



Program Studi Sistem Informasi
Fakultas Teknik
Unigal

ISSN 2964-7746

Volume 4 - Nomor 1 - Januari 2026

J S JURNAL SISTEM INFORMASI I GALUH G





SAMBUTAN EDITOR

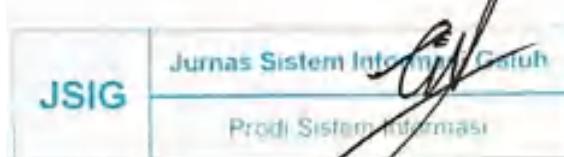
Alhamdulillah, Vol. 4 No. 1 Januari 2026 dapat terbit tepat waktu, berkat usaha yang sungguh-sungguh dari segenap tim redaksi, mitra bestari dan atas bantuan banyak pihak.

Volume ini terdiri atas 12 artikel dengan 40 penulis yang berasal dari 21 Perguruan tinggi/instansi di Indonesia, yaitu Universitas Padjadjaran, Universitas Pendidikan Indonesia, Universitas Pertahanan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Universitas Galuh Ciamis, Universitas Ibrahimy, Universitas Muria Kudus, Universitas Mulia Balikpapan, Universitas Ma Chung, Universitas Nasional Pasim Bandung, Universitas Nias Raya, Universitas Pasundan, Universitas Pignatelli Triputra, Universitas Semarang, Universitas Santo Borromeus, Institut Pendidikan Indonesia Garut, Politeknik Negeri Bandung, Politeknik TEDC Bandung, STMIK Mardira Indonesia, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan RS. Dustira Cimahi, dan SMA Santa Angela Bandung.

Penerbitan Jurnal ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, terutama ucapan terima kasih kami sampaikan kepada mitra bestari yang sudah rela bekerja keras dalam me-review manuskrip hingga layak *publish* di jurnal ini dan segenap tim editor. Kami juga mengapresiasi para peneliti yang sudah menjadikan Jurnal Sistem Informasi Galuh (JSIG) sebagai media untuk publikasi hasil penelitiannya.

Terakhir, kami berharap semoga artikel di Jurnal Sistem Informasi Galuh (JSIG) dapat menambah khazanah keilmuan dan wawasan ilmiah, khususnya dalam bidang Informasi dan Teknologi. Kritik dan saran membangun tetap kami harapkan untuk perbaikan Jurnal Sistem Informasi Galuh (JSIG) ini.

Ketua Dewan Redaksi,



Eryan Ahmad Firdaus, S.Kom., M.Kom



Dewan Redaksi

Volume 4 – Nomor 1 – Januari 2026

Penanggung Jawab:

Maulana Sidiq, S.Kom., M.Kom, (ID Sinta: 6730830, Universitas Galuh, Ciamis, Indonesia)

Editor In Chief:

Eryan Ahmad Firdaus, S.Kom., M.Kom, (ID Sinta: 6734871, Universitas Pertahanan, Bogor, Indonesia)

Section Editors:

Haisyam Maulana, S.T., M.Kom, (ID Sinta: 6797168, Universitas Galuh, Ciamis, Indonesia)

Administrator/IT Support:

Dadan Mulyana, S.Kom., M.Kom, (ID Sinta: 6774555, Universitas Galuh, Ciamis, Indonesia)

Deassy Ratna J S, S.I.Kom., M.I.Kom, (ID Sinta: 6827015, Universitas Galuh, Ciamis, Indonesia)

Secretariats:

Tia Herlina, S.A.P, (ID Sinta: , Universitas Galuh, Ciamis, Indonesia)

Copy Editors:

Rian Dwicahya Supriatman, S.T., M.Kom, (ID Sinta: 6754544, Universitas Galuh, Ciamis, Indonesia)

Bitia Parga Zen, S.Kom., M.Han, (ID Sinta: 6750177, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, Indonesia)

Layout Editor:

Tuti Rohayati, S.Kom., M.Kom, (ID Sinta: 6819493, Universitas Galuh, Ciamis, Indonesia)

Mitra Bestari:

