutama dari segi biaya dan ketersediaan perangkat yang kompatibel.

Di sisi lain, biometrik seperti pemindaian sidik jari dan pengenalan wajah menawarkan tingkat keamanan yang lebih tinggi karena mampu mengidentifikasi individu secara langsung tanpa memerlukan kartu atau kode akses tambahan (Maulidina azzahra et al., 2024). Teknologi ini efektif dalam mencegah manipulasi kehadiran, tetapi membutuhkan investasi yang lebih besar dalam hal perangkat keras dan pemeliharaan sistem agar tetap berfungsi optimal.

Dari berbagai metode yang ada, QR Code menjadi pilihan yang lebih efisien dan praktis untuk diterapkan di DPMPTSP Kota Bandung. Teknologi ini tidak hanya lebih hemat biaya, tetapi juga fleksibel dalam penggunaannya karena tidak memerlukan perangkat tambahan khusus. Dengan kemudahan implementasi serta aksesibilitas yang luas, QR Code menjadi solusi ideal untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pencatatan kehadiran peserta magang.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Presensi

Presensi dapat diartikan sebagai cara pencatatan kehadiran individu atau kelompok dalam suatu acara yang telah dijadwalkan sebelumnya (Deng et al., 2021). Hal ini memiliki kaitan erat dengan penerapan disiplin di berbagai lingkungan kerja, pendidikan, atau magang. Pada program

magang, presensi menjadi aspek yang sangat penting karena menjadi indikator utama untuk menilai kehadiran dan keterlibatan peserta dalam kegiatan.

2.2 Website

Menurut Brügger yang dikutip oleh (Kerac et al., 2023), istilah situs web mengacu pada entitas yang didasarkan pada protokol dan bahasa *mark-up* yang berasal dari *World Wide Web* dalam arti yang paling luas dibandingkan dengan “kelompok” file lain di internet. Sebuah situs web dapat dipandang sebagai sistem dan produk yang lengkap. Situs web terdiri dari sekumpulan antarmuka dan atribut fungsional yang bekerja sama untuk memberikan tingkat kegunaan, kinerja, dan estetika yang tinggi kepada pengguna. Tujuan utama dari sebuah situs web adalah untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan pengguna sambil memastikan kepuasannya di pasar yang kompetitif serta layanan informasi. Website memiliki berbagai kegunaan, termasuk sebagai sarana penyimpanan data dan informasi yang terkait dengan organisasi atau perusahaan. Dengan desain berbasis klien/server, website juga memungkinkan interaksi yang mudah antara pengguna dan sistem melalui antarmuka grafis yang ramah pengguna.

2.3 QR Code (*Quick Response Code*)

QR code adalah objek yang cukup sederhana: matriks persegi blok hitam dan putih dengan kotak hitam yang lebih besar diposisikan di tiga sudutnya, sering kali hanya berukuran beberapa sentimeter, dapat dicetak di atas kertas, stiker, label, dan permukaan, atau ditampilkan di layar. Bagi pengguna manusia yang sudah terbiasa dengannya, kode ini merupakan kesempatan untuk melakukan interaksi yang dimediasi oleh perangkat digital. Bagi pengguna mesin yang mampu menafsirkannya, QR code adalah serangkaian data yang disandikan yang tersembunyi di antara piksel-piksel gambar digital, yang dimaksudkan untuk diidentifikasi dan diterjemahkan. Secara fungsional, QR code tidak jauh berbeda dengan *barcode* - kode ini menyertai sebuah objek, lokasi, atau orang; dapat dipindai; dan berisi semacam data - hanya saja, alih-alih terdiri dari batang-batang, kode ini terbuat dari balok-balok persegi (de Seta, 2023).

2.4 API (*Application Programming Interface*)

API menyediakan abstraksi untuk suatu masalah serta mengatur cara klien berinteraksi dengan elemen perangkat lunak yang mengimplementasikan solusi untuk masalah tersebut. Komponen tersebut umumnya disebarkan dalam bentuk pustaka perangkat lunak, sehingga dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi. Pada dasarnya, API menetapkan komponen yang dapat digunakan kembali, memungkinkan integrasi fungsionalitas modular ke dalam aplikasi pengguna akhir (Barry & Dick, 2013).

2.5 PHP (*Hypertext Preprocessor*)

PHP adalah bahasa skrip yang berjalan di server dan sering digunakan untuk membuat situs web. PHP tersedia untuk pengembang dari semua tingkat pengalaman karena bersifat *open-source* dan bebas biaya untuk digunakan. PHP dapat langsung disisipkan ke dalam kode HTML, membuatnya sangat cocok untuk pengembangan web (Apiag et al., 2023). Dengan menggunakan PHP, *developer* dapat menciptakan situs web dinamis yang mampu berinteraksi langsung dengan *database* dan menampilkan data secara otomatis. Dalam konteks sistem presensi magang berbasis web, PHP digunakan untuk mengelola berbagai proses seperti pengolahan data pengguna, pencatatan presensi, serta pembuatan laporan kehadiran yang dihasilkan secara otomatis oleh sistem.

2.6 MySQL

MySQL merupakan sistem pengelolaan basis data *open-source* yang memiliki popularitas tinggi di seluruh dunia. *Database* adalah tempat penyimpanan data yang penting untuk semua aplikasi perangkat lunak. Sebagai contoh, setiap kali seseorang melakukan pencarian web, masuk ke dalam akun, atau menyelesaikan transaksi, *database* menyimpan informasi sehingga dapat diakses di masa mendatang. MySQL unggul dalam tugas ini. SQL (*Structured Query Language*) adalah bahasa pemrograman yang berfungsi untuk mengambil, memperbarui, menghapus, dan memanipulasi data dalam basis data relasional. Seperti namanya, MySQL adalah basis data relasional berbasis SQL yang dirancang untuk menyimpan dan mengelola data terstruktur (Erickson, 2024).

2.7 CSS (*Cascading Style Sheets*)

CSS adalah bahasa yang mengatur visualisasi tampilan dan tata letak halaman web. CSS mengontrol segalanya, mulai dari jenis huruf dan warna yang digunakan hingga posisi elemen di layar. Tanpa CSS, web akan menjadi tempat yang menjemukan dan tidak teratur. Dengan menguasai CSS, dapat mengambil konsep desain dan mengubahnya menjadi kenyataan digital (Kaluvakuri, 2016).

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi SDLC model waterfall, yang memiliki lima tahapan kegiatan yaitu : analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Model ini dipilih karena menyajikan kerangka yang terstruktur dalam proses pengembangan sistem, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga pengujian dan pelatihan pengguna (Hossain, 2023).

Pemilihan model Waterfall dibandingkan dengan Agile atau metode pengembangan lainnya didasarkan pada pertimbangan bahwa kebutuhan fungsional dari pengguna telah terdokumentasi dengan baik sejak awal. Dengan demikian, pendekatan ini lebih efisien dibandingkan Agile, yang lebih fleksibel dan cenderung lebih sesuai untuk proyek dengan kebutuhan yang dapat berubah secara dinamis. Waterfall memungkinkan proses pengembangan berjalan secara sistematis dan terstruktur, sehingga mengurangi risiko perubahan spesifikasi yang dapat menghambat progres proyek.

3.1 Analisis Kebutuhan

Langkah awal metode ini adalah melakukan analisis yang menjadi kebutuhan dasar dalam pengembangan sistem presensi berbasis web. Penulis mengidentifikasi kebutuhan yang harus dipenuhi dalam sistem ini dikategorikan menjadi dua, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan nonfungsional.

Kebutuhan Fungsional : Sistem menyediakan fitur registrasi dan login bagi admin dan peserta untuk menjaga keamanan akses; Sistem menghasilkan QR Code unik setiap hari, yang hanya berlaku selama jam kerja untuk memastikan validitas data; Peserta dapat mengajukan izin atau laporan sakit dengan mengunggah dokumen pendukung melalui sistem; Admin dapat mengelola data pengguna, termasuk aktivasi dan penonaktifan peserta magang yang sudah selesai; Sistem menghasilkan laporan presensi *real-time* yang dapat diunduh dalam format PDF dan Excel.

Kebutuhan Non Fungsional: Sistem dirancang untuk *user-friendly* dengan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan; Data presensi dan login dilindungi oleh enkripsi untuk memastikan keamanan informasi; Sistem dapat digunakan secara fleksibel tanpa batasan waktu dan lokasi melalui perangkat yang kompatibel; Keamanan sistem terjamin dengan fitur *login* dan *logout* untuk memastikan hanya pengguna yang berwenang dapat mengakses data.

3.2 Perancangan

Pada tahap ini, proses perancangan sistem dilakukan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), yang mencakup perancangan untuk menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan, perancangan *use case* diagram yang mendefinisikan aktor serta interaksi mereka dengan sistem, dan perancangan *class* diagram untuk menyusun struktur data serta relasi antar kelas dalam sistem.

3.3 Implementasi Sistem

Tahap implementasi melibatkan pengembangan sistem presensi berbasis web menggunakan Visual Studio Code dan XAMPP. Visual Studio Code digunakan untuk pemrograman, sedangkan XAMPP menyediakan server lokal dan basis data MySQL. Proses dimulai dengan konfigurasi lingkungan pengembangan, pembuatan direktori proyek, dan pengkodean fitur utama, seperti login, presensi QR Code, pengajuan izin, dan pembuatan laporan.

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem berjalan lancar di berbagai browser. Setelah diaktifkan melalui XAMPP, sistem diakses melalui localhost/apkpresensi/public pada browser, dan data disimpan secara aman di basis data. Langkah ini memastikan seluruh fitur berfungsi sesuai kebutuhan pengguna.

3.4 Pengujian Sistem

Proses pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem presensi berbasis web berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional dan nonfungsional. Metode yang digunakan adalah pengujian berbasis *black-box testing*, yang menitikberatkan pada proses pengujian fungsi-fungsi utama tanpa melihat kode sumber.

Pengujian dilakukan dengan menguji setiap fitur, seperti registrasi, login, presensi menggunakan QR Code, pengajuan izin, pengunggahan dokumen, dan pembuatan laporan. Hasil uji coba mengindikasikan bahwa sistem mampu dijalankan dengan baik, termasuk kemampuan mengelola data secara *real-time* dan menghasilkan laporan yang sesuai dalam format PDF atau Excel.

Kesalahan atau kekurangan yang ditemukan selama pengujian diperbaiki hingga sistem sepenuhnya stabil dan siap untuk digunakan oleh admin dan peserta. Tahap ini memastikan sistem memenuhi standar kualitas yang diharapkan.

3.5 Pemeliharaan Sistem

Tahap pemeliharaan dilakukan setelah sistem presensi berbasis web berhasil diimplementasikan dan diuji. Tujuan dari tahap ini adalah menjamin bahwa sistem terus beroperasi secara optimal dan mampu menyesuaikan diri dengan kebutuhan yang mungkin berkembang di masa depan.

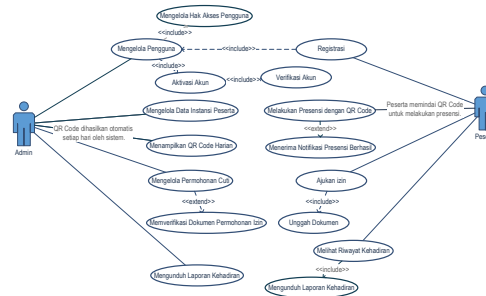
Pemeliharaan meliputi pemantauan rutin terhadap kinerja sistem, termasuk pemeriksaan integritas basis data, pembaruan fitur, dan perbaikan *bug* yang mungkin muncul setelah digunakan oleh pengguna. Selain itu, admin juga diberikan panduan untuk mengelola sistem secara mandiri, seperti menambahkan pengguna baru, mengelola laporan presensi, atau memproses izin peserta.

Jika diperlukan penyesuaian, seperti integrasi dengan perangkat baru atau peningkatan keamanan, sistem akan diperbarui tanpa mengganggu fungsionalitas utama. Dengan pemeliharaan yang terstruktur, sistem diharapkan dapat terus memberikan layanan yang andal dan memenuhi kebutuhan pengguna.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem yang dilakukan mencakup perancangan diagram usecase dan diagram class.



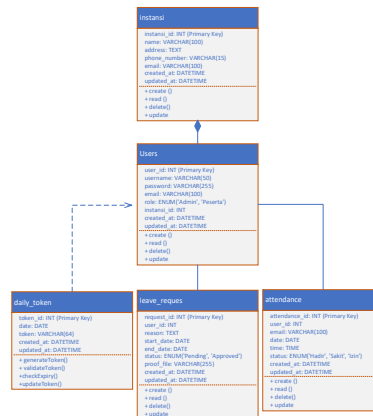
Gambar 1. Use Case Diagram

Diagram *Use Case* pada Gambar 1 menggambarkan berbagai aktivitas yang dilakukan pengguna dalam aplikasi sistem presensi ini. Berikut adalah penjelasannya:

Admin: Mengelola pengguna (registrasi, validasi, dan pengaktifan peserta); Mengelola informasi instansi tempat peserta magang; Menampilkan QR Code harian yang berubah otomatis setiap hari; Menyetujui atau menolak permohonan izin/sakit peserta; Memonitor dan melihat data presensi peserta, yang dapat diunduh dalam format PDF dan Excel.

Peserta: Melakukan scan QR Code harian yang ditampilkan oleh admin; Mengajukan izin atau sakit dengan melampirkan dokumen pendukung; Melihat riwayat presensi pribadi.

Fungsi Utama: Registrasi dan aktivasi peserta; Menampilkan QR Code harian; Presensi peserta melalui scan QR Code; Pengajuan dan persetujuan izin/sakit; Pembuatan laporan presensi dalam format PDF dan Excel.



Gambar 2. Class Diagram

Diagram *Class* pada Gambar 2 yang dirancang merepresentasikan sistem dengan beberapa kelas utama yang memiliki fungsi spesifik dan saling terhubung. Berikut adalah deskripsi dari setiap kelas:

Kelas Instansi: Kelas ini berfungsi untuk menyimpan informasi terkait instansi atau organisasi yang menjadi bagian dari sistem. Kelas ini memiliki relasi *one-to-many* dengan kelas *Users*, yang menunjukkan bahwa satu instansi dapat memiliki banyak pengguna terdaftar.

Kelas Users: Kelas ini bertanggung jawab untuk mengelola data semua pengguna dalam sistem. Kelas ini terhubung dengan tiga kelas lainnya melalui berbagai jenis relasi: Relasi dengan

kelas `daily_token` berupa *dependency* (digambarkan dengan garis putus-putus), menunjukkan bahwa kelas `Users` bergantung pada token harian untuk fungsi tertentu dalam sistem kehadiran; Relasi dengan kelas `leave_request` berupa *association*, yang memungkinkan pengguna untuk membuat permintaan cuti; Relasi dengan kelas `attendance` berupa *association*, yang memfasilitasi pencatatan kehadiran pengguna dalam sistem.

Kelas `daily_token`: Kelas ini berfungsi untuk mengelola token harian yang digunakan dalam proses sistem kehadiran. Token ini berguna untuk memastikan kehadiran pengguna tercatat secara unik setiap harinya. Hubungannya dengan kelas `Users` bersifat *dependency*, di mana token harian diperlukan untuk proses tertentu terkait pengguna.

Kelas `leave_reques`: Kelas ini menangani pengelolaan permintaan cuti dari pengguna. Melalui kelas ini, pengguna dapat mengajukan permohonan cuti, yang kemudian akan diproses oleh sistem. Relasi antara kelas ini dan kelas `Users` berupa *association*, yang menunjukkan bahwa permintaan cuti selalu terkait dengan pengguna tertentu.

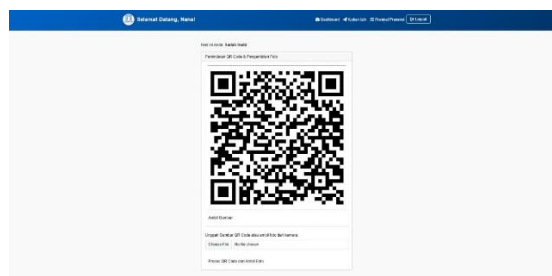
Kelas `attendance`: Kelas ini bertugas mencatat data kehadiran pengguna. Data ini mencakup waktu kedatangan, kepergian, serta status kehadiran lainnya. Sama seperti kelas `leave_request`, kelas `attendance` memiliki relasi *association* dengan kelas `Users`, di mana setiap catatan kehadiran terkait langsung dengan data pengguna tertentu.

4.2 Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem ini mencakup hasil penerapan desain serta pemenuhan kebutuhan dalam sistem presensi magang berbasis QR Code.

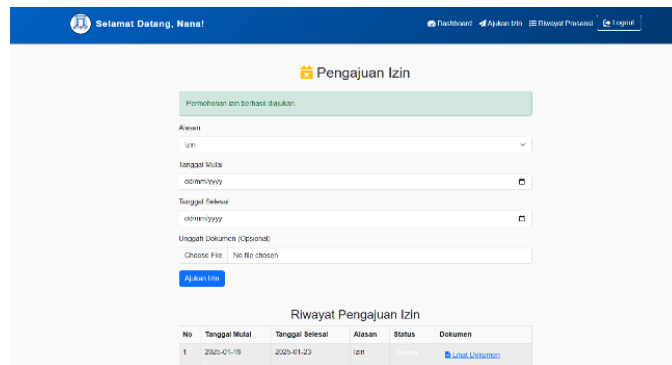
Halaman Registrasi digunakan oleh peserta magang yang belum memiliki akun. Setelah registrasi, data akan dikirim ke admin untuk diverifikasi. Jika disetujui, akun peserta diaktifkan dengan hak akses sebagai peserta, sehingga mereka dapat login ke sistem dan menggunakan fitur-fitur yang tersedia.

Halaman Login digunakan oleh admin dan peserta untuk mengakses sistem, pengguna perlu menginput alamat email serta kredensial kata sandi yang telah terdaftar. Sistem akan memverifikasi kredensial dan mengarahkan pengguna ke *dashboard* sesuai dengan peran mereka, baik sebagai admin maupun peserta.