1. Prof. Dr. Ana Hadiana, (ID Sinta: 6677903, STMIK LIKMI Bandung, Bandung, Indonesia)
2. Gidion Aryo Nugraha Pongdatu, M.Kom, (ID Sinta: 6682466, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Tana Toraja, Indonesia)
3. Mamay Syani, S.ST., M.Kom, (ID Sinta: 6037449, POLITEKNIK TEDC, Cimahi, Indonesia)
4. Oding Herdiana, S.Kom., M.Kom, (ID Sinta: 6745912, Universitas Pendidikan Indonesia, Tasikmalaya, Indonesia)
5. Firdaus Laia, S.Kom., M.Kom, (ID Sinta: 6818612, Universitas Nias Raya, Nias Selatan, Indonesia)

Penerbit:

Jurnal Sistem Informasi Galuh (JSIG)
Fakultas Teknik Universitas Galuh
Program Studi : Sistem Informasi



Daftar Isi

Volume 4 – Nomor 1 – Januari 2026

1. Pengaruh Gamifikasi dan Reputasi terhadap Penggunaan Platform E-Commerce Indonesia
Maura Shanata Bakti, Alfarel Diaz Ferdiansyah, Naufal Rizki Abyan, Virdha Rahma 1-17
2. Perbandingan Algoritma AI untuk Sistem Pendukung Keputusan Penjadwalan Bongkar Muat Barang di Pelabuhan Semayang Balikpapan
Asfi Janatu, Reygina Karangan, Yustian Servanda, Tri Sudinugraha 18-23
3. Penilaian Kualitas Aplikasi Akuntansiku: Mengukur Kepuasan Pengguna Melalui Model Dromey
Johanes Dom Noel Wijaya, Adi Kisnanto, Soetam Rizky Wicaksono 24-36
4. Pengembangan Sistem Etalase Produk Pertanian Berbasis Web pada Kelompok Tani Perhutanan Sosial di Garut
Bayu Pamungkas, Maulana Sidiq, Luffi Septian 37-43
5. Rancang Bangun Aplikasi Restoran Berbasis Android 10 Menggunakan Kodular Dan Firebase Apps Developer
Atep Hidayat, Yoga Megasyah, Erik Wahyudiansyah 44-56
6. *Smart System* Identifikasi Objek Menggunakan Kamera Esp32 dan OpenCV
Atika Dessy Rahmadani, Febrian Wahyu Christanto, Aldian Umbu Tamu Ama, Eryan Ahmad Firdaus 57-70
7. Implementasi Monitoring Website Pemkot Cimahi Menggunakan Uptime Kuma Berbasis VPS
Fajar Gilang Trifebriyanto, Mamay Syani, Feri Alpiyasin, Firdaus Laia, Bita Parga Zen 71-78
8. Analisis Sistem Informasi Lingkungan Bisnis Eksternal Sekolah Musik Dengan Menggunakan Analisis Pest Dan Five Forces Porter
Kanggep Andrijana Kusuma, Angga Prama Agusmar Yahya, Alman Naufal, Shanti Maulani, Deassy Ratna Juwita Sari 79-85
9. Analisis dan Perancangan Aplikasi Genggam Bumine di Bagian Pemerintahan Setda Kabupaten Banyuwangi
Mariyam Iksir, Abd. Ghofur 86-98
10. Analisis Prediksi Kadar CO₂ (PPM) Berdasarkan Suhu Dan Kelembapan Menggunakan Sensor DHT22 Dan MQ135 Dengan Perbandingan Model Machine Learning Berbasis IoT Pada ESP32
Bacilius Agung Suburdjati, Lisda Sukoco, Xavier Cedric 99-106
11. Analisis Kinerja CPU dan RAM pada VirtualBox untuk Validasi Lingkungan IaaS Lokal
Hendrika Restu Prayoga, Noor Latifah 107-119
12. Sistem Informasi Pembelian dan Penjualan Pupuk Disertai dengan Perhitungan Harga Pokok Produksi yang Dilengkapi Tracking Pengiriman
Alvian Stevanoes, Soetam Rizky Wicaksono 120-131



Pengaruh Gamifikasi dan Reputasi terhadap Penggunaan Platform E-Commerce Indonesia

Maura Shanata Bakti¹, Alfarel Diaz Ferdiansyah², Naufal Rizki Abyan³, Virdha Rahma⁴

^{1,2,3,4}Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

E-mail: ¹23082010208@student.upnjatim.ac.id, ²23082010228@student.upnjatim.ac.id,
³23082010235@student.upnjatim.ac.id, ⁴virdha.rahma.fasilkom@upnjatim.ac.id