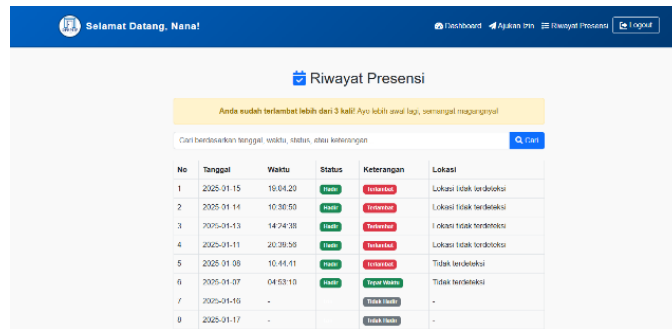
Gambar 3. Halaman Dashboard (User)

Halaman *Dashboard (User)* pada Gambar 3 dirancang untuk peserta magang sebagai pusat aktivitas mereka. Tampilan utamanya adalah fitur pemindaian QR Code yang ditampilkan oleh admin. Jika QR Code valid, data presensi akan otomatis tercatat dalam sistem tanpa perlu tindakan tambahan.



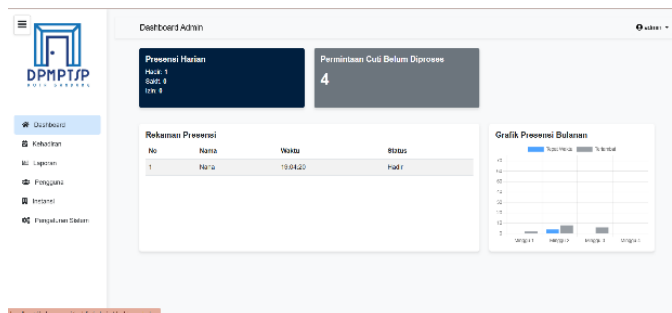
Gambar 4. Halaman Pengajuan Izin (User)

Halaman Pengajuan Izin (*User*) pada Gambar 4 digunakan oleh peserta untuk mengajukan izin atau sakit dan mengunggah bukti pendukung. Permohonan ini akan diproses oleh admin untuk disetujui atau ditolak berdasarkan dokumen yang dilampirkan.



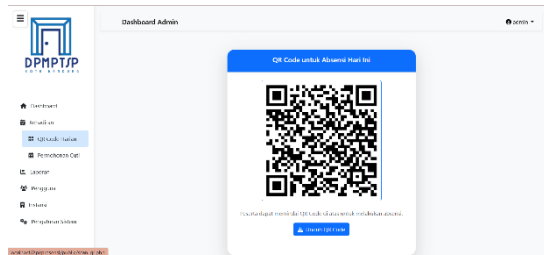
Gambar 5. Halaman Riwayat Presensi (User)

Halaman Riwayat Presensi (*User*) pada Gambar 5 menampilkan riwayat presensi peserta berdasarkan akun yang login. Peserta dapat melihat detail kehadiran mereka dan mengunduh data dalam format Excel atau PDF untuk keperluan dokumentasi.



Gambar 6. Halaman Dashboard (Admin)

Gambar 6 berisi Halaman *dashboard* admin menampilkan data presensi harian peserta, termasuk jumlah yang hadir, sakit, dan izin, jumlah permintaan izin yang belum diproses, informasi mengenai akun peserta yang aktif, rekaman presensi harian disajikan dalam bentuk table, dan grafik yang menggambarkan kehadiran peserta berdasarkan ketepatan waktu.

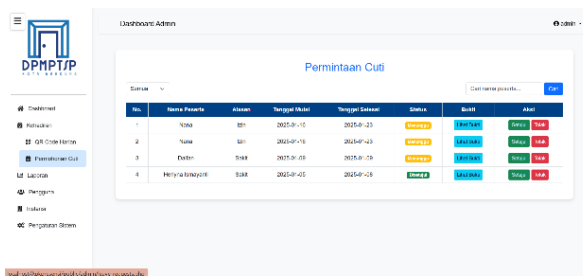


Gambar 7. Halaman QR Code Harian (Admin)

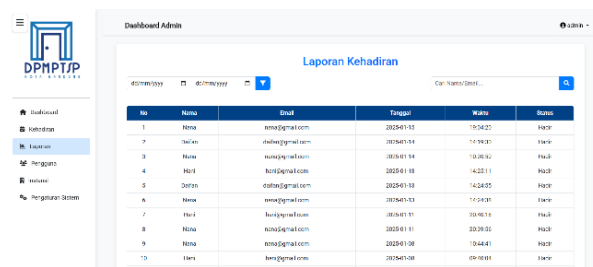
Halaman QR Code Harian (Admin) pada Gambar 7 menunjukkan QR code harian yang dipindai oleh peserta untuk keperluan presensi. QR code ini secara otomatis berubah setiap harinya melalui sistem, memastikan bahwa peserta hanya bisa melakukan presensi pada hari yang sesuai dengan kode yang terpasang.

Halaman Peminatan Cuti (Admin) pada Gambar 8 menunjukkan proses pengajuan izin dan sakit oleh peserta, di mana peserta dapat melampirkan dokumen pendukung untuk verifikasi. Admin kemudian mengevaluasi permintaan tersebut dan memutuskan apakah akan disetujui atau ditolak berdasarkan bukti yang diserahkan.

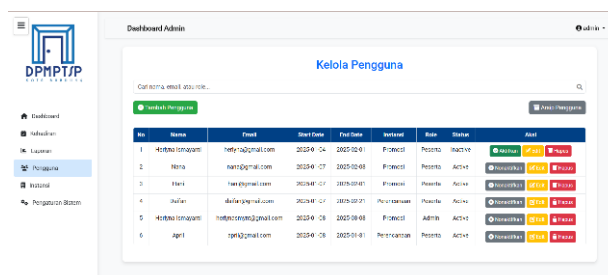
Gambar 9 yang berisi Laporan Kehadiran menunjukkan fitur laporan kehadiran peserta. Admin memiliki kemampuan untuk melihat seluruh riwayat presensi peserta dan dapat mengunduh data tersebut dalam format PDF atau Excel.



Gambar 8. Halaman Peminatan Cuti (Admin)

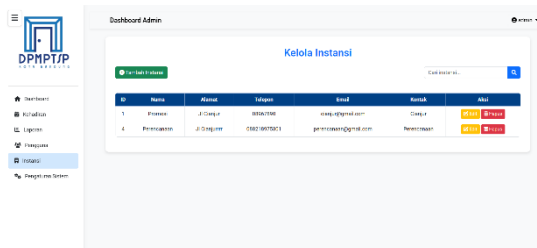


Gambar 9. Laporan Kehadiran



Gambar 10. Kelola Pengguna (Admin)

Gambar 10 menunjukkan tampilan pengelolaan pengguna di mana admin dapat memantau data seluruh pengguna yang terdaftar, memverifikasi dan mengaktifkan akun yang telah melakukan registrasi, serta menempatkan peserta magang pada instansi yang tepat. Hanya pengguna yang telah terverifikasi yang dapat mengakses sistem.



Gambar 11. Kelola Instansi (Admin)

Gambar 11 menunjukkan tampilan untuk mengelola instansi, di mana admin dapat melihat dan mengatur data instansi tempat peserta magang melakukan kegiatan.

4.3 Pengujian Sistem

Tahapan pengujian sistem menggunakan *black box* dilakukan untuk memastikan apakah admin dan peserta dapat masuk ke semua menu dari sistem presensi.

Tabel 1. Pengujian sistem untuk Admin

Menu	Data Masukan	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Halaman Register	Input Nama lengkap, email., password, tanggal mulai dan tanggal selesai magang	Berhasil melakukan registrasi dan dapat diproses oleh admin	Valid
Halaman Login/Logout	Input Email password tombol masuk /-	Sukses mengakses dashboard saat teks yang dimasukkan valid dan button login logout berfungsi	Valid
Menu Dashboard	Berhasil melakukan pemindaian QR Code	Pemindaian QR Code yang ditampilkan oleh admin. Jika QR Code valid, data presensi akan otomatis tercatat dalam sistem tanpa perlu tindakan tambahan.	Valid
Menu Pengajuan Izin	Berhasil melakukan pengajuan izin dan sakit	Berhasil mengajukan izin atau sakit dan mengunggah bukti pendukung. Permohonan ini berhasil diproses oleh admin untuk disetujui atau ditolak berdasarkan dokumen yang dilampirkan.	Valid

Menu	Data Masukan	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Menu Riwayat Presensi	Berhasil melihat riwayat presensi (Read) dan mendownload laporan	Berhasil menampilkan riwayat presensi peserta berdasarkan akun yang login, dapat melihat detail kehadiran dan mengunduh data dalam format Excel atau PDF	Valid

Tabel 2. Pengujian sistem untuk User (Peserta)

Menu	Data Masukan	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Halaman Register	Input Nama lengkap, email., password, tanggal mulai dan tanggal selesai magang	Melakukan registrasi dan dapat diproses oleh admin	Valid
Halaman Login/Logout	Input Email password tombol masuk /-	Sukses mengakses dashboard apabila data yang dimasukkan valid dan button login logout berfungsi	Valid
Menu Dashboard	Berhasil melihat informasi data	Menampilkan data termasuk jumlah yang hadir, sakit, dan izin, jumlah permintaan izin yang belum diproses, informasi mengenai akun peserta yang aktif, rekaman presensi harian disajikan dalam bentuk table, dan grafik	Valid
Menu QR Code Harian	Berhasil menampilkan dan mendownload QR Code	Menampilkan QR code harian yang secara otomatis berubah setiap harinya dan dapat diunduh	Valid
Menu Pengajuan Sakit dan Izin	Berhasil memverifikasi dan menyetujui atau menolak permintaan izin	Memverifikasi data berupa izin / sakit dan memutuskan apakah akan disetujui atau ditolak berdasarkan bukti yang diserahkan.	Valid
Menu Laporan Kehadiran	Berhasil melihat riwayat presensi (Read) dan mendownload laporan	Menampilkan seluruh riwayat presensi kehadiran peserta dan dapat mengunduh data tersebut dalam format PDF atau Excel.	Valid

Menu	Data Masukan	Hasil yang diharapkan	Kesimpulan
Menu Kelola Pengguna	Berhasil memverifikasi, mengaktifkan akun dan menempatkan peserta magang pada instansi	Menampilkan data seluruh pengguna yang terdaftar, memverifikasi dan mengaktifkan akun yang telah melakukan registrasi, serta menempatkan peserta magang pada instansi yang tepat.	Valid
Menu Kelola Instansi	Berhasil melakukan Create, Read, Update, Delete dan Search data	Menampilkan, menambah, mengedit, menghapus dan mencari data instansi tempat peserta magang melakukan kegiatan.	Valid

5 SIMPULAN

Hasil riset mengungkapkan bahwa implementasi sistem presensi berbasis web dengan teknologi QR Code mampu meningkatkan efektivitas dan ketepatan dalam merekam kehadiran peserta magang di DPMPPTSP Kota Bandung. Fitur-fitur seperti QR Code harian yang otomatis, pengajuan izin, serta laporan presensi yang dapat diunduh dalam format PDF atau Excel memberikan kemudahan bagi admin dan peserta. Pengujian menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan stabil dan sesuai kebutuhan. Rekomendasi bagi penelitian selanjutnya dapat mencakup integrasi dengan sistem informasi lain, seperti manajemen kinerja peserta magang. Selain itu, dapat juga mengeksplorasi penerapan teknologi biometrik untuk meningkatkan keamanan sistem. Perihal pemantauan keberlanjutan pemeliharaan sistem perlu dilakukan secara berkala untuk memastikan performa sistem dapat optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Hamdani, Nisyak, H., Fithriyah, N., Khoiri, S. A., & Adiman, M. F. (2024). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PRESENSI GURU BERBASIS WEB. *JUSTIFY: Jurnal Sistem Informasi Ibrahimy*, 3(1 SE-Articles), 21–29. <https://doi.org/10.35316/justify.v3i1.5070>
- Affandi, L., Ekojono, & Rizaldi, A. (2020). Sistem Presensi Menggunakan Nfc Smartphone Android Dan Raspberry Pi (Studi Kasus Politeknik Negeri Malang). *Jurnal Informatika Polinema*, 6(3), 75–82. <https://doi.org/10.33795/jip.v6i3.299>
- Apiag, C., Cadiz, E., & Lincopinis, D. (2023). *A Review on PHP Programming Language*.
- Barry, D. K., & Dick, D. (2013). Introduction. In D. K. Barry & D. B. T.-W. S. Dick Service-Oriented Architectures, and Cloud Computing (Second Edition) (Eds.), *The Savvy Manager's Guides* (pp. xv–xvii). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398357-2.00021-X>
- de Seta, G. (2023). QR code: The global making of an infrastructural gateway. *Global Media and China*, 8(3), 362–380. <https://doi.org/10.1177/20594364231183618>
- Deng, P., Zhou, J., Lyu, J., & Zhao, Z. (2021). *Assessing Attendance by Peer Information*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.03148>
- Dwitama, N., & Bagus Wijaya, A. (2024). *Perancangan Sistem Presensi Siswa dengan RFID Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266*. 15(01). <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v15i1.2053>
- Erickson, J. (2024). *MySQL: Understanding What It Is and How It's Used*. Oracle.Com.

- <https://www.oracle.com/id/mysql/what-is-mysql/>
- Hamdani, D., Purno, A., Wibowo, W., & Heryono, H. (2024). Perancangan Sistem Presensi Online dengan QR Code Menggunakan Metode Prototyping Designing an Online Attendance System with QR Code Using Prototyping Method. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*. <https://doi.org/10.34010/jati.v14i1>
- Hossain, M. (2023). Software Development Life Cycle (SDLC) Methodologies for Information Systems Project Management. *International Journal For Multidisciplinary Research*. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i05.6223>
- Kaluvakuri, S. (2016). Harnessing the Potential of CSS: An Exhaustive Reference for Web Styling. *Engineering International*, 4, 95–110. <https://doi.org/10.18034/ei.v4i2.682>
- Kerac, J., Golubović, G., & Milic, N. (2023). *Application of Jakob Nielsen's heuristics: case study on cosmetic websites*.
- Komalasari, R. (2020). Manfaat Teknologi Informasi dan Komunikasi di Masa Pandemi Covid 19. *TEMATIK*, 7(1 SE-Articles). <https://doi.org/10.38204/tematik.v7i1.369>
- Komalasari, R., Si, S., Kom, M., Widiyans, J., Budanis, M., Meilani, D., & Ng, D. (2024). *PENGANTAR ILMU KOMPUTER (TEORI KOMPREHENSIF PERKEMBANGAN ILMU KOMPUTER TERKINI)*.
- Maulidina azzahra, Seni Fidyawati, Syabrina Nur Azizah, & Durinda Puspasari. (2024). Efektifitas Implementasi Teknologi Biometrik Fingerprint Recognition sebagai Presensi Pegawai PT. Sinergi Gula Nusantara Unit PG Tjoekir. *ATRABIS Jurnal Administrasi Bisnis (e-Journal)*, 10(1), 177–186. <https://doi.org/10.38204/atrabis.v10i1.1947>
- Sufri, R., Away, Y., & Munadi, R. (2019). Analisis Kinerja Penggunaan Radio Frequency Identification (Rfid) Dan Quick Response Code (Qr Code) Pada Pencarian Data Medis. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 2(1), 73. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v2i1.1419>
- Zain, A. R., Junio Priyaditama, F., & Hermawan, I. (2021). Perancangan Sistem Presensi Guru Berbasis Web Menggunakan Metodologi Waterfall. In *Perancangan Sistem Presensi Guru Berbasis Web Menggunakan Metodologi as JURNAL MULTINETICS* (Vol. 7, Issue 2).

Penerapan Metode SCRUM pada Perancangan Sistem ERP Modul Sales & Marketing di PT Dunia Sandang Pratama

Maya Sri Nuraeni, Agus Salim

Manajemen Informatika, Politeknik LP3I

Email: mayasarinuraeni.r22mi@plb.ac.id, agussalim@plb.ac.id

Diterima:
4 Februari 2025

Diterima Setelah Revisi:
24 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Dalam era digitalisasi saat ini, penerapan sistem *Enterprise Resource Planning (ERP)* menjadi langkah strategis bagi perusahaan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional. Penelitian ini menyoroti implementasi metode SCRUM dalam pengembangan modul Sales & Marketing pada sistem ERP di PT Dunia Sandang Pratama. Modul ini dirancang untuk mengintegrasikan berbagai proses bisnis, termasuk pengelolaan *customer*, pemrosesan pesanan dan penjualan, Analisa *tren* pasar, serta perumusan strategi pemasaran berbasis data. Evaluasi sistem dilakukan oleh lima pengguna yang menunjukkan bahwa konfigurasi sistem berjalan dengan baik dan mampu memenuhi kebutuhan bisnis, terutama dalam mengelola pelanggan, meningkatkan efisiensi penjualan, serta menyediakan laporan analisis yang lebih akurat. Penerapan metode SCRUM dengan pendekatan iterative dan fleksibel telah membuat sistem beradaptasi dengan kebutuhan perusahaan yang terus berkembang. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa sistem ERP yang dikembangkan mendukung transformasi digital dan meningkatkan daya saing PT Dunia Sandang Pratama di Industri Tekstil

Kata Kunci: ERP, Sales & Marketing, SCRUM, Manajemen Pelanggan, Analisa Penjualan

Abstract

In today's digital era, the implementation of an Enterprise Resource Planning (ERP) system is a strategic step for companies in increasing operational effectiveness and efficiency. This study highlights the implementation of the SCRUM method in developing a Sales & Marketing module in the ERP system at PT Dunia Sandang Pratama. This module is designed to integrate various business processes, including customer management, order and sales processing, market trend analysis, and data-based marketing strategy formulation. The system evaluation was carried out by five users which showed that the system configuration was running well and was able to meet business needs, especially in managing customers, increasing sales efficiency, and providing more accurate analysis reports. The implementation of the SCRUM method with an iterative and flexible approach has made the system adapt to the company's growing needs. The results of this study prove that the developed ERP system supports digital transformation and increases the competitiveness of PT Dunia Sandang Pratama in the Textile Industry.