Abstract

The rapid development of e-commerce in Indonesia has driven platforms such as Shopee to adopt innovative strategies to enhance user engagement and loyalty. This study investigates the influence of gamification and reputation on platform usage and repurchase intention in the Indonesian e-commerce context. The topic was chosen due to the growing competition in digital markets and the necessity for platforms to retain their users. A quantitative approach was used, with data collected via an online questionnaire distributed to 98 active Shopee users through convenience sampling. Data analysis was conducted using Structural Equation Modeling with a Partial Least Square (SEM-PLS) approach. The results indicate that gamification has a significant positive effect on user intention and platform usage, while reputation influences trust in vendors and repurchase intention. Moreover, platform usage acts as a mediating variable between gamification, reputation, and repurchase intention. These findings highlight the critical role of interactive features and perceived credibility in fostering user loyalty. In conclusion, gamification and platform reputation are key determinants in sustaining customer retention within Indonesia's competitive e-commerce landscape.

Keywords : gamification, reputation, e-commerce, repurchase intention, platform usage.

Abstrak

Perkembangan pesat e-commerce di Indonesia mendorong platform seperti Shopee untuk mengadopsi strategi inovatif guna meningkatkan keterlibatan dan loyalitas pengguna. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh elemen gamifikasi dan reputasi terhadap penggunaan serta niat pembelian ulang pada platform e-commerce. Pemilihan topik ini didasarkan pada pentingnya mempertahankan pelanggan dalam persaingan digital yang semakin kompetitif. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei dan teknik convenience sampling. Data dikumpulkan melalui kuesioner online kepada 98 responden pengguna aktif Shopee dan dianalisis menggunakan metode Structural Equation Modeling–Partial Least Square (SEM-PLS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa gamifikasi berpengaruh signifikan terhadap intensi penggunaan dan penggunaan aktual, sementara reputasi berpengaruh positif terhadap kepercayaan pengguna dan niat pembelian ulang. Selain itu, penggunaan platform memediasi hubungan antara gamifikasi dan reputasi dengan niat pembelian ulang. Temuan ini memperkuat pemahaman bahwa elemen interaktif dan persepsi positif terhadap reputasi platform dapat meningkatkan loyalitas pengguna. Kesimpulannya, gamifikasi dan reputasi merupakan determinan penting dalam strategi retensi pengguna e-commerce di Indonesia.

Kata Kunci : gamifikasi, reputasi, e-commerce, niat pembelian ulang, penggunaan platform.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat e-commerce dalam beberapa tahun terakhir mendorong platform digital untuk mencari cara inovatif

mempertahankan pelanggan dan meningkatkan loyalitas mereka. Salah satu strategi baru yang semakin populer adalah gamifikasi, yaitu penggunaan elemen



permainan dalam konteks non-game untuk meningkatkan keterlibatan pengguna [1]. Shopee, sebagai salah satu marketplace terbesar di Asia Tenggara, merupakan contoh nyata adopsi gamifikasi dalam dunia e-commerce. Melalui fitur seperti Shopee Coins, Shopee Loyalty Membership (Classic–Platinum), dan berbagai Shopee Games (Shopee Tanam, Shopee Capit, Shopee Bubble), Shopee berupaya mendorong keterlibatan emosional pengguna, membentuk kebiasaan penggunaan harian, dan mendorong perilaku pembelian berulang. Penggunaan sistem gamifikasi ini membedakan Shopee dari banyak pesaingnya, sekaligus membuka peluang penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas pendekatan ini terhadap perilaku konsumen.

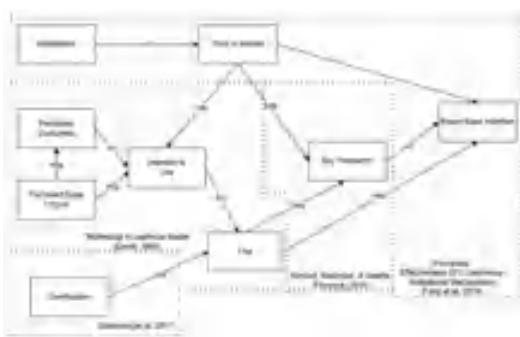
Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya memahami bagaimana gamifikasi dalam e-commerce seperti Shopee benar-benar mempengaruhi perilaku pelanggan, terutama dalam hal penggunaan platform dan niat untuk melakukan pembelian ulang (repurchase intention). Penelitian oleh Aparicio [1], menemukan bahwa gamifikasi memiliki pengaruh