Keywords: ERP, Sales & Marketing, SCRUM, Customer Management, Sales Analysis

1 PENDAHULUAN

Dalam era digitalisasi, adopsi teknologi menjadi langkah strategis untuk meningkatkan daya saing dan operasional perusahaan. PT Dunia Sandang Pratama adalah perusahaan tekstil yang

memproduksi dan mendistribusikan kain serta menghadapi tantangan operasional yang menghambat pertumbuhan bisnisnya. Untuk memenuhi tuntutan pelanggan dan mengoptimalkan proses bisnis, perusahaan membutuhkan transformasi digital dengan solusi teknologi yang dapat membantu operasi secara terintegrasi dan real-time. Banyaknya pesanan dan kompleksitas operasional dalam pengadaan bahan baku, produksi, distribusi, serta pencatatan keuangan mengharuskan perusahaan mengintegrasikan seluruh proses bisnis dalam satu sistem.

Sebelumnya, PT Dunia Sandang Pratama menggunakan sistem Lempos yang memiliki keterbatasan fungsional, terutama dalam aspek pelaporan dan pemantauan. Sistem tersebut hanya mampu menangani *input* data dan proses transaksi dasar, tanpa kemampuan untuk menghasilkan laporan yang komprehensif atau melakukan *monitoring real-time*. Keterbatasan ini mengakibatkan kesulitan dalam pengambilan keputusan strategis dan operasional perusahaan. Untuk mengatasi tantangan tersebut, dilakukan pengembangan sistem *Enterprise Resource Planning (ERP)* yang mampu mengintegrasikan berbagai proses bisnis dalam satu *platform*. Sistem *Enterprise Resource Planning (ERP)* merupakan sistem informasi yang dirancang untuk mengintegrasikan proses bisnis, memungkinkan akses data secara real-time, dan meningkatkan efisiensi operasional efisiensi operasional. (Kuldeep & J, 2000).

Sistem ERP yang dikembangkan di PT Dunia Sandang Pratama tidak hanya memungkinkan integrasi seluruh proses bisnis tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan akurat. Salah satu modul utama yang dikembangkan (Kuldeep & J, 2000), adalah Sales & Marketing. Modul ini mencakup berbagai fungsi utama seperti manajemen hubungan dengan pelanggan (CRM), pemrosesan pesanan, pelacakan status penjualan, serta analisis *tren* pasar. Penerapan sistem ERP yang terintegrasi memungkinkan perusahaan untuk lebih efisien dalam mengelola data pelanggan, mempercepat transaksi dan meningkatkan akurasi pencatatan penjualan. (Nabilah Bilqis, 2023).

Sistem ERP Memungkinkan tim Sales & Marketing untuk mengakses data pelanggan dan transaksi secara *real-time*, yang sangat penting dalam menyusun strategi pemasaran berbasis data. Dengan analisis laporan yang lebih komprehensif, perusahaan dapat lebih mudah mengidentifikasi peluang bisnis dan menyusun strategi penjualan yang lebih efektif. Selain itu, integrasi dengan modul lain seperti manajemen stok dan keuangan memastikan bahwa seluruh proses bisnis berjalan lebih *sinkron*. (Sarah, 2023)

Dalam pengembangan sistem ERP ini, digunakan metodologi SCRUM yang merupakan bagian dari pendekatan Agile. Metodologi ini sederhana untuk diimplementasikan dan memungkinkan pengembangan sistem atau aplikasi dengan cepat. Metodologi ini memungkinkan pengembangan sistem secara iteratif dengan melibatkan pengguna secara langsung pada setiap tahap pengembangan. Dengan pendekatan SCRUM, proses pengembangan menjadi lebih fleksibel dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan, sehingga hasil akhir lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. (Fahmi & Abtokhi, 2022).

Tujuan dari pengembangan sistem ini adalah untuk meningkatkan efisiensi operasional PT Dunia Sandang Pratama melalui integrasi proses bisnis, termasuk manajemen stok, pemesanan dan pencatatan keuangan. Sistem ini juga diharapkan dapat mengatasi permasalahan *monitoring* pesanan yang sebelumnya tidak terfasilitasi di Lempos. Selain itu, sistem ini meningkatkan akurasi pelaporan keuangan perusahaan. Dengan adanya sistem ERP yang terintegrasi, perusahaan diharapkan dapat mempercepat pengambilan keputusan strategis, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan mendukung transformasi digital di tengah persaingan bisnis yang semakin ketat.

2 KAJIAN PUSTAKA

Enterprise Resource Planning (ERP) merupakan sistem terintegrasi yang meningkatkan efisiensi operasional dengan menyediakan akses data *real-time* dan pengelolaan bisnis yang lebih efektif. ERP mengintegrasikan data dari berbagai departemen kedalam satu *platform*, memungkinkan visibilitas operasional yang lebih baik dan pengambilan keputusan yang tepat (Marakas & O'Brien, 2013). Sistem ERP menjadi pusat bagi perusahaan dalam mengelola sumber daya secara

terkoordinasi, mulai dari pengadaan bahan baku, produksi, distribusi, hingga pencatatan keuangan. (Kuldeep et al., 2000). Menurut (Nabilah Bilqis, 2023), penerapan ERP memungkinkan tim Sales & Marketing mengakses data pelanggan dan transaksi secara *real-time*, yang sangat penting dalam menyusun strategi pemasaran berbasis data. Studi lain oleh (Sarah, 2023) menekankan bahwa integrasi sales & marketing dengan modul lain seperti manajemen stok dan keuangan dapat meningkatkan efisiensi operasional.

Namun, implementasi ERP yang kompleks membutuhkan metodologi yang tepat. Dalam konteks ini, metodologi SCRUM bagian dari pendekatan Agile, menawarkan fleksibilitas dan kecepatan yang dibutuhkan (Schwaber & Sutherland, 2020). Metode SCRUM memungkinkan tim pengembang untuk bekerja dalam siklus *sprint*, yang terdiri dari tahapan *Sprint Planning*, *Sprint Backlog*, *Daily SCRUM*, *Sprint Review* dan *Sprint Retrospective*. Model ini memastikan bahwa setiap fitur dalam sistem dikembangkan secara bertahap dan dapat diuji sebelum implementasi lebih lanjut (Fahmi & Abtokhi, 2022).

Pemilihan *tools* ini diharapkan dapat mendukung kelancaran dan efektivitas pengembangan sistem ERP di PT Dunia Sandang Pratama. Dengan menggunakan Asana, dapat membantu tim mengatur, melacak, dan menyelesaikan tugas dengan mudah. Pengguna dapat menetapkan tenggat waktu, menambah lampiran, dan memantau progress melalui fitur kalender, serta fitur kolaborasi seperti berbagi tugas dan pembaruan status sehingga mendukung kerja tim secara efisien. Asana juga terintegrasi dengan *Gmail* dan *Google Drive* sehingga membantu dalam meningkatkan produktivitas dan hubungan dalam lingkungan kerja (Nasrokh et al., 2024).

Sementara itu, penggunaan diagram *UML* yang dihasilkan melalui *tools* seperti *Visio* dan *StarUML* sangat krusial untuk memastikan semua pihak yang terlibat memiliki pemahaman yang sama mengenai struktur dan alur sistem yang sedang dibangun. Pembuatan diagram *UML* untuk memvisualisasikan arsitektur perangkat lunak dan proses bisnis dalam sistem ERP. Menurut modul praktikum rekayasa perangkat lunak (Muka & Mahardiyawarman, n.d.), sedangkan *StarUML* adalah alat pemodelan perangkat lunak yang mendukung pembuatan diagram *UML*, termasuk diagram kelas, yang penting dalam desain sistem ERP. Dengan *StarUML*, tim pengembang dapat merancang struktur kelas dan hubungan antara objek dalam sistem ERP secara efektif. Dalam buku "*Unified Modeling Language (UML)*" oleh (Wahono, t.), dijelaskan bahwa desain antarmuka pengguna, dan desain data adalah komponen penting dalam proses desain perangkat lunak, yang dapat dibantu dengan penggunaan alat seperti *StarUML*. Sehingga penggunaan *Visio* dan *StarUML* memungkinkan tim proyek untuk memiliki pemahaman yang sama tentang sistem yang sedang dibangun, memfasilitasi komunikasi yang lebih baik, serta memastikan desain sistem ERP yang komprehensif dan terstruktur.

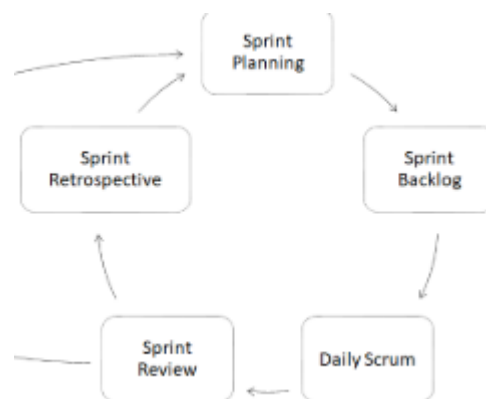
Untuk mendukung desain antarmuka pengguna yang efektif, penggunaan Figma sebagai alat desain *UI/UX* menjadi sangat penting. Figma digunakan untuk merancang antarmuka pengguna yang intuitif dan *responsive* dalam pengembangan sistem ERP. Figma memungkinkan kolaborasi *real-time*, mempercepat proses desain, dan meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam desain aplikasi berbasis web, memudahkan pemahaman baik bagi *developer* maupun pengguna. (Firdaus & Bakti, 2024). Untuk pembuatan laporan dan pengujian, penggunaan *Word* dan *Spreadsheet* menjadi alat yang efektif. *Microsoft Word* dan *Google Docs* adalah alat yang digunakan untuk pembuatan laporan dan dokumentasi pengujian dalam pengembangan sistem ERP. Keduanya memungkinkan penyusunan laporan dokumen yang terstruktur dan kolaborasi tim yang efisien dan *real-time*. (Alino, 2021)

3 METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan masalah ini, pendekatan SCRUM digunakan dalam perancangan sistem ERP. SCRUM dipilih karena kemampuannya untuk mengelola tugas-tugas pengembangan dalam iterasi atau *sprint* yang memungkinkan tim untuk beradaptasi dengan perubahan kebutuhan selama proses perancangan sistem. Setiap *sprint* berfokus pada analisis dan perancangan modul – modul

utama sistem, seperti manajemen pesanan, pengelolaan persediaan dan keuangan. (Adi & Permana, 2015). Pengembangan modul ERP pada PT Dunia Sandang Pratama dengan menggunakan metode SCRUM perusahaan dapat mengimplementasikan perubahan lebih cepat, meminimalisir risiko, dan meningkatkan kualitas sistem secara keseluruhan. Dengan demikian modul ini tidak hanya memfasilitasi proses penjualan, tetapi juga menyediakan laporan yang komprehensif dan *real-time* sehingga tim marketing dapat merumuskan strategi yang lebih efektif berdasarkan analisis data yang ada (Firmansyah, n.d.)

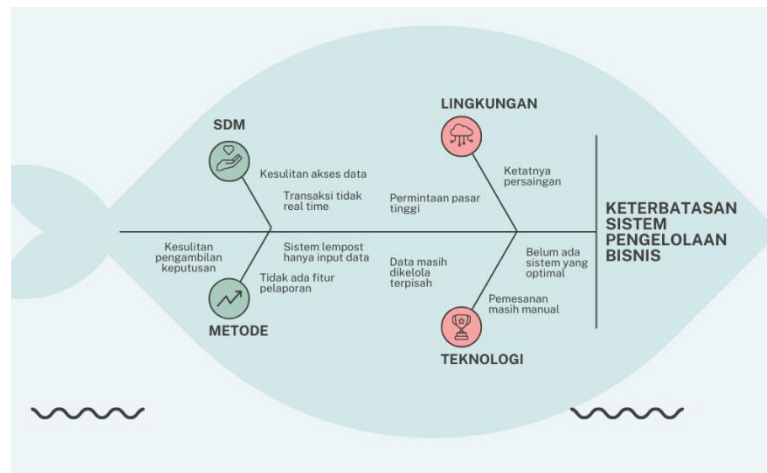
Observasi berfokus pada bagaimana pesanan diterima, diproses, dan dikirim, serta pengelolaan transaksi keuangan dan bahan baku. Dengan menggunakan SCRUM, penelitian ini tidak hanya merancang sistem ERP yang lebih efisien tetapi juga memastikan bahwa perancangan dilakukan secara *iterative* berdasarkan umpan balik yang terus-menerus, sehingga lebih responsif terhadap kebutuhan bisnis yang dinamis. Langkah pengembangan sistem dengan model SCRUM ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode SCRUM (Fahmi & Abtokhi, 2022)

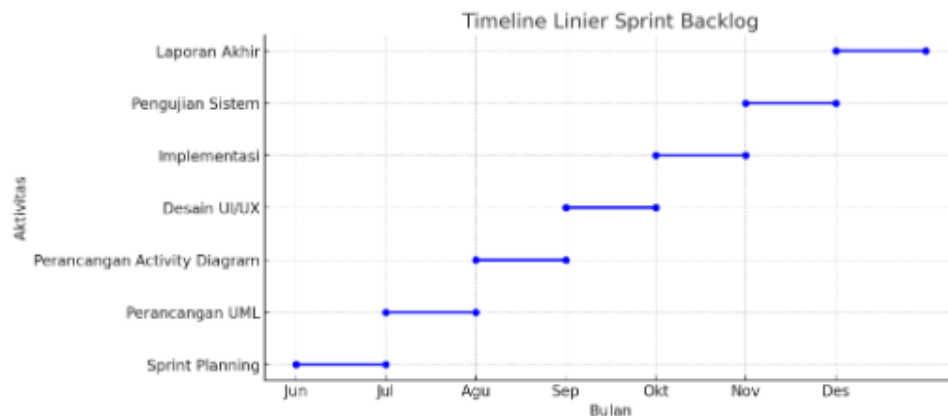
Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode SCRUM. Proses dimulai dengan *Sprint Planning*, di mana *backlog* disusun berdasarkan prioritas kebutuhan bisnis dan dipecah menjadi tugas-tugas kecil dalam *Sprint Backlog*. Setiap hari, tim melaksanakan *Daily SCRUM* untuk memantau progres, menyelesaikan kendala, dan memastikan tugas berjalan sesuai rencana. Pada akhir sprint, hasil kerja dipresentasikan kepada stakeholder dalam *Sprint Review* untuk mendapatkan umpan balik dan masukan. Tahap terakhir adalah *Sprint Retrospective*, yang bertujuan mengevaluasi proses kerja, mengidentifikasi kendala, dan merumuskan perbaikan untuk *sprint* berikutnya. Dengan pendekatan ini, sistem dikembangkan secara fleksibel dan sesuai kebutuhan yang dinamis. Pendekatan ini telah diterapkan dalam penelitian lain yang menunjukkan efektivitas SCRUM dalam pengembangan sistem ERP (Firmansyah, 2017)

Sprint Backlog dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan bisnis dan teknis, perancangan diagram *Unified Modeling Language (UML)* sebagai dasar arsitektur sistem, pemetaan proses bisnis dalam sistem menggunakan *Activity Diagram*, serta desain antarmuka pengguna (*UI/UX*) untuk memastikan pengalaman pengguna yang optimal. Setiap elemen dalam *backlog* ini berkontribusi terhadap penyusunan laporan akhir yang menjadi hasil utama dari penelitian. Adapun *Product Backlog* yang akan dibuat juga digambarkan dalam bentuk *Fishbone* diagram, sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sprint Backlog

Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan, sehingga tim dapat mencari solusi yang tepat. *Sprint Backlog* bertujuan untuk membagi pekerjaan dan menargetkan durasi penyelesaian setiap fitur dari *Product Backlog*. *Product Backlog* yang sudah ditentukan dan dikelompokkan ke dalam 4 *Sprint*, masing-masing berdurasi 1-4 minggu. Setiap *Sprint* dijabarkan dengan tahapan pemodelan sistem menggunakan UML. Kegiatan ini mengikuti timeline yang ditentukan, sebagaimana terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jadwal Pelaksanaan

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum memulai pengembangan aplikasi, *Product Owner* dan Tim pengembangan mengadakan pertemuan yang membahas mengenai pekerjaan yang dilakukan, pembagian tugas kepada tim untuk mengerjakan setiap pekerjaan, durasi waktu sekitar 1-8 minggu, dan tujuan akhir dari masing – masing pekerjaan. Pada tahap ini tim melakukan identifikasi kebutuhan subsistem dalam ERP dan melakukan diskusi wawancara dengan *Product Owner* dan mendapatkan *User Story*.



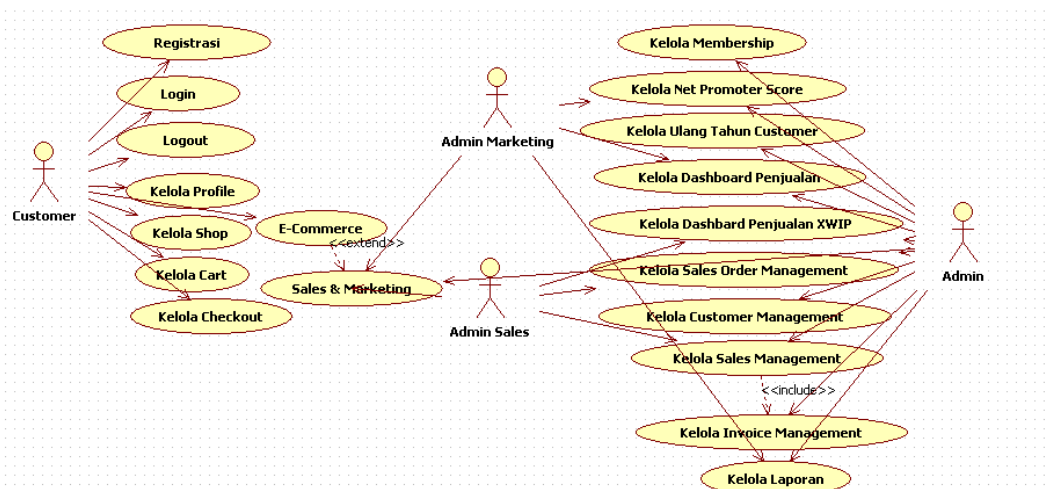
Gambar 4. Proses Wawancara

Product Backlog berisi informasi kebutuhan pengguna. Fitur yang dibuat, prioritas dari masing – masing fitur . sejumlah daftar fitur di dokumen ini disebut *Product Backlog Item (PBI)*. Dalam proses PBI, ada proses yang disebut *Grooming*, *Grooming* merupakan kegiatan yang mengacu kepada 3 hal, yaitu pembuatan, pendetailan pekerjaan, estimasi PBI dan prioritas PBI. Jadi dalam proses *Grooming* ditentukan detail dari fitur yang dikembangkan, dan ditentukan fitur mana yang harus dikerjakan lebih dahulu oleh tim pengembang. (Firmansyah, n.d.). Adapun daftar *product backlog* dan fitur – fiturnya dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Product Backlog dan Fitur

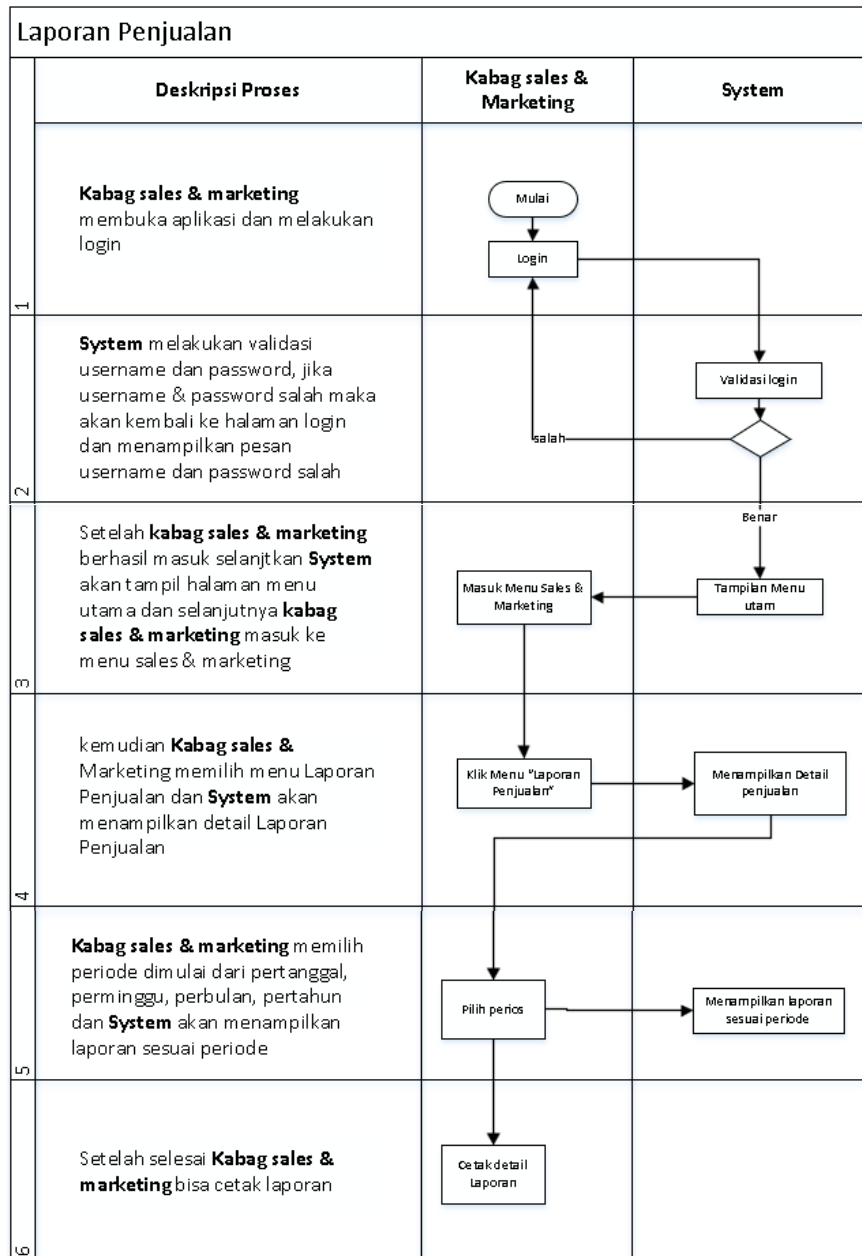
No	Product Backlog	Fitur
1	Sales & Marketing	<i>Membership, Net Promoter Score, Ulang Tahun Customer, Dashboard Penjualan, Dashboard Penjualan x WIP, Customer Management, Salesman Management, Sales Order Management, Invoice Management, Retur Management, Dashboard Retur, Price List History, Dashboard Buyer Financing, Salesman Commission, Customer Referral, Salesman Visit, Customer Prospecting, Laporan Customer, Laporan Pesanan, Laporan Penjualan, Laporan Retur Penjualan.</i>

Dalam perancangan ini, proses bisnis digambarkan dengan menggunakan *Uml* untuk menganalisis sistem kerja dari sistem informasi penjualan yang akan dibangun. *Uml* yang digunakan dalam perancangan ini adalah berupa *Use Case Diagram*. Pada tahapan *use case diagram* ini untuk mengidentifikasi dan menentukan hak akses pada user, salah satu contoh diagram *Uml* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Use Case Diagram

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur kerja dari masing – masing fungsi dalam sistem, seperti proses pendaftaran pelanggan, manajemen pesanan, dan pelacakan penjualan, yang memberikan gambaran tentang langkah–langkah yang harus dilakukan untuk menyelesaikan tugas tertentu dalam sistem. salah satu contoh *activity diagram* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.

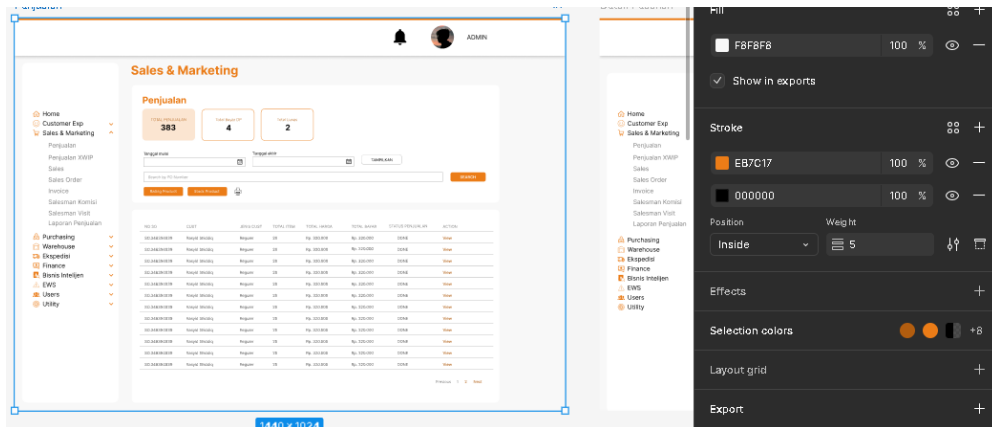


Gambar 6. Activity Diagram

Proses bisnis ini dimulai ketika *customer login* ke aplikasi, lalu sistem memvalidasi akun. Jika terjadi kesalahan pada saat *login*, pengguna akan kembali ke halaman *login* dengan pesan *error*. Setelah berhasil masuk, pengguna dapat melihat riwayat pesanan untuk retur atau milih produk, dengan memilih produk, mengisi *form* pembelian dan memasukannya ke *cart*. Setelah *customer* berhasil *checkout* dan konfirmasi pesanan, pesan menyimpan data dan mengirimkan sales order ke

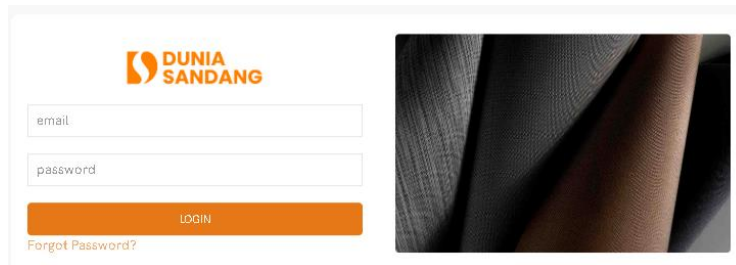
admin. Admin melakukan *login* dan validasi data, kemudian masuk ke menu sales order untuk mengubah status pesanan menjadi “*Approve*” sehingga *customer* dapat melakukan pembayaran. Setelah pembayaran dikonfirmasi, admin menyetujui *invoice* dan mengubah pesanan menjadi “*On Delivery*”. Sistem memperbarui status *customer* menjadi “Pesanan Diantar”. Setelah produk diterima, *customer* mengkonfirmasi pesanan telah sampai, dan transaksi selesai.

Desain *UI/UX* dibuat dengan pendekatan *user-friendly* dan *responsive*, yang bertujuan untuk meningkatkan pengalaman pengguna dalam berinteraksi dengan sistem. Berikut adalah rangkuman dari *UI/UX* yang dirancang dengan menggunakan Figma terlihat pada Gambar 7.



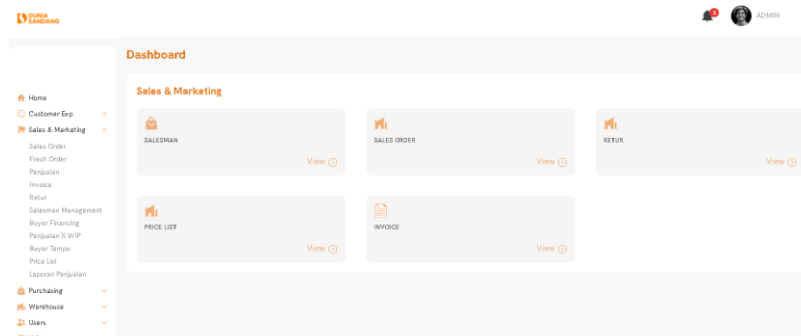
Gambar 6. UI/UX Desain

Salah satu halaman utama yang dirancang adalah halaman *login*, desain *login* dibuat sederhana dengan fokus pada kemudahan akses dan keamanan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Halaman Login

Setelah *login*, *dashboard* juga dirancang agar menyajikan informasi bisnis secara ringkas dan mudah dipahami. Tampilan dashboard pada Gambar 9.



Gambar 8. Laman Dashboard Sales & Marketing PT Dunia Sandang

Setelah proses perancangan selesai, sistem diimplementasikan dan diuji menggunakan metode *black-box testing* untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai spesifikasi. Berikut hasil uji coba yang telah dilakukan:

Tabel 2. Pengujian Sistem

No	Fitur	Pegguna					Hasil
		1	2	3	4	5	
1	Membership	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
2	Net Promoter Score	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
3	Ulang Tahun Customer	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
4	Dashboard Penjualan	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
5	Dashboard Penjualan XWIP	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
6	Customer Management	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
7	Salesman Management	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
8	Sales Order Management	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
9	Invoice Management	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
10	Retur Management	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
11	Dashboard Retur	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
12	Price List History	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
13	Dashboard Buyer Financing	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
14	Salesman Commission	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
15	Customer Refferal	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
16	Salesman Visit	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses
17	Laporan	✓	✓	✓	✓	✓	Sukses

Berdasarkan hasil uji coba pada sistem ERP dengan modul sales marketing yang telah diterapkan dalam proses bisnis menunjukkan bahwa konfigurasi sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian yang dilakukan oleh lima orang ini menyoroti efektivitas sistem dalam mendukung strategi pemasaran, pengelolaan prospek pelanggan, serta proses penjualan. Selain itu, sistem juga mampu mengoptimalkan manajemen data pelanggan, pemantauan performa penjualan, dan pelacakan aktivitas pemasaran secara efisien

5 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, sistem ERP dengan modul Sales & Marketing di PT Dunia Sandang Pratama telah berhasil diterapkan sesuai dengan kebutuhan bisnis perusahaan. Penggunaan metode SCRUM dalam pengembangan sistem telah menghasilkan sistem yang dapat beradaptasi dengan perubahan kebutuhan bisnis. Pengujian dilakukan menggunakan metode *black-box testing* oleh lima orang pengguna, dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dalam mendukung pengelolaan pelanggan, pemrosesan pesanan, serta analisis data penjualan. Dengan adanya sistem ini, perusahaan dapat mengakses data secara *real-time*, mencatat transaksi dengan lebih akurat, serta menyusun strategi pemasaran berbasis data

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, P., & Permana, G. (2015). Scrum Method Implementation in a Software Development Project Management. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 6, Issue 9). www.ijacsa.thesai.org
- Alino. (2021). *Mengenal Kecanggihan Google Docs untuk Membuat Dokumen* (Vol. 1).
- Fahmi, H., & Abtokhi, A. (2022). Pendekatan Metode Scrum dalam Pengembangan Sistem Pengarsipan Penelitian, Pengabdian, dan Publikasi. *LibTech: Library and Information Science Journal*, 2(2). <https://doi.org/10.18860/libtech.v3i1.15660>
- Firdaus, M., & Bakti, I. (2024). *PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DESAIN UI/UX APLIKASI SIMPORA DENGAN FIGMA* (Vol. 5, Issue 1).
- Firmansyah. (n.d.). *Pengembangan Enterprise Resource Planning (ERP) dengan Scrum Firmansyah*.
- Firmansyah. (2017). *Pengembangan Enterprise Resource Planning (ERP) dengan Scrum Firmansyah*.
- Kuldeep, K, J, K., & Hillegersberg, van. (2000). 332051.332063. 43(Technology and operations management), 22–26. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/332051.332063>
- Marakas, G. M. ., & O'Brien, J. A. . (2013). *Introduction to information systems*. McGraw-Hill/Irwin.
- Muka, T., & Mahardityawarman, R. (n.d.). *Program Studi PENGENALAN TOOLS Kode MK Disusun Oleh*.
- Nabilah Bilqis. (2023). ERP Sales dan Marketing: Meningkatkan Produktivitas dan Efisiensi Bisnis dalam Era Digital. *Takterlihat.Com*, 1–8.
- Nasrokh, K., Putra, M., Hidayatullah, M. A., & Yaqin, M. A. (2024). *EVALUASI ALAT PENDUKUNG PADA MANAJEMEN PROYEK PERANGKAT LUNAK: UNTUK PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK* (Vol. 2, Issue 1).
- Sarah. (2023). ERP and CRM Integration: A Winning Combination for Marketers. *Sixandflow*, 1–6.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*.
- Wahono, R. S. (n.d.). *Unified Modeling Language (UML)*. <http://romisatriawahono.net/08118228331>

Pengelolaan Keuangan Sekolah yang Optimal dengan Sistem Informasi Berbasis Web: Studi Kasus di SMK PGRI 1 Cimahi

Arif Bakti Nugraha

Informatika, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia
Email: arifbakti@unibi.ac.id

Diterima:
5 Februari 2025

Diterima Setelah Revisi:
14 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Efisiensi dalam pengelolaan keuangan merupakan aspek yang sangat penting bagi sekolah untuk memastikan transparansi serta ketepatan dalam pencatatan keuangan. Namun, masih banyak sekolah yang menghadapi kendala dalam pencatatan transaksi dan pelaporan keuangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan manajemen keuangan sekolah dengan mengembangkan sistem informasi berbasis *web* menggunakan metode Rational Unified Process (RUP). Tahapan RUP yang diterapkan meliputi *inception*, *elaboration*, *construction*, dan *transition*, memastikan sistem dikembangkan sesuai kebutuhan pengguna. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis *web* dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi manajemen keuangan sekolah. Sistem ini juga membantu pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. Digitalisasi pengelolaan keuangan sekolah menjadi solusi strategis dalam meningkatkan tata kelola keuangan yang lebih profesional dan akuntabel.

Kata kunci: Manajemen Keuangan Sekolah, Rational Unified Process (RUP), Sistem Informasi Keuangan, *Web-Based System*

Abstract

Efficient in financial management is crucial aspect for schools to ensure transparency and accuracy in financial record-keeping. However, many schools still face challenges in transaction recording and financial reporting. This study aims to optimize school financial management by developing a web-based information system using the Rational Unified Process (RUP) method. The RUP phases implemented include inception, elaboration, construction, and transition, ensuring the system is developed according to user needs. The results of this study indicate that a web-based information system can improve the efficiency and transparency of school financial management. This system also facilitates faster and more accurate decision-making. The digitalization of school financial management serves as a strategic solution to enhancing financial governance in a more professional and accountable manner.

Keywords: *Financial Information System, Rational Unified Process (RUP), School Financial Management, Web-Based System*

1 PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan internet semakin meluas, termasuk dalam dunia pendidikan. Teknologi mempermudah penyebaran informasi, salah satunya melalui *website*. Menurut Rohi Abdullah (2015:1), *website* adalah sekumpulan halaman yang berisi informasi digital, seperti teks, gambar, video, dan audio, yang dapat diakses melalui internet.

Tidak hanya dalam dunia perusahaan, namun dalam dunia pendidikan, teknologi juga memiliki peran dalam pengelolaan keuangan. Sistem informasi keuangan memudahkan proses pencatatan dan pengolahan data secara digital, memudahkan pengambilan keputusan, dan meningkatkan transparansi. Namun, SMK PGRI 1 Cimahi masih menggunakan sistem pencatatan transaksi keuangan secara manual, seperti mencatat pembayaran siswa ke Buku Pembayaran. Hal ini menyulitkan banyak orang, seperti pencarian data yang sulit, beresiko data hilang, dan sulit diintegrasikan. Selain itu, selama ini proses laporan keuangan dilakukan dengan konvensional yang membutuhkan waktu lama dan menghasilkan banyak kesalahan. Kemudian transparansi juga menjadi kendala, karena belum ada sistem yang menyajikan laporan keuangan tanpa kecurangan atau dalam tempo cepat dan dapat diakses oleh semua pihak yang berkepentingan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem informasi keuangan berbasis *web* yang dapat membantu sekolah mengelola keuangan secara lebih efisien dan akurat. Dengan sistem ini, pencatatan dan pengolahan transaksi menjadi lebih cepat, aman, dan terorganisir. Selain itu, sistem ini memungkinkan pembuatan laporan keuangan secara otomatis, sehingga mengurangi risiko kesalahan dan meningkatkan transparansi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem informasi keuangan berbasis *web* guna meningkatkan efisiensi serta kualitas layanan keuangan di SMK PGRI 1 Cimahi.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sistem

Sistem adalah kumpulan elemen yang saling berhubungan dan bekerja sama secara sistematis untuk mencapai tujuan tertentu. Sistem memiliki karakteristik seperti komponen, batasan, lingkungan luar, penghubung, masukan, keluaran, pengolahan, dan sasaran. Menurut beberapa ahli, sistem didefinisikan sebagai kumpulan elemen atau prosedur yang terintegrasi untuk mencapai tujuan (Murdick & Ross, 1993; McLeod, 1995; Abdul Kadir, 2005). Sistem juga dapat berupa jaringan kerja prosedur yang saling berkaitan (Bodnar & Hoowood, 2009). Dapat disimpulkan bahwa sistem adalah jaringan komponen yang bekerja sama dalam suatu mekanisme terstruktur untuk mencapai tujuan tertentu.