positif terhadap penggunaan platform e-commerce, yang pada akhirnya meningkatkan intensi pembelian ulang. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada konteks Eropa, sedangkan perilaku konsumen di Asia, khususnya di Indonesia, bisa sangat berbeda karena faktor budaya digital dan adopsi teknologi. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dan mendasari penelitian ini antara lain, Hamari [2] dalam penelitiannya menemukan bahwa penggunaan badges secara signifikan meningkatkan aktivitas pengguna dalam platform online, termasuk peningkatan transaksi dan keterlibatan harian. Kemudian terdapat juga penelitian dari Hsu et al. [3], dalam studinya menyatakan bahwa gamifikasi dalam konteks pemasaran online meningkatkan brand loyalty dan purchase intention secara tidak langsung melalui mediasi brand love. Penelitian ini bertujuan menganalisis secara empiris bagaimana elemen gamifikasi yang diterapkan oleh Shopee, seperti sistem poin (Shopee Coins), status loyalitas (Shopee Loyalty), dan permainan interaktif (Shopee Games), mempengaruhi perilaku penggunaan aplikasi dan niat



pembelian ulang konsumen di Indonesia, mengevaluasi kontribusi gamifikasi terhadap peningkatan keterlibatan pengguna dan keputusan repurchase dalam konteks e-commerce yang semakin kompetitif, gamifikasi telah terbukti secara positif mempengaruhi motivasi intrinsik, emosi positif, dan keterlibatan pelanggan yang akhirnya mendorong niat pembelian ulang

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Adapted Conceptual Model

Penelitian ini mengadaptasi model konseptual dari jurnal karya Aparicio et al. [1], yang menggabungkan Technology Acceptance Model (TAM), teori kepercayaan dan reputasi, serta teori gamifikasi atau biasa disebut dengan (Multi-theoretical model). Model tersebut sebelumnya telah diuji dalam konteks E-commerce global, dalam penelitian ini diadaptasikan ke dalam

konteks pengguna dan platform E-commerce di Indonesia.

Multi Theoretical Model MTM merupakan kerangka kerja teoritis yang lengkap yang mencakup konstruk-konstruk utama dari teori-teori kognisi, konasi, kehendak, dan lingkungan. Dengan semua pendekatan penjelasan ini, MTM telah diakui sebagai pendekatan berbasis bukti dalam penelitian kesehatan masyarakat kontemporer dan prospektif [22].

Kami memilih model ini karena sudah terbukti secara empiris dan sesuai dengan konteks yang ingin kami teliti, yaitu perilaku pengguna e-commerce di Indonesia. Dengan mengadaptasi model ini, kami berharap bisa mengevaluasi pengaruh gamifikasi dan reputasi dalam membentuk pengalaman pengguna lokal secara lebih akurat.

Populasi

Menurut Sugiyono [22], unit analisis atau objek penelitian merupakan suatu atribut dari orang, objek, maupun kegiatan yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga menghasilkan kesimpulan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pengguna aktif E-Commerce di Indonesia. Semua pengguna yang aktif menggunakan platform E-Commerce menjadi target kami untuk dijadikan responden. Alasan populasi pengguna



platform E-Commerce dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana elemen gamifikasi dan reputasi dapat mempengaruhi penggunaan dan niat pembelian ulang dari pengguna pada platform E-Commerce.

Sampling

Populasi adalah keseluruhan data variabel penelitian dari berbagai aspek yang akan diteliti [23]. Teknik pengambilan sampel yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah non-probabilitas, khususnya *convenience sampling* untuk memilih sampel dari populasi pengguna aktif platform E-Commerce. Data dikumpulkan melalui kuesioner online menggunakan Google Forms, dengan pertanyaan penyaring untuk memastikan bahwa responden adalah pengguna aktif platform E-Commerce. Meskipun *convenience sampling* berpotensi menghasilkan bias, kami berupaya meminimalisir hal tersebut dengan mendistribusikan kuesionernya secara luas di berbagai platform sosial media.

Untuk menentukan jumlah sampel dalam penelitian ini, digunakan rumus Slovin, yaitu metode perhitungan sampel yang umum digunakan ketika jumlah populasi diketahui secara pasti, dan peneliti ingin menentukan jumlah responden berdasarkan batas toleransi

kesalahan yang dapat diterima. Adapun rumus Slovin adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot e^2}$$

Keterangan :

- n = ukuran sampel
- N = jumlah populasi pengguna
- e = error tolerance (%), ditetapkan sebesar 10% dengan tingkat kepercayaan 95% dari jumlah populasi yang ada

Dalam penelitian ini, jumlah populasi (N) diasumsikan sebanyak 5.000 pengguna aktif fitur gamifikasi badges di aplikasi Shopee. Margin of error (e) ditetapkan sebesar 10% (0,10) perhitungan jumlah sampel adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot e^2}$$

$$n = \frac{5000}{1 + 5000 \cdot 0,10^2}$$

$$n = \frac{5000 \cdot 0,01}{5001 \cdot 0,10^2}$$

$$n = \frac{5000}{51}$$

$$n = 98,04$$

Dengan demikian, jumlah minimum sampel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah 98 responden. Angka ini dianggap representatif untuk menggambarkan populasi dengan batas toleransi kesalahan yang telah ditentukan.



Teknik Pengumpulan Data

Populasi adalah keseluruhan data variabel penelitian dari berbagai aspek yang akan diteliti [23]. Teknik pengambilan sampel yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah non-probabilitas, khususnya *convenience sampling* untuk memilih sampel dari populasi pengguna aktif platform E-Commerce. Data dikumpulkan melalui kuesioner online menggunakan Google Forms, dengan pertanyaan penyaring untuk memastikan bahwa responden adalah pengguna aktif platform E-Commerce. Meskipun *convenience sampling* berpotensi menghasilkan bias, kami berupaya meminimalisir hal tersebut dengan mendistribusikan kuesionernya secara luas di berbagai platform sosial media.

Skala pengukuran dalam penelitian ini menggunakan skala ordinal dengan bobot penilaian seperti berikut :

Skala	Skor
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Netral	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

No.	Variabel	Indikator	Pernyataan	Kode
1.	Perceived Usefulness (PU)	Kemudahan berbelanja	Penggunaan situs web ini membuat saya dapat berbelanja lebih cepat.	PU1
		Efisiensi waktu	Penggunaan situs web ini membuat saya mengurangi waktu yang terbuang untuk kegiatan yang tidak perlu	PU2
		Penghematan waktu	Penggunaan situs web ini menghemat waktu saya.	PU3
2.	Perceived Ease of Use (PEOU)	Beban kognitif rendah	Penggunaan situs web ini tidak memerlukan usaha mental yang besar.	PEO U1
		Kejelasan interaksi	Interaksi dengan situs web jelas dan mudah dimengerti.	PEO U2
		Kemudahan akses fungsi	Sangat mudah untuk melakukan apa yang ingin saya lakukan melalui situs web.	PEO U3
		Antarmuka intuitif	Antarmuka situs web ini mudah	PEO U4



			digunakan.						
3.	Gamification (GAM)	Sistem lencana (badges)	Kehadiran sistem lencana meningkatkan keterlibatan saya dengan e-commerce.	GAM 1		Rekomendasi kepada orang lain	Saya berniat untuk membicarakan situs web ini dengan teman-teman saya.	IU3	
		Motivasi berprestasi	Adanya lencana membuat saya merasa lebih mungkin melakukan tindakan untuk mendapatkannya.	GAM 2		6. Use	Frekuensi penggunaan	Saya sering menggunakan situs web ini.	USE 1
						7. Buy Frequency (BF)	Frekuensi pembelian	Saya sering membeli dari situs web ini.	BF1
							Loyalitas sebagai pelanggan	Saya adalah pelanggan setia situs web ini.	BF2
4.	Reputation (REP)	Citra publik	Saya menganggap bahwa situs web memiliki citra publik yang sangat baik	REP 1		8. Trust in Vendor (TV)	Konsistensi layanan	Saya percaya bahwa vendor ini konsisten dalam hal kualitas dan layanan.	TV1
		Reputasi umum	Saya menganggap bahwa situs web ini memiliki reputasi yang sangat baik	REP 2			Kepedulian terhadap pelanggan	Saya percaya bahwa vendor ini tertarik untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan.	TV2
5.	Intension to Use (IU)	Niat Kunjungan Kembali	Saya berencana untuk terus mengunjungi situs web	IU1			Kejujuran vendor	Saya percaya bahwa vendor ini jujur.	TV3
		Penggunaan jangka panjang	Saya berniat untuk terus mengunjungi situs web ini dalam jangka panjang.	IU2			Komitmen terhadap janji	Saya percaya bahwa vendor ini ingin	TV4