2.2 Pengertian Informasi

Informasi adalah hasil pengolahan data yang lebih berguna dan berarti bagi penerima, serta digunakan dalam pengambilan keputusan. Informasi merupakan data yang telah diklasifikasikan, diolah, atau diinterpretasi agar lebih bermanfaat. Menurut McFadden dkk. (1999), informasi adalah data yang telah diproses sehingga meningkatkan pengetahuan penggunaannya. Sementara itu, Shannon, Weaver, dan Kroenke (1999) mendefinisikan informasi sebagai data yang diolah menjadi bentuk yang bermakna bagi penerima serta berguna dalam pengambilan keputusan saat ini atau di masa mendatang. Beberapa definisi lain menurut para ahli:

1. Jogiyanto (2008) : Data yang diolah menjadi bentuk yang berguna.
2. Sutarman (2009) : Sekumpulan data yang diorganisasikan agar memiliki arti bagi penerima.
3. Edhy Sutantu (2011) : Hasil pengolahan data yang berguna dalam pengambilan keputusan.
4. Krismioji & Zaboer (2005) : Data yang telah diorganisasi dan memiliki manfaat.
5. Raymond McLeod : Data yang diolah menjadi bentuk bermakna bagi penerima dan berguna dalam pengambilan keputusan.

Dari beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa informasi adalah data yang telah diolah agar berguna dalam pengambilan keputusan, mengurangi ketidakpastian, dan membantu pengelola memahami kondisi perusahaan.

2.3 Pengertian Sistem Informasi

Sistem informasi adalah sistem yang menyediakan informasi bagi manajemen dalam pengambilan keputusan dan operasional perusahaan. Sistem ini merupakan kombinasi dari manusia, teknologi informasi, dan prosedur yang terorganisasi.

2.4 Pengertian Database

Basis Data (*Database*) adalah kumpulan tabel, hubungan, dan elemen lain yang berkaitan dengan penyimpanan data. Menurut CJ. Date, *database* adalah koleksi data operasional yang tersimpan dan digunakan oleh sistem aplikasi suatu organisasi. Menurut Gordon C. Everest, *database* adalah kumpulan data yang terorganisir secara mekanis, terbagi, terdefinisi secara formal, dan dikontrol secara terpusat dalam suatu organisasi. Dalam basis data, terdapat tiga jenis data utama:

1. Data input – data yang masuk dari luar sistem.
2. Data output – data yang dihasilkan oleh sistem.
3. Data operasional – data yang tersimpan dalam sistem.







2.5 Pengertian UML

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa pemodelan yang dikembangkan dari gabungan Booch, Object Modelling Technique (OMT), dan Object Oriented Software Engineering (OOSE). UML digunakan untuk visualisasi, merancang, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. Metode ini melibatkan empat tahapan *iterative* yang menunjukkan identifikasi semantik hubungan objek dan kelas, serta perincian *interface* dan implementasi. UML kini menjadi standar industri dalam merancang model sistem perangkat lunak.

2.6 Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan interaksi antar objek di dalam dan di sekitar sistem (termasuk pengguna, *display*, dan sebagainya) berupa *message* yang digambarkan terhadap waktu. *Sequence diagram* terdiri atas dimensi vertikal (waktu) dan dimensi horizontal (objek-objek yang terkait).







Tabel 1. Simbol *Sequence Diagram*

No	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>Actor</i>	Menggambarkan orang yang sedang berinteraksi dengan sistem
2		<i>Entity Class</i>	Menggambarkan hubungan yang akan dilakukan
3		<i>Boundary Class</i>	Menggambarkan sebuah gambaran dari form
4		<i>Control Class</i>	Menggambarkan penghubung antara <i>boundary</i> dengan tabel
5		<i>A focus of Control & A life Line</i>	Menggambarkan tempat mulai dan berakhirnya <i>message</i> .
6		<i>A message</i>	Menggambarkan pengiriman pesan.

2.7 Use Case Diagram

Use Case Diagram menggambarkan fungsionalitas sistem dengan fokus pada "apa" yang dilakukan oleh sistem, bukan "bagaimana" cara melakukannya. *Use case* merepresentasikan interaksi antara aktor (pengguna atau entitas lain) dengan sistem untuk mencapai tujuan tertentu.

Tabel 2. Simbol *Use Case Diagram*






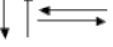
No	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>Actor</i>	Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i>
2		<i>Dependency</i>	Hubungan perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (<i>independent</i>) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri (<i>dependent</i>)
3		<i>Generalization</i>	Hubungan objek anak (<i>descendent</i>) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (<i>ancestor</i>)
4		<i>Include</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> sumber eksplisit
5		<i>Extend</i>	Menspesifikasikan bahwa <i>use case</i> target memperluas perilaku dari <i>use case</i> sumber
6		<i>Association</i>	Penghubung antar objek satu dengan lainnya

Dengan menggunakan simbol-simbol ini, *use case diagram* membantu menggambarkan interaksi dasar yang terjadi dalam sebuah sistem.

2.8 Activity Diagram

Activity diagram menggambarkan berbagai alir aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, decision yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. *Activity diagram* juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.








Tabel 3. Simbol *Activity Diagram*

No	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>Activity</i>	Memperlihatkan bagaimana masing-masing kela antarmuka saling berinteraksi satu sama lain.
2		<i>Action</i>	State dari sistem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi.
3		<i>Initial Node</i>	Bagaimana objek dibentuk atau diawali.
4		<i>Activity Final Node</i>	Bagaimana objek dibentuk atau diakhiri.
5		<i>Decition</i>	Digunakan untuk menggambarkan suatu keputusan / tindakan yang harus diambil pada kondisi tertentu.
6		<i>Line Connector</i>	Digunakan untuk menghubungkan satu simbol dengan simbol lainnya.

2.9 Class Diagram

Class adalah spesifikasi yang menghasilkan objek saat diinstansiasi dan menjadi inti OOP. *Class* mencakup atribut dan metode untuk manipulasi data. *Class diagram* menggambarkan struktur *class*, *package*, dan objek serta hubungannya, seperti pewarisan, asosiasi, dan *containment* dalam suatu sistem.

Tabel 4. Simbol *Class diagram*

No	Gambar	Nama	Keterangan
1		<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak (<i>descendent</i>) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (<i>ancestor</i>)
2		<i>Nary Association</i>	Upaya untuk menghindari asosiasi dengan lebih dari 2 objek.
3		<i>Class</i>	Himpunan dari objek-objek yang berbagi atribut serta operasi yang sama.
4		<i>Colaboration</i>	Deskripsi dari urutan aksi-aksi yang ditampilkan sistem yang menghasilkan suatu hasil yang terukur bagi suatu <i>Ucua</i> .
5		<i>Realization</i>	Operasi yang benar-benar dilakukan oleh suatu objek.
6		<i>Dependency</i>	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (<i>independent</i>) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri.
7		<i>Association</i>	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.

3 METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang penulis gunakan diuraikan sebagai berikut.

3.1 *State Of the Art*

Pada *state of the art* ini, diambil beberapa contoh penelitian terdahulu sebagai panduan ataupun contoh untuk penelitian yang dilakukan yang nantinya akan menjadi acuan dan perbandingan dalam melakukan penelitian ini. Dalam *state of the art* ini terdapat lima jurnal, dua merupakan jurnal nasional dan tiga lainnya merupakan jurnal internasional.

Tabel 5. *State of The Art*

Penelitian	Sumber	Judul	Persamaan	Perbedaan
Edo Susanto 2018	Universitas Islam Kuantan Singingi	Sistem Informasi Pembayaran Spp Berbasis Web Dimts Baiturahman Beringin Taluk	Meneliti untuk membangun sistem informasi untuk pendataan keuangan di sekolah.	Pada penelitian ini, penulis merancang dan membangun sistem informasi yang lebih lengkap, tidak hanya sekedar untuk membayar SPP saja.

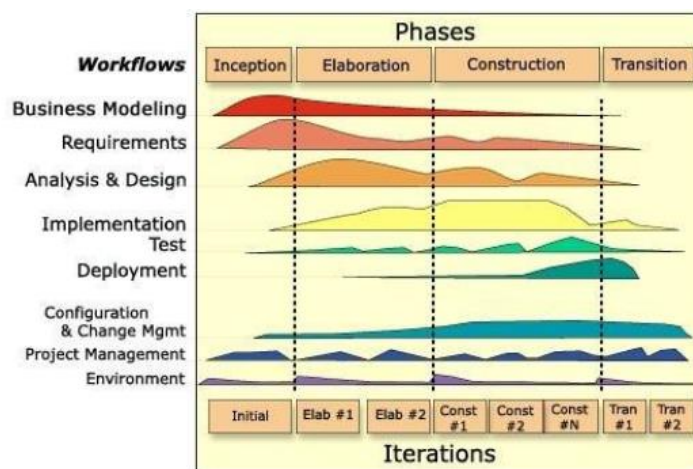
Penelitian	Sumber	Judul	Persamaan	Perbedaan
Imam Sutoyo 2020	Universitas Bina Sarana Informatika	Perancangan Sistem Informasi Pembayaran Spp Terpadu Menggunakan Model Prototipe	Pada penelitian tersebut membahas tentang perancangan sistem informasi menggunakan metode pengembangan prtotipe	
Rika Mersita, Dedi Darwis, Ade Surahman 2022	Jurnal Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi (JIMASIA)	Sistem Informasi Pembayaran SPP pada Sekolah di Kecamatan Gedung Tataan dengan Metode Extreme Programming	Pada penelitian ini lebih menekankan pada metode Extreme Programing	

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian ini melibatkan observasi langsung, wawancara dengan narasumber di SMK PGRI 1 Cimahi untuk mengidentifikasi masalah sistem manual, serta penelitian kepustakaan melalui buku, bacaan, dan materi relevan guna memperoleh tinjauan pustaka yang mendukung pembangunan sistem informasi yang akan dibuat.

3.3 Model Proses

RUP adalah metode pengembangan perangkat lunak berbasis use case-driven dan iterative, meningkatkan kualitas perangkat lunak melalui siklus berulang. RUP memiliki struktur dinamis dengan empat fase: *Inception* (menentukan ruang lingkup), *Elaboration* (analisis kebutuhan), *Construction* (implementasi dan pengujian), serta *Transition* (pengujian dan peluncuran).



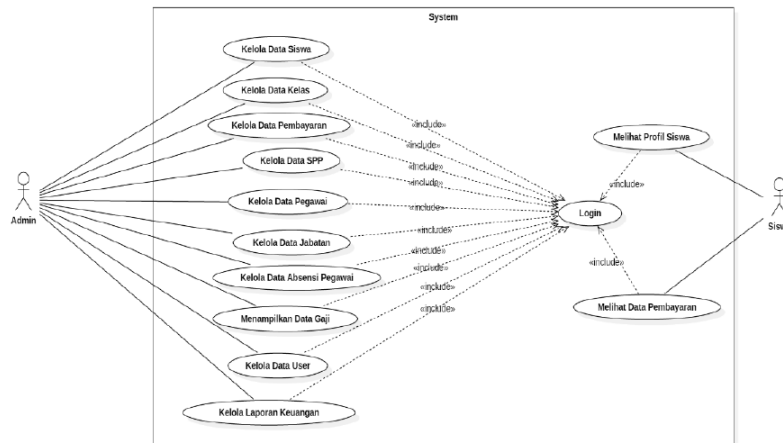
Gambar 1. Model Proses RUP

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan ini berisi rencana pembuatan sistem yang mencakup *use case diagram*, *activity diagram*, *sequence diagram*, dan *class diagram* yang akan menjelaskan aliran data yang diproses.

4.1 Use Case Diagram

Use case diagram sistem digambarkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. *Use Case Diagram* Perancangan Sistem Keuangan SMK PGRI 1 Cimahi

Aktor yang terlibat dalam sistem diidentifikasi pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Identifikasi Aktor

Nama Aktor	Keterangan
Admin	Admin memiliki hak akses untuk mengelola keseluruhan sistem. Admin memiliki hak untuk menambah data, mengedit data, dan menghapus data. Adapun admin memiliki hak untuk mengelola pembayaran siswa dan gaji pegawai sekolah.
Siswa	Siswa memiliki hak akses untuk melihat data siswa dan data pembayaran siswa

Berikut ini penjelasan mengenai fungsi dari masing-masing use case yang akan digunakan untuk membangun sistem ini:

Tabel 7. Keterangan *Use Case Diagram*

No	Usecase	Deskripsi
1	Login	Fungsionalitas untuk memberikan hak akses
2	Kelola Data Siswa	Fungsionalitas untuk mengelola data siswa
3	Kelola Data Kelas	Fungsionalitas untuk mengelola data Kelas
4	Kelola Data Pembayaran	Fungsionalitas untuk mengelola data pembayaran siswa
5	Kelola Data SPP	Fungsionalitas untuk mengelola data SPP siswa
6	Kelola Data Pegawai	Fungsionalitas untuk mengelola data pegawai
7	Kelola Data Jabatan	Fungsionalitas untuk mengelola data Jabatan
8	Kelola Data Absensi Pegawai	Fungsionalitas untuk mengelola data absensi pegawai

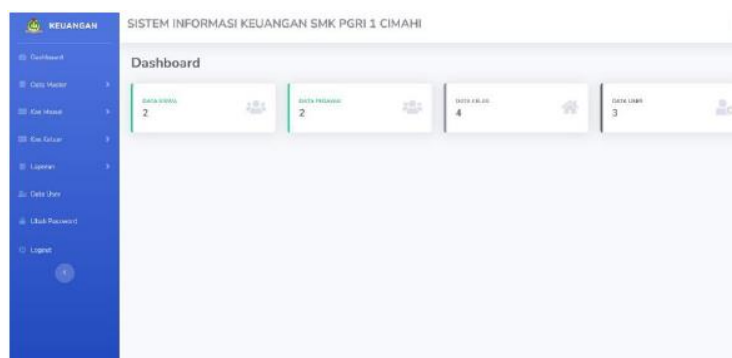
4.4 Implementasi Antar Muka

Halaman ini merupakan halaman login, pada halaman ini pengguna bisa melakukan proses login dengan menggunakan username dan password untuk bisa masuk ke halaman dashboard sesuai hak aksesnya.



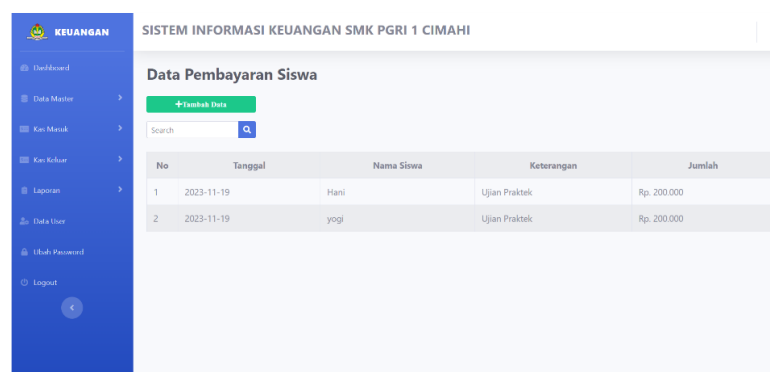
Gambar 5. Form Login

Halaman ini merupakan halaman utama yang berfungsi untuk menampilkan informasi mengenai jumlah dari masing-masing data seperti jumlah data siswa, kelas, pegawai, dll.



Gambar 6. Implementasi Antar Muka Dashboard

Halaman ini merupakan sub menu dari menu kas masuk yaitu halaman data pembayaran. Halaman ini berfungsi untuk mengelola data pembayaran siswa selain SPP yang dapat dikelola admin seperti mencari, menambah, mengedit dan menghapus data.



Gambar 7. Implementasi Antar Muka Data Pembayaran

5 SIMPULAN

Sistem Informasi Keuangan SMK PGRI 1 Cimahi dapat mengelola data siswa, pegawai, pembayaran, gaji, serta pemasukan dan pengeluaran sekolah. Maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem Informasi Keuangan ini dapat mengelola data siswa, pegawai, pembayaran siswa, gaji pegawai, serta data pemasukan dan pengeluaran sekolah.
2. Sistem Informasi Keuangan ini dapat diakses oleh siswa.
3. Sistem Informasi Keuangan ini dapat mengelola laporan keuangan sekolah.