		dikenal sebagai vendor yang menepati janji					jangka menengah.	
		Kepentingan pelanggan	Saya percaya bahwa vendor ini memiliki kepentingan terbaik untuk saya.	TV5		Niat Pembelian ulang jangka panjang	Saya mungkin akan membeli secara online lagi dari vendor ini dalam jangka panjang.	RPI3
		Kepercayaan umum	Saya percaya bahwa vendor ini dapat dipercaya.	TV5				
		Integritas vendor	Saya percaya bahwa vendor ini memiliki integritas yang tinggi.	TV7				
		Keandalan vendor	Saya percaya bahwa vendor ini dapat diandalkan.	TV8				
9.	Repurchase Intensity (RPI)	Niat pembelian ulang jangka pendek	Saya mungkin akan membeli secara online lagi dari vendor dalam waktu dekat jangka pendek.	RPI1				
		Niat pembelian ulang jangka menengah	Saya mungkin akan membeli secara online lagi dari vendor tersebut dalam	RPI2				

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas Pilot Testing

Uji validitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana instrumen penelitian benar-benar mampu mengukur variabel yang dimaksud. Dalam penelitian ini, teknik yang digunakan adalah korelasi Pearson Product Moment, dengan membandingkan nilai r -hitung setiap indikator terhadap nilai r -tabel. Nilai r -tabel yang digunakan adalah 0,195, sesuai dengan jumlah 100 responden dalam pilot test.

Indikator	r -hitung	r -table	Kesimpulan
PU1	0,417	0,195	Valid
PU2	0,100	0,195	Tidak Valid
PU3	0,130	0,195	Tidak Valid
PEOU1	0,293	0,195	Valid
PEOU2	0,604	0,195	Valid
PEOU3	0,332	0,195	Valid
PEOU4	0,467	0,195	Valid
GAM1	0,390	0,195	Valid
GAM2	0,433	0,195	Valid
REP1	0,486	0,195	Valid
REP2	0,361	0,195	Valid



IU1	0,091	0,195	Tidak Valid
IU2	0,651	0,195	Valid
IU3	0,364	0,195	Valid
USE1	0,403	0,195	Valid
BF1	0,356	0,195	Valid
BF2	0,505	0,195	Valid
TV1	0,435	0,195	Valid
TV2	0,498	0,195	Valid
TV3	0,230	0,195	Valid
TV4	0,458	0,195	Valid
TV5	0,236	0,195	Valid
TV6	0,622	0,195	Valid
TV7	0,657	0,195	Valid
TV8	0,538	0,195	Valid
RPI1	0,283	0,195	Valid
RPI2	0,354	0,195	Valid
RPI3	0,583	0,195	Valid

Reliability Analysis

Scale Reliability Statistics	
Cronbach's α	
scale	0,815

Gambar 2. Uji Reliabilitas

1) Uji Reliabilitas Pilot Testing

Selanjutnya, hasil uji reliabilitas menggunakan metode Cronbach's Alpha menunjukkan nilai sebesar 0,815, yang berada di atas ambang batas minimal, yaitu 0,7. Nilai ini mengindikasikan bahwa seluruh item dalam instrumen memiliki tingkat konsistensi internal yang sangat tinggi dan dapat dipercaya.

Dengan demikian, instrumen penelitian secara keseluruhan dapat dinyatakan valid, signifikan, dan reliabel, serta layak digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian ini.



Gambar 3. Hasil Outer Model

Interpretasi Model

Diagram outer model ini menggambarkan kerangka teoritis yang berkaitan dengan **perilaku konsumen**, **adopsi teknologi**, atau **e-commerce**, dilihat dari konstruk seperti **Niat Pembelian ulang (RPI)**, **Perilaku Pembelian ulang (REP)**, **Persepsi Kegunaan (PU)**, **Persepsi Kemudahan Penggunaan (PEOU)**, **Nilai Kepercayaan (TV)**, dan **Gamifikasi (GAM)**. Model ini tampaknya menguji bagaimana berbagai faktor (seperti kegunaan yang dirasakan oleh pengguna, kemudahan penggunaan, gamifikasi, dan penggunaan normatif) mempengaruhi kepercayaan, fasilitas perilaku, dan perilaku pembelian ulang.

Measurement Model

Const ruct	Ite m	Outer Lo adings	Co mposit e rea bilit y	Cro bac h's Alp ha	AV E	Vali ditas
PU	PU 1	0.772	0.895	0.831	0.740	Valid
	PU 2	0.891				



	PU 3	0.9 11				
PE OU	PE OU 1	0.8 52	0.7 53	0.6 58	0.5 60	Tid ak vali d
	PE OU 2	0.8 64				
	PE OU 3	0.8 43				
	PE OU 4	- 0.2 42				
RE P	RE P1	0.9 19	0.9 14	0.8 12	0.8 42	Vali d
	RE P2	0.9 16				
GA M	GA M1	0.9 38	0.9 25	0.8 40	0.8 61	Vali d
	GA M2	0.9 18				
IU	IU1	- 0.2 85	0.6 03	0.2 47	0.5 34	Tid ak vali d
	IU2	0.8 46				
	IU3	0.8 97				
US E	US E1	1.0 00				Vali d
BF	BF 1	0.9 18	0.8 43	0.8 36	0.8 59	Vali d
	BF 2	0.9 35				
TV	TV 1	0.7 48	0.7 52	0.7 19	0.3 47	Tid ak vali d
	TV 2	0.8 68				
	TV 3	0.8 21				
	TV 4	0.7 95				
	TV 5	0.1 44				
	TV 6	0.1 05				
	TV 7	0.2 48				
	TV 8	0.2 51				
RP	RPI	0.8	0.7	0.7	0.7	Vali

	1	27	52	85	00	d
	RPI 2	0.8 94				
	RPI 3	0.7 85				

Fornell-Larcker criterion

	BF	G A M	I U	P E O U	P U	R E P	R P I	T V	U S E 1
B F	0. 92 7								
G A M	- 0. 19 1	0. 9 2 8							
I U	0. 31 3	- 0. 2 0 0	0. 7 3 1						
P E O U	0. 44 1	- 0. 1 5 7	0. 3 8 8	0. 7 4 8					
P U	0. 20 6	0. 0 9 7	0. 2 4 0	0. 0 4 8	0. 8 6 0				
R E P	- 0. 21 2	0. 1 0 1	- 0. 2 0 0	0. 0 4 2	0. 0 4 7				
R P I	0. 07 0	- 0. 0 3 4	0. 2 1 9	0. 0 1 8	0. 1 0 3	- 0. 0 9			
T V	0. 67 8	- 0. 1 6	0. 4 6	0. 3 5	0. 4 8	- 0. 2 4	0. 3 0	0. 5 8	0. 9



		6		5		1			
U	0.	-	0.	0	0.	-	0.	0.	1.
S	31	0.	6	.	2	0.	0	4	0
E	1	2	9	3	9	2	9	3	0
1	1	2	6	4	4	3	9	0	0
	6		7		5				

Gambar 4. Fornell-Larcker criterion

Tabel diatas menunjukkan matriks korelasi antar konstruk dengan akar kuadrat dari Average Variance Extracted (AVE) pada diagonal. Tujuannya adalah memastikan bahwa setiap konstruk berbeda satu sama lain (discriminant validity). Kriteria yang harus dipenuhi adalah nilai pada diagonal (akar kuadrat AVE) harus lebih besar dari korelasi antar konstruk pada baris dan kolom yang sama.

Interpretasi

Nilai diagonal untuk sebagian besar konstruk cukup tinggi (misalnya, GAM = 0.928, PU = 0.860, REP = 0.917, RPI = 0.831), menunjukkan bahwa indikator-indikatornya cukup baik dalam mengukur konstruk masing-masing. Korelasi antar konstruk umumnya rendah, kecuali beberapa hubungan seperti TV → BF (0.678) dan USE1 → IU (0.692), tetapi ini masih lebih kecil dari nilai diagonal, sehingga discriminant validity mayoritas terpenuhi.

Collinearity Statistics (VIF) - Outer Model

	VIF
BF1	2.066
BF2	2.066
GAM1	2.098
GAM2	2.098
IU1	1.022
IU2	1.454
IU3	1.450
PEOU1	2.151
PEOU2	2.045
PEOU3	2.083
PEOU4	1.008
PU1	1.714
PU2	2.061
PU3	2.078
REP1	1.876
REP2	1.876
RP1	2.321
RP2	2.713
RP3	1.364
TV1	1.662
TV2	2.832
TV3	2.637
TV4	2.663
TV5	2.701
TV6	3.193
TV7	2.461
TV8	1.675
USE1	1.000

Gambar 5. Collinearity Statistics (VIF) - Outer Model

Tabel ini menunjukkan nilai Variance Inflation Factor (VIF) untuk setiap indikator, yang digunakan untuk memeriksa apakah ada multicollinearity (korelasi tinggi antar indikator dalam



satu konstruk). Nilai VIF yang baik biasanya < 5 .