Saran dari penulis adalah bahwa dengan adanya dokumen sistem informasi keuangan berbasis *web* ini dapat membantu dalam mengembangkan sistem ini menjadi sistem yang lebih baik lagi, serta dapat menyempurnakan kekurangan dari sistem ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aceng Abdul Wahid, "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," Jurnal Ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen STMIK Vol. 10, No. 2, 2020.
- Abdulloh, Rohi, 2015. *Web Programming is Easy*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Adhi Wibowo, Rosalina Yani Widiastuti, Suyudi, and Anastasia, "Perancangan Sistem Informasi Pembayaran Biaya Sekolah Berbasis Web Pada SMK Santo Petrus Ketapang," Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis, vol. XII, No.2a, pp. 218–229, Dec. 2021, doi: 10.47927/jikb.v12i2a.247.
- Bakhtiar. K, Mariana Purba, Program Studi Manajemen Informatika, and Politeknik Anika Palembang, "Rancang Bangun Aplikasi Pendaftaran dan Pembayaran SPP Berbasis Web Pada SMA Sandika Sukajadi Menggunakan Metode Waterfall," Jurnal Informanika, vol. 08 No. 01, no. 01, 2022.
- Bodnar, George H. dan Hopwood, Wiliam S. 2009. *Sistem Informasi Akuntansi*. Edisi 9. Yogyakarta: Andi Offset.
- E. Asoka, R. Tullah, D. B. Handoko, S. Bina, and S. Global, "Aplikasi Pembayaran SPP Berbasis Android Di SMA Permata Pasarkemis," 2020.
- E. Melfiani, T. Andriani, and M. Hidayatullah, "Rancang Bangun Sistem Informasi Pembayaran Sumbangan Pembinaan Pendidikan (SPP) Pada SMAK St. Gregorius Sumbawa Menggunakan Metode Waterfall," Hexagon Jurnal Teknik dan Sains, vol. 1 Nomor 2, no. 2, 2020.
- F. Wanita, E. Gatot, and I. Taimiyah Darwis, "Implementasi program aplikasi rekapitulasi pembayaran SPP pada SMK Prima Tiara Makassar," Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat Volume 1 Nomor 1, 2021.
- McFadden dkk. (1999), *Konsep dan Tuntunan Praktis Basis Data*, Andi, Yogyakarta, Yogyakarta.
- Murdick, R. G., Ross, J. E., Clagget, J.R. (1997). *Sistem Informasi Untuk Manajemen Modern Edisi Ketiga* (Terjemahan J. Djamil) Jakarta: Erlangga. (Buku asli diterbitkan tahun 1984).
- Purbadian, Yenda. 2016. *Trik Cepat Membangun Aplikasi Berbasis Web dengan Framework CodeIgniter*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Rusmawan, Uus. 2019. *Teknik Penulisan Tugas Akhir dan Skripsi Pemrograman*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- R. T. D. B. H. Egga Asoka, "Aplikasi Pembayaran SPP Berbasis Android Di SMA Permata Pasarkemis," AJCSR [Academik Journal of Computer Science Research] Vol. 2 No. 1, January, 2020
- Soleh Sabarudin, Eko Travada, Yudhistira Sulaeman, Lucky Handayani. 2019. *Perancangan dan Pembangunan Sistem Informasi Rekrutmen Berbasis Computer Based Testing (CBT) Dengan Menggunakan Codeigniter*. Jurnal Ilmu Komputer, 2(13), 38
- T. Arianti, A. Fa'izi, S. Adam, and M. Wulandari, "Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Diagram UML (Unified Modelling Language)," Jikti(Jurnal ilmiah komputer terapan dan informasi, vol. Vol. 1, No. 1, no. 1, pp. 19–25, 2022.

- Tia, Kare, Tuti., & Kusuma, Andhyka, Wahyu. 2018. Model Simulasi Pengembangan Perangkat Lunak Menggunakan Rational Unified Process (RUP). *Teknika: Engineering and Sains Journal*.
- W. Manurian, I. Mubarak, A. S. Agustin, and N.Sania, “Perancangan Sistem Informasi Pencatatan Poin Pelanggaran Tata Tertib Siswa Berbasis Website Pada SMK YP Karya 1 Tangerang,” *Journal Informatics, Science & Technology (Online)*, vol. 10, no. 1, pp. 1–9, 2020.

Analisis Faktor yang Mempengaruhi Intensi dan Perilaku Pengguna BRImo dengan Model UTAUT 2 di Bandung

Ludi Priyadi, Arnold Ropen Sinaga, Titan Parama Yoga

¹Sistem Informasi, Fakultas Teknologi dan Informatika, UNIBI

Email: ludi.p20@unibi.ac.id; arnoldropen@unibi.ac.id@mail.ac.id; titanparama@unibi.ac.id.

Diterima:
10 Februari 2025

Diterima Setelah Revisi:
27 Februari 2025

Dipublikasikan:
27 Februari 2025

Abstrak

Penelitian ini didasari permasalahan pengguna yang mengeluh atau kurang nyaman dalam menggunakan layanan pada *Mobile Banking* BRImo. Meskipun *Mobile Banking* BRImo diakui memiliki kemampuan yang baik dalam memberikan informasi, namun adanya ketidaknyamanan dari sisi pengguna hal tersebut dapat mengurangi kepercayaan pengguna terhadap layanan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui niat dan penggunaan layanan digital aplikasi *Mobile Banking* BRImo di kota Bandung dengan menggunakan *behavioral intention* dan *use behavior* sebagai faktor-faktor yang mempengaruhi model penerimaan teknologi (UTAUT2). Metode penelitian bersifat kuantitatif, dianalisis menggunakan *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan jumlah responden penelitian sebanyak 249. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel *performance expectancy* terhadap *behavioral intention* berpengaruh positif tidak signifikan ($P \text{ Value } (0.952) > 0.05$). Variabel lainnya seperti *effort expectancy* ($P \text{ Value } (0.019) < 0.05$), *social influence* ($P \text{ Value } (0.000) < 0.05$), *facilitating conditions* ($P \text{ Value } (0.003) < 0.05$) dan *habit* terhadap *behavioral intention*, berpengaruh positif dan signifikan. Terdapat juga variabel *facilitating conditions*, *habit* dan *behavior intention* terhadap *use behavior*, berpengaruh positif dan signifikan.

Kata Kunci: UTAUT2, BRImo, PLS-SEM

Abstract

This research is based on the problem of users who complain or are less comfortable in using services on BRImo Mobile Banking. Although BRImo Mobile Banking is recognized as having a good ability to provide information, the inconvenience from the user's side can reduce user confidence in the service. This study aims to determine the intention and use of digital services of BRImo Mobile Banking application in Bandung using behavioral intention and use behavior as factors that influence the technology acceptance model (UTAUT2). The research method is quantitative, analyzed using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) with 249 research respondents. The results showed that the performance expectancy variable on behavioral intention had a positive and insignificant effect. Other variables such as effort expectancy, social influence, facilitating conditions and habit on behavioral intention have a positive and significant effect. There are also facilitating conditions, habit and behavior intention variables on use behavior, which have a positive and significant effect.

Keywords: UTAUT2, BRImo, PLS-SEM

1 PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang senang dan antusias terhadap kemajuan teknologi, hal ini membuat meningkatnya pengguna internet di Indonesia. Saat ini berdasarkan data dari hasil survey Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) terdapat peningkatan signifikan dalam jumlah penggunaan internet di Indonesia, dari data yang diperoleh total dari pengguna internet di Indonesia sudah mencapai 221 juta pengguna di tahun 2024 (menurut laporan Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) yang dirilis pada 7 Februari 2024). Peningkatan tersebut dinilai sangat signifikan dibandingkan dengan data hasil survei pada tahun-tahun sebelumnya.

Bisnis perbankan mengalami perubahan yang signifikan sebagai akibat dari kemajuan teknologi internet. Salah satu contohnya adalah penggunaan layanan *Mobile Banking*, yang merupakan solusi inovatif yang membantu bank meningkatkan kualitas hidup dan efisiensi sambil memberikan nilai tambahan kepada masyarakat. Klien bank juga dapat melakukan transaksi perbankan menggunakan *smartphone* mereka melalui layanan ini. *Mobile Banking* memiliki keunikan karena memiliki kualitas sistem, informasi, dan layanan yang berbeda, namun lebih maju dibandingkan dengan layanan *e-banking* sebelumnya seperti komputer, kios, dan laptop. Karena itu, *Mobile Banking* memungkinkan nasabahnya untuk terhubung dengan dunia bisnis setiap saat dan melakukan transaksi pada saat yang sama. (Susilowati et al., 2021).

Bank BRI sebagai salah satu bank di Indonesia yang mengikuti perkembangan teknologi dan terus melakukan inovasi di bidang teknologi meluncurkan sebuah aplikasi layanan transaksi perbankan yaitu *m-banking* yang bernama BRImo. BRImo diluncurkan pada akhir Februari 2019. Beberapa fitur utama yang disediakan dari aplikasi BRImo adalah dompet digital, transfer dana, melihat saldo dan melihat mutasi. Tujuan dari peluncuran BRImo adalah untuk meningkatkan layanan yang diberikan kepada nasabah Bank BRI dan *Walk in Customer* yang menggunakan aplikasi *Mobile Banking (Internet Banking)*. BRImo diharapkan dapat mencapai target sebesar 20 juta pengguna aktif Bank BRI. Maka dari itu penelitian harus dilakukan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan BRImo untuk memastikan tujuan tersebut dapat dicapai (Pamungkas & Sudiarno, 2022).

Walaupun layanan *mobile banking* BRI menawarkan kemudahan-kemudahan kepada penggunanya, tetapi juga tidak dipungkiri terdapat pengguna yang mengeluh atau kurang nyaman dalam menggunakan layanan tersebut. Keluhan yang disampaikan oleh pengguna yakni mengenai *user* terblokir tanpa sebab, sulitnya login, notifikasi transaksi yang tidak terkirim atau terlambat. Terblokirnya *user* tanpa sebab membuat sebuah keadaan sulit untuk pengguna, dimana pengguna ingin melakukan transaksi tetapi akunnya terblokir dan harus mengurusnya pengaktifannya kembali ke bank. Begitu pula dengan pembelian pulsa atau Go-pay ataupun token Prabayar yang transaksinya sudah berhasil tetapi pulsa tidak masuk, jelas ini sangat merugikan untuk pengguna. Dan juga sama halnya dengan notifikasi yang terlambat/gagal terkirim. Meski notifikasi tidak terkirim atau terlambat hal tersebut tetap mengurangi biaya pulsa pengguna. Keluhan yang disampaikan oleh penggunanya merupakan suatu bentuk ketidaknyamanan dari sisi pengguna dan hal tersebut dapat mengurangi kepercayaan pengguna terhadap layanan tersebut.

Keunggulan lain dari UTAUT2 adalah kemampuannya dalam memprediksi perilaku pengguna dengan lebih akurat. Karena mencakup lebih banyak variabel yang mempengaruhi keputusan seseorang, model ini sering kali menghasilkan hasil penelitian yang lebih mendalam dibandingkan dengan TAM. Selain itu, UTAUT2 lebih sesuai digunakan dalam studi yang melibatkan konsumen individu, berbeda dengan TAM yang lebih sering diterapkan dalam lingkungan organisasi.

Dengan perkembangan teknologi yang semakin cepat, UTAUT2 menjadi model yang lebih fleksibel dan dapat diterapkan pada berbagai jenis inovasi baru. Sementara TAM tetap menjadi pilihan bagi penelitian yang menginginkan pendekatan yang lebih sederhana, UTAUT2 memberikan wawasan yang lebih luas dan mendalam tentang bagaimana teknologi diadopsi dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Pamungkas (2022) Banyak faktor dapat mempengaruhi penerimaan niat dan

penggunaan layanan digital. *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT) adalah salah satu metode yang dapat memahami faktor-faktor yang mempengaruhi niat dan penggunaan suatu layanan. Model UTAUT terdiri dari empat variabel, yaitu harapan kinerja atau *performance expectancy*, harapan usaha atau *effort expectancy*, pengaruh sosial atau *social influence*, dan kondisi yang memfasilitasi atau *facilitating condition*. Menurut penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa *Performance Expectancy*, *Effort Expectancy* dan *Social Influence* secara signifikan dan positif mempengaruhi *Behavioral Intention* pengguna aplikasi BRImo. Sementara itu, penggunaan aplikasi BRImo secara signifikan dan positif dipengaruhi oleh *Facilitating Condition* dan *Behavioral Intention*. 78% dari model penelitian tentang penggunaan aplikasi BRImo dengan UTAUT dijelaskan oleh faktor-faktor tersebut, dan 22% sisanya dijelaskan oleh variabel non-penelitian.

Dari total 261 responden yang berpartisipasi, terdapat 12 responden di antaranya menyatakan bukan pengguna *mobile banking* BRImo yang aktif di kota Bandung dan oleh karena itu tidak dapat diikutsertakan dalam kriteria utama. Sehingga, data keseluruhan yang dapat diolah mencapai jumlah 249 responden dan pengolahan data menggunakan Smart PLS

Dalam penelitian kali ini, peneliti berencana untuk mengadopsi model UTAUT 2. Model UTAUT 2 merupakan perluasan dari model UTAUT untuk menggali lebih dalam tentang bagaimana konsumen menerima dan menggunakan teknologi. Penelitian ini akan menambahkan konstruk tambahan dari konstruk utama yang sudah ada yaitu habit. Dengan pendekatan ini, peneliti akan meneliti peran faktor-faktor yang memengaruhi *Behavioral Intention* (niat perilaku) dan *Use Behavior* (niat pengguna) pada pengguna aplikasi *mobile banking* BRImo.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Mobile Banking BRIMO

Mobile Banking Brimo adalah aplikasi digital yang diluncurkan oleh bank BRI yang jauh lebih canggih, kreatif dan dapat diakses melalui *smartphone*. BRImo Menggabungkan tiga jenis transaksi perbankan dalam satu aplikasi, yang diantaranya *mobile banking*, *internet banking*, dan uang elektronik (Siska, dkk., 2022). Aplikasi BRImo menawarkan layanan internet *banking*, panggilan BRI, informasi bank BRI, pembukaan rekening tabungan baru, dan pengecekan mutasi rekening. Nasabah bank dapat memilih untuk melihat mutasi pada hari ini, kemarin, minggu, bulan, atau tanggal apa pun yang diinginkan. (Sihotang et al., 2023).



Gambar 1. BRIMO

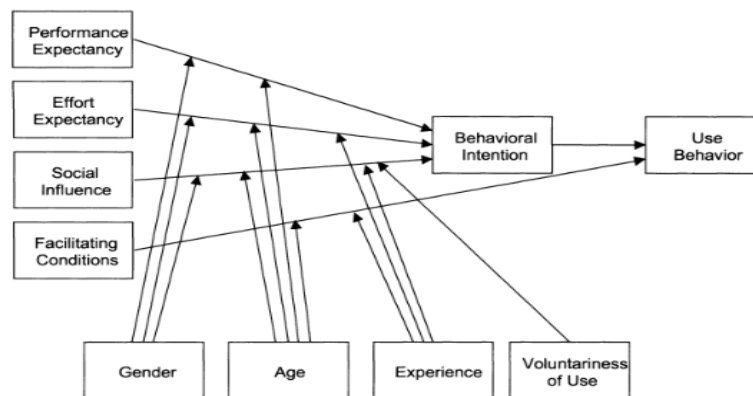
Layanan *mobile banking* memiliki fitur seperti riwayat transaksi, saldo rekening, suku bunga, dan lokasi ATM terdekat. Mereka juga memiliki fitur transaksi seperti pembayaran tagihan seperti air, listrik, internet, transfer dana, pengisian saldo flazz, pembelian pulsa, dan banyak fitur lainnya.

2.2 UTAUT 2

Unified Theory of Acceptance and Use Technology 2 (UTAUT 2) merupakan model teoritis yang dibangun untuk menyelidiki dan memperkirakan tingkat adopsi teknologi informasi. Model ini

menggabungkan delapan teori penerimaan teknologi yang sudah ada sebelumnya menjadi satu teori. Teori-teori ini adalah sebagai berikut :

1. *Theory of Reasoned Action* (TRA)
TRA adalah salah satu teori tentang perilaku manusia. Banyak jenis bagian telah diprediksi menggunakan teori ini. Davis et al. (1989) menerapkan TRA pada penerimaan teknologi individu. Mereka menemukan bahwa variasi yang dijelaskan sebagian besar sejalan dengan penelitian yang menggunakan TRA di tempat lain (Venkatesh et al., 2003).
2. *Technology Acceptance Model* (TAM)
TAM disesuaikan dengan IS dan dibuat untuk mengawasi adopsi dan penerapan teknologi informasi di tempat kerja. Tidak seperti TRA, konsep akhir TAM tidak memasukkan konstruk sikap untuk menjelaskan niat (Venkatesh et al., 2003).
3. *Motivational Model* (MM)
Banyak penelitian psikologi telah mendukung teori motivasi umum sebagai penjelasan perilaku. Studi lain telah meneliti teori motivasi dan menyesuaikannya dengan situasi tertentu (Venkatesh et al., 2003).
4. *Theory of Planned Behavior* (TPB)
TPB merupakan perluasan dari TRA dengan menambah konstruk kontrol perilaku yang dirasakan. Dalam TPB, kontrol perilaku yang dirasakan dianggap sebagai penentu tambahan dari niat dan perilaku (Venkatesh et al., 2003).
5. *Combined TAM and TPB* (C-TAM-TPB)
Dalam model ini, prediktor TPB dan persepsi kegunaan TAM digabungkan untuk membuat model hibrida (Taylor and Todd 1995a) (Venkatesh et al., 2003).
6. *Model of PC Utilization* (MPCU)
Sebagian besar dari model Triandis (1977) tentang perilaku manusia berasal dari perspektif yang bertentangan dengan yang diusulkan oleh TRA dan TPB. Thompson dkk. (1991) mengadaptasi dan menyempurnakan model Triandis untuk model IS teks dan menggunakannya untuk memprediksi penggunaan PC. Namun, karakteristik model ini membuatnya sangat cocok untuk memprediksi penerimaan dan penggunaan berbagai teknologi informasi oleh individu. Pemeriksaan seperti ini juga penting untuk menjamin perbandingan yang adil dari berbagai model (Venkatesh et al., 2003).
7. *Innovation Diffusion Theory* (IDT)
Sejak tahun 60-an, IDT, yang didasarkan pada sosiologi, telah digunakan untuk mempelajari berbagai inovasi, mulai dari inovasi organisasi hingga alat pertanian (Tornatzky dan Klein 1982). Moore dan Benbasat (1991) meningkatkan seperangkat struktur yang dapat digunakan untuk mempelajari penerimaan teknologi individu dalam sistem informasi, mengubah ciri inovasi Rogers (Venkatesh et al., 2003).
8. *Social Cognitive Theory* (SCT)
Teori kognitif sosial adalah salah satu teori yang paling berpengaruh tentang perilaku manusia (1986). Model Compeau dan Higgins (1995) digunakan untuk mempelajari penggunaan komputer namun, Compeau dan Higgins (1995a) menggunakan SCT untuk mempelajari kinerja, sehingga di luar tujuan penelitian saat ini (Venkatesh et al., 2003).



Gambar 2. Model UTAUT (Venkatesh et al., 2003)
(Sumber : Venkatesh, 2003)

Terdapat empat konstruk utama model UTAUT yang berfungsi sebagai penentu langsung niat pemanfaatan dan penggunaan sistem informasi, ekspektasi kinerja (*performance expectancy*), ekspektasi usaha (*effort expectancy*), pengaruh sosial (*social influence*) dan kondisi yang memfasilitasi (*facilitating conditions*). Selain itu, ada empat moderator, yaitu jenis kelamin (*gender*), usia (*age*), pengalaman (*experience*), dan kesukarelaan penggunaan (*voluntariness of use*). Mereka dirancang untuk memoderasi efek dari empat konstruk utama niat perilaku (*behavioral intention*) dan perilaku penggunaan (*use behavior*) (Venkatesh et al., 2003).

Pada tahun 2013, Venkatesh dan peneliti lainnya mengembangkan model UTAUT pertama menjadi UTAUT 2. UTAUT 2 meningkatkan model UTAUT sebelumnya dengan berfokus pada konteks konsumen individu dengan menambahkan 3 konstruk seperti *hedonic motivation*, *habit*, dan *price value*. Karena *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2* (UTAUT 2) adalah teori atau model penerimaan teknologi paling baru, yang merupakan unifikasi, sintesis, atau rangkuman dari delapan teori atau model penerimaan teknologi sebelumnya, teori ini tepat untuk digunakan. UTAUT 2 dapat menjelaskan penerimaan teknologi dalam konteks penggunaan konsumen, berbeda dengan UTAUT pertama yang berfokus pada organisasional (Venkatesh et al., 2012).

PLS menguji hipotesis dengan memeriksa parameter λ yang dibuat oleh model pengukuran dan parameter β dan γ yang diperoleh dari model struktural. Pengujian hipotesis ini dilakukan dengan metode resampling bootstrap. Tujuannya adalah untuk memungkinkan data terdistribusi bebas yang tidak memerlukan asumsi distribusi normal dan tidak membutuhkan sampel yang besar, yaitu setidaknya tiga puluh sampel. Sebagai nilai kritis, nilai t empiris dapat dibandingkan dengan quantiles distribusi normal. Koefisien signifikan pada probabilitas error tertentu dapat didefinisikan sebagai tingkat signifikansi jika nilai t empiris lebih besar daripada nilai kritis. Baik inner model maupun outer model diuji dengan t -test. Selanjutnya, hipotesis statistic untuk outer model sebagai berikut:

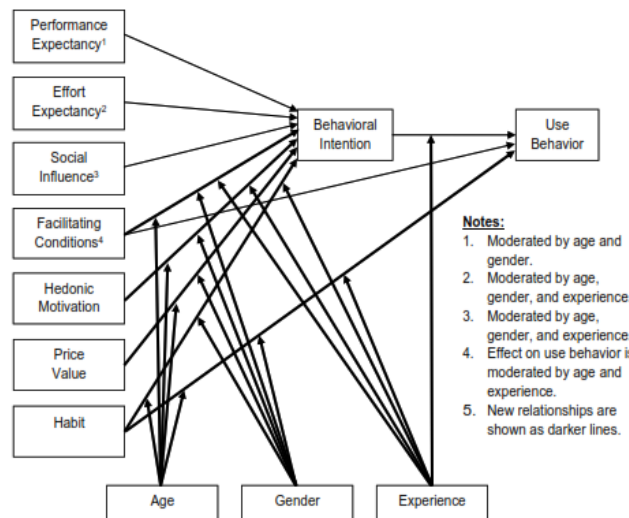
$H_0 : \lambda_i = 0$ lawan

$H_1 : \lambda_i \neq 0$

Sedangkan hipotesis statistic untuk inner model adalah pengaruh variable laten eksogen terhadap endogen:

$H_0 : \gamma_i = 0$ lawan

$H_1 : \gamma_i \neq 0$



Gambar 3. Model UTAUT 2 (Venkatesh et al., 2012)
(Sumber : Venkatesh 2012)

2.3 Performance Expectancy (Ekspektasi Kinerja)

Performance Expectancy merupakan Sejauh mana seseorang percaya bahwa menggunakan sistem akan membantu dalam mencapai keberhasilan akan kinerja pekerjaannya (Venkatesh et al., 2003). Dalam beberapa penelitian lainnya tentang model penerimaan dan penggunaan teknologi, konsep ini terdiri dari gabungan variabel yang telah ada sebelumnya. Variabel yang membentuk konsep ekspektasi kinerja diantaranya :

1. *Perceived Usefulness* (Persepsi Kegunaan), *Perceived Usefulness* merupakan seberapa besar keyakinan seseorang bahwa penerapan sistem tertentu akan meningkatkan kinerja pekerjaannya (Venkatesh et al., 2003).
2. *Extrinsic Motivation* (Motivasi Ekstrinsik), *Extrinsic Motivation* merupakan persepsi bahwa pengguna akan atau ingin melakukan suatu aktivitas karena dianggap memiliki nilai untuk mencapai hasil yang berbeda dari aktivitas itu sendiri, seperti meningkatkan kinerja pekerjaan, mendapatkan lebih banyak uang, atau promosi di tempat kerja (Venkatesh et al., 2003).
3. *Job-fit* (Kesesuaian Pekerjaan), *Job-fit* merupakan bagaimana kemampuan sebuah sistem dapat meningkatkan kinerja seseorang di tempat kerja (Venkatesh et al., 2003).
4. *Relative Advantage* (Keuntungan Relative), *Relative Advantage* merupakan Sejauh mana penggunaan inovasi baru dianggap lebih baik daripada penggunaan inovasi sebelumnya (Venkatesh et al., 2003).
5. *Outcome Expectations* (Ekspektasi Hasil), *Outcome Expectations* merupakan harapan dari tiap individu, seperti harapan untuk tujuan yang dimiliki dan hasil pekerjaan yang sudah dikerjakan (Venkatesh et al., 2003).

2.4 Effort Expectancy (Ekspektasi Usaha)

Effort Expectancy merupakan tingkat kemudahan seseorang dalam menggunakan sistem teknologi (Venkatesh et al., 2003). Dalam beberapa penelitian lainnya tentang model penerimaan dan penggunaan teknologi, konsep ini terdiri dari gabungan variabel yang telah ada sebelumnya. Variabel yang membentuk konsep ekspektasi kinerja diantaranya :

1 *Perceived Ease of Use* (Persepsi Terhadap Kemudahan)

Perceived Ease of Use merupakan Tingkat di mana seseorang merasa tidak perlu melakukan apa pun dengan menggunakan suatu sistem (Venkatesh et al., 2003).

2. *Complexity* (Tingkat Kerumitan)
Complexity merupakan sejauh mana sistem dianggap sulit untuk dipahami dan digunakan oleh seseorang (Venkatesh et al., 2003).
3. *Easy of Use* (Kemudahan Penggunaan)
Easy of Use merupakan sejauh mana suatu inovasi dianggap sulit untuk digunakan oleh seseorang (Venkatesh et al., 2003).

2.5 Social Influence (Pengaruh Sosial)

Social Influence merupakan sejauh mana seseorang percaya bahwa orang lain, orang penting (misalnya, keluarga dan teman) juga harus menggunakan sistem teknologi terbaru (Venkatesh et al., 2003). Dalam beberapa penelitian lainnya tentang model penerimaan dan penggunaan teknologi, konsep ini terdiri dari gabungan variabel yang telah ada sebelumnya. Variabel yang membentuk konsep ekspektasi kinerja diantaranya :

1. *Subjective Norm* (Norma Subjektif), *Subjective Norm* merupakan persepsi seseorang tentang siapa yang harus dan tidak harus menggunakan sistem teknologi (Venkatesh et al., 2003).
2. *Social Factors* (Faktor Sosial), *Social Factors* merupakan penerapan sistem oleh sebuah kelompok dalam organisasi, budaya, atau orang lain dengan status sosial tertentu (Venkatesh et al., 2003).
3. *Image* (Gambar), *Image* merupakan Sejauh mana penggunaan inovasi dianggap meningkatkan citra atau status seseorang dalam sistem sosial mereka (Venkatesh et al., 2003).
4. *Facilitating Condition* (Kondisi Yang Memfasilitasi)
Facilitating Condition merupakan sejauh mana seseorang percaya bahwa ada kemampuan dan fasilitas teknis yang mendukung untuk menerapkan sistem teknologi (Venkatesh et al., 2003). Dalam beberapa penelitian lainnya tentang model penerimaan dan penggunaan teknologi, konsep ini terdiri dari gabungan variabel yang telah ada sebelumnya. Variabel yang membentuk konsep ekspektasi kinerja diantaranya :
 1. *Perceived Behavioral Control* (Persepsi Kontrol Perilaku), *Perceived Behavioral Control* merupakan memberikan gambaran tentang hambatan internal dan eksternal yang mempengaruhi perilaku, termasuk efikasi diri, sumber daya, lingkungan yang mendukung, dan teknologi yang membantu (Venkatesh et al., 2003).
 2. *Facilitating Conditions* (Kondisi Yang Memfasilitasi), *Facilitating Conditions* merupakan pengguna percaya bahwa penyedia layanan harus menyediakan sarana untuk mendukung implementasi sistem dalam konteks lingkungan organisasi (Venkatesh et al., 2003).
 3. *Compability* (Kompabilitas), *Compability* merupakan Sistem yang sesuai dan memenuhi kebutuhan dengan pengalaman pengguna (Venkatesh et al., 2003).
5. *Hedonic Motivation* (Motivasi Hedonis)
Menurut Brown dan Venkatesh (2005) *Hedonic Motivation* merupakan kesenangan atau kepuasan yang dihasilkan dari penggunaan teknologi, dan telah terbukti memainkan peran yang signifikan dalam menentukan penerimaan teknologi dan penggunaannya (Venkatesh et al., 2012).
6. *Price Value* (Nilai Harga)
Price Value merupakan positif ketika keuntungan dari penggunaan teknologi lebih besar daripada biaya keuangan dan nilai harga tersebut berdampak positif pada niat (Venkatesh et al., 2012).
7. *Habit* (Kebiasaan)
Menurut Limayem et al. (2007), *habit* adalah sejauh mana seseorang cenderung berperilaku secara otomatis karena pembelajaran sebelumnya. Dalam penelitian, Venkatesh et al. (2012) menjelaskan bahwa *habit* konsumen memiliki dampak yang signifikan pada penggunaan teknologi pribadi ketika mereka berada dalam lingkungan yang selalu berubah.

8. *Behavioral Intention* (Niat Perilaku)

Kotler (2014) mendefinisikan *behavioral intention* sebagai kondisi di mana pelanggan memiliki niat atau sikap setia pada merek, produk, dan perusahaan dan secara rela menceritakan keunggulannya kepada pihak lain. Menurut Namkung dan Jang (2007), *behavioral intention* adalah tingkah laku konsumen yang setia atau setia terhadap perusahaan sehingga bersedia merekomendasikan perusahaan tersebut kepada orang lain. Namun, menurut Schiffman et al. (2008), *behavioral intention* menentukan kemungkinan konsumen akan melakukan tindakan tertentu di masa mendatang (Purwianti & Tio, 2017).

9. *Use Behavior* (Perilaku Penggunaan)

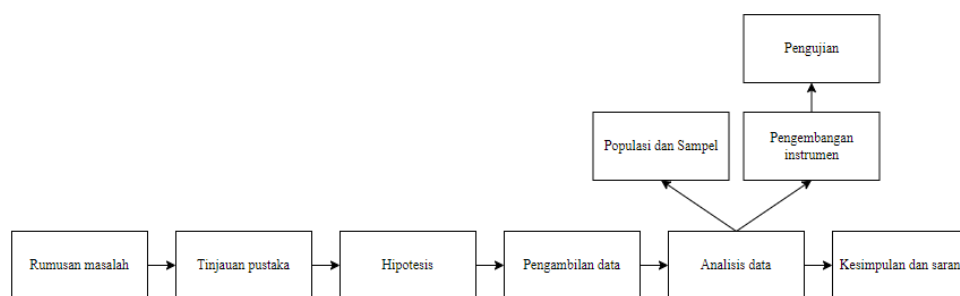
Menurut Jati (2012), *Use Behavior* (perilaku penggunaan) adalah seberapa sering atau seberapa intens pengguna menggunakan suatu teknologi yang baru. Ini juga bisa diartikan sebagai seberapa sering atau seberapa intens pengguna menggunakan teknologi informasi tersebut. Perilaku pengguna teknologi informasi sangat bergantung pada penilaian atau evaluasi yang dilakukan oleh pengguna terhadap sistem tersebut.

Suatu teknologi akan digunakan jika penggunanya percaya bahwa menggunakan teknologi informasi dapat meningkatkan kinerja, mudah digunakan, dan berdampak pada lingkungan sekitarnya. Kondisi yang memfasilitasi penggunaan teknologi informasi juga memengaruhi perilaku penggunaan teknologi informasi (Venkatesh et al., 2012)

Bagian ini mencakup kajian pustaka seperti teori, konsep, dan/atau model yang relevan sebagai acuan untuk menjawab pertanyaan penelitian atau untuk menjawab tujuan penelitian. Kajian pustaka hendaknya memanfaatkan sumber referensi terbaru, terutama berupa jurnal ilmiah, disertasi, tesis, buku teks, dan bahan lain yang relevan.

3. METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan penelitian, peneliti menggunakan metode kuantitatif. Ada dua cara untuk mengumpulkan data dan menganalisisnya. Penelitian ini mengumpulkan data melalui kuesioner yang dibuat dengan *tools Google Forms*, dan data dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak yang mendukung pengolahan data statistik.



Gambar 4. Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan merumuskan masalah, melakukan tinjauan pustaka, menyusun kerangka teori dan berpikir, serta merumuskan hipotesis. Setelah itu, peneliti menentukan metode, variabel, dan indikator penelitian. Data dikumpulkan melalui kuesioner, kemudian diolah untuk menarik kesimpulan.

Rumusan masalah menentukan fokus penelitian dan pertanyaan yang akan dijawab. Tinjauan pustaka dilakukan untuk mendapatkan referensi dari berbagai sumber. Hipotesis dibuat sebagai jawaban sementara atas rumusan masalah, yang menghubungkan dua atau lebih variabel. Data kuantitatif dikumpulkan melalui kuesioner dan dianalisis untuk mencapai tujuan penelitian.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini mencakup data penelitian yang diperoleh secara langsung dari responden melalui kuesioner *online* sebagai sumber data primer. Kuesioner tersebut dikirimkan kepada populasi yang menjadi fokus penelitian, yaitu responden. Pada bagian awal kuesioner, terdapat pertanyaan penyaringan yang bertujuan untuk menilai kesesuaian responden dengan kriteria yang relevan dalam penelitian ini. Fungsi pertanyaan penyaringan ini adalah untuk memastikan apakah responden memenuhi syarat sebagai bagian dari populasi penelitian atau tidak. Hasil dari pengumpulan data tersebut disajikan dalam bentuk tabel untuk memberikan gambaran yang jelas, sebagai berikut :

Tabel 1. Deskripsi Kuisisioner

Deskripsi	Jumlah
Jumlah Kuisisioner yang terkumpul	261
Jumlah Kuisisioner yang tidak dapat diolah	12
Jumlah Kuisisioner yang dapat diolah	249

Kriteria utama yang relevan dalam penelitian ini diterapkan melalui pertanyaan penyaringan. Dari total 261 responden yang berpartisipasi, terdapat 12 responden di antaranya menyatakan bukan pengguna mobile banking BRImo yang aktif di kota Bandung dan oleh karena itu tidak dapat diikutsertakan dalam kriteria utama. Sehingga, data keseluruhan yang dapat diolah mencapai jumlah 249 responden.

4.1 Uji Validitas

Menguji validitas di setiap item membuat skor-skor yang ada pada indikator yang dimaksud dikorelasikan dengan skor total. Skor item dipandang sebagai nilai x dan skor total dipandang sebagai y . Diperolehnya indeks validitas setiap item dapat diketahui dengan pasti item-item manakah yang tidak memenuhi syarat ditinjau dari validitasnya. Berdasarkan informasi tersebut, peneliti dapat mengganti item yang dimaksud.

Pengujian reabilitas instrument dilakukan dengan internal consistency dengan teknik belah dua (split half) yang dianalisis dengan rumus Spearman Brown seperti berikut :

$$r_i = \frac{2r_b}{1 + r_b}$$

Keterangan :

r_i = Reabilitas internal seluruh instrumen
 r_b = Korelasi antara belahan ganjil dan belahan genap

Pada keperluan diatas memerlukan maka butir-butir instrument dibelah menjadi dua kelompok, yaitu kelompok instrumen ganjil dan kelompok genap. Selanjutnya untuk menghitung koefisien reabilitas, yaitu memberikan saran penggunaan koefisien alpha. Koefisien alpha dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$a = \left(\frac{k}{k-1}\right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_{b^2}}{\sigma_t^2}\right)$$

Keterangan :

σ = Reabilitas instrument
 k = Banyak butir pertanyaan
 σ_t^2 = Varians total
 $\sum \sigma_{b^2}$ = Jumlah varians butir

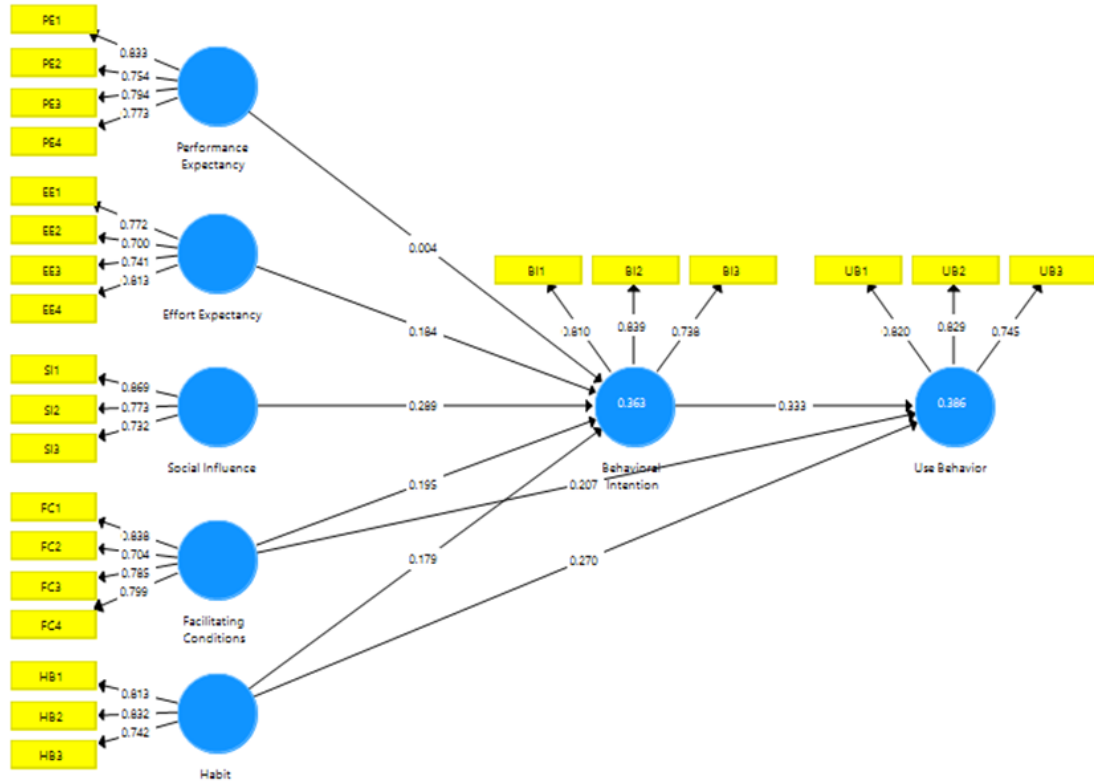
Selanjutnya untuk mengetahui tingkat reabilitas suatu instrumen ditentukan berdasarkan pedoman interpretasi nilai koefisien reabilitas sebagai berikut :

- a. Jika nilai cronbach's alpha > 0.70 maka kuesioner atau angket dinyatakan reliabel atau konsisten
- b. Jika nilai cronbach's alpha < 0.70 maka kuesioner atau angket dinyatakan tidak reliabel atau tidak konsisten

Tabel 2. Interpretasi nilai r

Indikator	r Hitung	r Tabel	Keterangan
<i>Performance Expectancy</i>			
<i>Perceived Usefulness</i>	0,808	0,124	Valid
<i>Extrinsic Usefulness</i>	0,747	0,124	Valid
<i>Job-fit</i>	0,866	0,124	Valid
<i>Relative advantage</i>	0,759	0,124	Valid
<i>Effort Expectancy</i>			
<i>Perceived ease of use</i>	0,776	0,124	Valid
<i>Complexity</i>	0,701	0,124	Valid
<i>Ease of learning</i>	0,77	0,124	Valid
<i>Operability</i>	0,783	0,124	Valid
<i>Social Influence</i>			
<i>Subjective Norm</i>	0,845	0,124	Valid
<i>Social Factors</i>	0,822	0,124	Valid
<i>Image</i>	0,711	0,124	Valid
<i>Facilitating Conditions</i>			
<i>Perceived Behavioral control</i>	0,839	0,124	Valid
<i>Facilitating Condition</i>	0,723	0,124	Valid
<i>Compability</i>	0,769	0,124	Valid
<i>Technical Support</i>	0,797	0,124	Valid
<i>Habit</i>			
<i>Perceived ease of use</i>	0,769	0,124	Valid
<i>Complexity</i>	0,784	0,124	Valid
<i>Ease of learning</i>	0,806	0,124	Valid
<i>Behavioral Intention</i>			
<i>Intentions to use</i>	0,796	0,124	Valid
<i>Planned use</i>	0,839	0,124	Valid
<i>Predicted use</i>	0,752	0,124	Valid
<i>Use Behavior</i>			
<i>Usage Time</i>	0,815	0,124	Valid
<i>Usage Frequency</i>	0,792	0,124	Valid
<i>Use Variety</i>	0,795	0,124	Valid

Pengujian hipotesis menggunakan Teknik analisis Partial Least Square (PLS) dengan program SmartPLS 3.2.9. Melibatkan beberapa tahapan. Berikut adalah skema model program PLS yang diajukan:



Gambar 5. Outer Model

Proses Analisis Outer atau Measurement Model dilakukan untuk menggambarkan hubungan antar blok indikator dengan variabel latennya. Terdapat tiga kriteria pengukuran untuk menilai outer model yaitu dengan convergent validity, discriminant validity, composite reliability dan cronbach's alpha.

4.2 Convergent Validity

Terdapat beberapa hal untuk menilai pengujian convergent validity digunakan nilai outer loading atau loading factor. Suatu indikator dinyatakan memenuhi convergent validity dalam kategori baik apabila outer loadings > 0,70. Berikut adalah nilai outer loading dari masing-masing indikator pada variabel penelitian:

Tabel 3. Convergent Validity

variabel	Indikator	Outer Loadings	Keterangan
<i>Performance Expectancy</i>	PE1	0,833	Valid
	PE2	0,754	Valid
	PE3	0,794	Valid
	PE4	0,773	Valid
<i>Effort Expectancy</i>	EE1	0,772	Valid
	EE2	0,700	Valid
	EE3	0,741	Valid
	EE4	0,813	Valid
<i>Social Influence</i>	SI1	0,869	Valid
	SI2	0,773	Valid
	SI3	0,732	Valid
<i>Facilitating Condition</i>	FC1	0,838	Valid
	FC2	0,704	Valid
	FC3	0,785	Valid
	FC4	0,799	Valid
<i>Habit</i>	HB1	0,813	Valid
	HB2	0,832	Valid
	HB3	0,742	Valid
<i>Behavioral Intention</i>	BI1	0,810	Valid
	BI2	0,839	Valid
	BI3	0,738	Valid
<i>Use Behavior</i>	UB1	0,820	Valid
	UB2	0,829	Valid
	UB3	0,745	Valid

Hasil dari pengolahan dengan menggunakan SmartPLS dapat dilihat pada tabel di atas bahwa nilai outer model atau korelasi antara konstruk dengan variabel setiap indikator memiliki nilai outer loading 0,70. Maka dapat disimpulkan bahwa dari 24 indikator diantaranya dinyatakan valid.

4.3 Discriminant Validity

Discriminant validity dapat diketahui melalui Average Variance Extracted (AVE) untuk masing-masing indikator memiliki kriteria $> 0,50$ agar dikatakan valid. Berikut merupakan nilai AVE diantaranya:

Tabel 4. *Discriminant Validity*
Average Variance Extracted

Variabel	Average Variance Extracted (AVE)	Keterangan
<i>Performance Expectancy</i>	0,623	Valid
<i>Effort Expectancy</i>	0,574	Valid
<i>Social Influence</i>	0,629	Valid
<i>Facilitating Conditions</i>	0,613	Valid
<i>Habit</i>	0,634	Valid
<i>Behavioral Intention</i>	0,634	Valid
<i>Use Behavior</i>	0,638	Valid

Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai Average Variance Extracted (AVE) dari variabel performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, habit, behavioral intention, use behavior memiliki hasil nilai lebih dari 0,50. Hal ini menandakan bahwa keseluruhan variabel telah memiliki discriminant validity yang valid.

4.4 *Composite Reliability*

Composite reliability merupakan bagian yang digunakan untuk menguji reliabilitas indikator-indikator variabel. Variabel dapat dikatakan memenuhi composite reliability apabila nilai composite reliability dari masing masing variabel nilainya > 0,70. Berikut ini adalah nilai composite reliability dari masing masing variabel:

Tabel 5. *Composite Reliability*

Variabel	Composite Reliability	Keterangan
<i>Performance Expectancy</i>	0,868	Valid
<i>Effort Expectancy</i>	0,843	Valid
<i>Social Influence</i>	0,835	Valid
<i>Facilitating Conditions</i>	0,863	Valid
<i>Habit</i>	0,838	Valid
<i>Behavioral Intention</i>	0,838	Valid
<i>Use Behavior</i>	0,841	Valid

Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai composite reliability dari variabel performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, habit, behavioral intention, use behavior telah memiliki hasil nilai lebih dari 0,70. Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan variabel telah dinyatakan reliabel.

4.5 Cronbach’s Alpha

Uji reliabilitas *composite reliability* di atas dapat diperkuat dengan menggunakan nilai cronbach's alpha. Suatu variabel dapat dikatakan reliabel apabila memiliki cronbach's alpha > 0,70. Berikut adalah nilai cronbach's alpha dari masing-masing variabel:

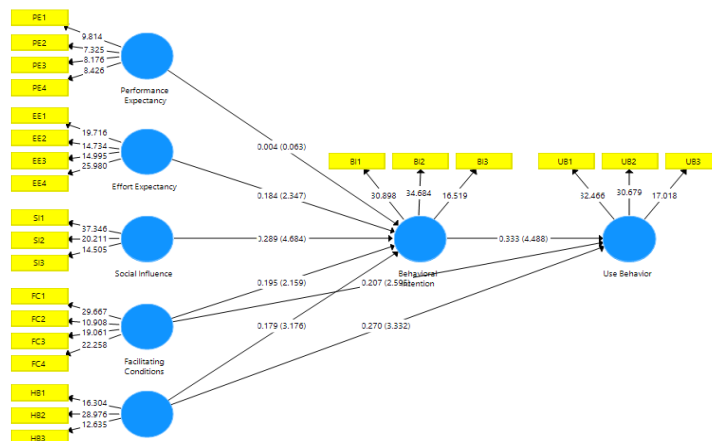
Tabel 6. Cronbach’s Alpha

Variabel	Cronbach’s Alpha	Keterangan
<i>Performance Expectancy</i>	0,806	Valid
<i>Effort Expectancy</i>	0,753	Valid
<i>Social Influence</i>	0,707	Valid
<i>Facilitating Conditions</i>	0,789	Valid
<i>Habit</i>	0,712	Valid
<i>Behavioral Intention</i>	0,710	Valid
<i>Use Behavior</i>	0,719	Valid

Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai cronbach's alpha dari variabel *performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, habit, behavioral intention, use behavior* telah memiliki hasil nilai lebih dari 0,70. Maka dari itu keseluruhan variabel dapat dinyatakan reliabel.

4.6 Evaluasi Structural Model (Inner Model)

Evaluasi model ini dilakukan menggunakan effect size f², R-square, uji kebaikan (Goodness of Fit) dan uji hipotesis (Direct Effect dan Indirect Effect). Hasil dari inner model adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Inner Model

4.7 Uji Effect Size f^2

Menilai besarnya pengaruh antar variabel menggunakan uji Effect Size dengan $f^2 > 0.02$ yaitu kecil, $f^2 > 0.15$ yaitu sedang dan $f^2 > 0.35$ yaitu besar. Berikut nilai dari effect size f^2 hasil PLS-Algorithm akan disajikan pada tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Uji Effect Size f^2

Variabel	F square	Ket
<i>Performance Expectancy</i> → <i>Behavioral Intention</i>	0,000	kecil
<i>Effort Expectancy</i> → <i>Behavioral Intention</i>	0,040	kecil
<i>Social Influence</i> → <i>Behavioral Intention</i>	0,103	kecil
<i>Facilitating Condition</i> → <i>Behavioral Intention</i>	0,040	kecil
<i>Facilitating Condition</i> → <i>Use Behavioral</i>	0,054	kecil
<i>Habit</i> → <i>Behavioral Intention</i>	0,044	kecil
<i>Habit</i> → <i>Use Behavior</i>	0,100	kecil
<i>Behavioral Intention</i> → <i>Use Behavioral</i>	0,136	kecil

Berdasarkan tabel di atas, maka f^2 digunakan untuk melihat besarnya pengaruh antar variabel. Nilai pengaruh variabel *performance expectancy* terhadap *behavioral intention* sebesar 0,000 dikategorikan sebagai pengaruh kecil, *effort expectancy* terhadap *behavioral intention* sebesar 0,040 juga dikategorikan sebagai pengaruh kecil, *social influence* terhadap *behavioral intention* sebesar 0,103 juga dikategorikan sebagai pengaruh kecil, *facilitating conditions* terhadap *behavioral intention* sebesar 0,040 dikategorikan sebagai pengaruh kecil, *facilitating conditions* terhadap *use behavior* sebesar 0,054 dikategorikan sebagai pengaruh kecil, *habit* terhadap *behavioral intention* sebesar 0,044 dikategorikan sebagai pengaruh kecil, *habit* terhadap *use behavior* sebesar 0,100 dikategorikan sebagai pengaruh kecil dan *behavioral intention* terhadap *use behavior* sebesar 0,136 dikategorikan sebagai pengaruh kecil.

5 SIMPULAN

Berdasarkan olah data yang dilakukan, hasilnya dapat digunakan untuk menjawab hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan melihat r -statistics dan p -values. Hipotesis dinyatakan diterima apabila p -value $< 0,05$. Uji hipotesis yang dilakukan adalah berdasarkan hasil respesifikasi. Hasil uji hipotesis dapat dilihat melalui path coefficient teknik bootstrapping nilai sebagai berikut:

Tabel 8. Kesimpulan

Variabel	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
<i>Performance Expectancy → Behavioral Intention</i>	0,004	0,029	0,064	0,060	0,952
<i>Effort Expectancy → Behavioral Intention</i>	0,184	0,179	0,078	2,362	0,019
<i>Social Influence → Behavioral Intention</i>	0,289	0,288	0,062	4,658	0,000
<i>Facilitating Conditions → Behavioral Intention</i>	0,195	0,190	0,090	2,166	0,031
<i>Facilitating Conditions → Use Behavior</i>	0,207	0,210	0,080	2,585	0,010
<i>Habit → Behavioral Intention</i>	0,179	0,182	0,060	2,969	0,003
<i>Habit → Use Behavior</i>	0,270	0,270	0,079	3,425	0,001
<i>Behavioral Intention → Use Behavior</i>	0,333	0,333	0,074	4,486	0,000

Berdasarkan data tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa pengaruh antar variabel kecuali variabel Performance Expectancy dapat diterima dikarenakan p values < 0,05, sedangkan untuk variabel Performance Expectancy p values > 0,05.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainul Bashir, N. A. (2020). Penerapan Model UTAUT 2 Untuk Mengetahui Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Penggunaan SIORTU. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 42–51. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i1.30636>
- Asmita, A., & Hamid, R. S. (2022). Peran Effort Expectancy Facilitating Conditions Price Value dalam Menentukan Behavioural Intentions Pada Nasabah Pengguna Mobile Banking. *Owner*, 7(1), 322–332. <https://doi.org/10.33395/owner.v7i1.1263>
- Desvira, N. S., & Aransyah, M. F. (2023). Analysis of Factors Influencing Interest and Behavior in Using ShopeePay Features Using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2) Model. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 12(2), 178–191. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v12i2.1594>
- FAIZAL, M. I., INTAN, V. N., & FIRMANSYAH, R. (2021). Analisis Sistem Informasi Manajemen Bagi Pendidikan di Masa Pandemi Covid-19. *JEMSI (Jurnal Ekonomi, Manajemen, Dan Akuntansi)*, 7(1), 9–16. <https://doi.org/10.35870/jemsi.v7i1.512>
- Hidayat, M. T., Aini, Q., & Fetrina, E. (2020). Penerimaan Pengguna E-Wallet Menggunakan UTAUT 2 (Studi Kasus) (User Acceptance of E-Wallet Using UTAUT 2-A Case Study). In *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* | (Vol. 9, Issue 3).

- Indah, M., & Agustin, H. (2019). PENERAPAN MODEL UTAUT (UNIFIED THEORY OF ACCEPTANCE AND USE OF TECHNOLOGY) UNTUK MEMAHAMI NIAT DAN PERILAKU AKTUAL PENGGUNA GO-PAY DI KOTA PADANG. *Jurnal Eksplorasi Akuntansi*, 1(4). <http://jea.ppj.unp.ac.id/index.php/jea/issue/view/16>
- Latan, H. , & Ghozali, I. (2015). *Partial Least Squares : Konsep, Teknik dan Aplikasi Menggunakan Program SmartPLS 3.0 untuk Penelitian Empiris*. Universitas Diponegoro.
- Onibala, A. A., Rindengan, Y., & Lumenta, A. S. (2021). Analisis Penerapan Model UTAUT 2 (UNIFIED THEORY OF ACCEPTANCE AND USE OF TECHNOLOGY 2) Terhadap E-Kinerja Pada Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara.
- Pamungkas, Z. Y., & Sudiarno, A. (2022). IMPLEMENTASI MODEL UTAUT (UNIFIED THEORY OF ACCEPTANCE AND USE OF TECHNOLOGY) UNTUK MENGANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENGGUNAAN APLIKASI BRIMO. 9(3), 569–578. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202296047>
- Purwianti, L., & Tio, K. (2017). FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BEHAVIOURAL INTENTION. 17(1), 15–32. <http://journal.maranatha.edu/jmm>
- Sihotang, L., Kunci, K., Nasabah, P., & KCP Ahmad Yani, B. (2023). SEMAR Jurnal Sosial dan Pengabdian Masyarakat UPAYA MENINGKATKAN PEMAHAMAN DAN KEAMANAN DALAM PENGGUNAAN APLIKASI BRIMO KEPADA NASABAH DI PT BANK RAKYAT INDONESIA (BRI) DI KANTOR KCP AHMAD YANI.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (M. Dr. Ir. Sutopo. S.Pd, Ed.). ALFABETA.
- Susilowati, A., Rianto, B., Wijaya, N., & Sanny, L. (2021). Effects of UTAUT 2 Model on the Use of BCA Mobile Banking in Indonesia. In *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education* (Vol. 12, Issue 3).
- Venkatesh, V., Smith, R. H., Morris, M. G., Davis, G. B., Davis, F. D., & Walton, S. M. (2003). Quarterly USER ACCEPTANCE OF INFORMATION TECHNOLOGY: TOWARD A UNIFIED VIEW1.
- Venkatesh, V., Walton, S. M., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). CONSUMER ACCEPTANCE AND USE OF INFORMATION TECHNOLOGY: EXTENDING THE UNIFIED THEORY OF ACCEPTANCE AND USE OF TECHNOLOGY. In *MIS Quarterly* (Vol. 36, Issue 1). <http://ssrn.com/abstract=2002388>
- Yudi Susanto, M. T. Y. (2022). SINTAMA: Jurnal Sistem Informasi, Akuntansi dan Manajemen. 2(3). <https://adaindonesia.or.id/journal/index.php/sintamai>