Interpretasi

Sebagian besar indikator memiliki nilai VIF di bawah 5, menunjukkan bahwa tidak ada masalah multicollinearity yang serius.

Nilai tertinggi ada pada TV6 (3.193) dan TV2 (2.832), tetapi masih dibawah 5, sehingga masih bisa diterima.

Nilai VIF yang rendah seperti pada USE1 (1.000) dan PEOU4 (1.008) menunjukkan bahwa indikator ini sangat independen dari indikator lain dalam konstruknya.

Model Fit - Standardized Root Mean Squared Residual (SRMSR)

Tabel ini menunjukkan bahwa nilai Standardized Root Mean Squared Residual (SRMR) untuk menilai kesesuaian model dengan data. Nilai SRMR yang baik adalah < 0.08 .

	Saturated Model	Estimate Model
SRMR	0.146	0.171
d_ULS	8.598	11.876
d_G	2.252	2.385
Chi-square	1049.041	1084.863
NFI	0.434	0.415

Gambar 4.4 Model Fit

Interpretasi

Nilai SRMR untuk model saturasi (0.146) dan model estimasi (0.171) Keduanya

jauh diatas 0.08, menunjukkan bahwa model tidak fit dengan data. Ini bisa mengindikasikan bahwa ada masalah dengan spesifikasi model, data yang digunakan, atau pengukuran indikator tertentu (Misalnya, BF yang bermasalah pada discriminant validity).

Uji Hipotesis

	Original sample (O)	Sample Mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics	P values
BF-REP	-0.085	-0.085	0.121	0.701	0.483
GA-M-USE1	-0.080	-0.089	0.072	1.116	0.264
IU-USE1	0.676	0.668	0.080	8.500	0.000
PEO-U-IU	0.206	0.225	0.100	2.055	0.040
PEO-U-PU	0.148	0.169	0.099	1.497	0.134
PU-IU	0.079	0.103	0.080	0.990	0.322
RPI-TV	0.300	0.378	0.174	1.730	0.084
TV-BF	0.671	0.644	0.115	5.850	0.000
TV-IU	0.375	0.347	0.100	3.748	0.000
TV-REP	-0.108	-0.111	0.142	0.765	0.444
USE1-BF	0.016	0.029	0.101	0.159	0.874
USE1-REP	-0.171	-0.168	0.105	1.627	0.104

Gambar 6. Uji Hipotesis



Berdasarkan hasil analisis path coefficient dari tabel diatas bahwa model-model menunjukkan beberapa hubungan penting yang signifikan seperti:

- Intention to Use (IU) memiliki pengaruh kuat terhadap Usefulness 1 (USE1).
- Perceived Ease of Use (PEOU) berkontribusi pada peningkatan Intention to Use (IU).
- Trust Value (TV) menjadi faktor kunci yang mempengaruhi Buy Frequency (BF) dan Intention to Use (IU).

Namun, beberapa hubungan seperti yang melibatkan Perceived Usefulness (PU), Gamification (GAM), dan Reputation (REP) tidak menunjukkan signifikansi statistik. Ini menunjukkan bahwa tidak semua variabel dalam model memiliki pengaruh langsung atau signifikan berdasarkan data yang ada.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh gamifikasi dan reputasi terhadap penggunaan serta niat pembelian ulang pada platform e-commerce di Indonesia, khususnya Shopee. Berdasarkan analisis data menggunakan Structural Equation Modeling dengan Partial Least Square

(SEM-PLS), berikut adalah kesimpulan yang kami dapat dari penelitian ini:

- Elemen gamifikasi pada platform Shopee tidak memiliki pengaruh langsung yang signifikan terhadap penggunaan platform (Use), dengan koefisien jalur -0.080 dan p-value 0.264 (>0.05).
- Reputasi platform tidak berpengaruh langsung signifikan terhadap niat pembelian ulang (Repurchase Intention), dengan koefisien jalur -0.085 dan p-value 0.482 (>0.05).
- Kepercayaan pada vendor (Trust in Vendor) berpengaruh signifikan terhadap frekuensi pembelian (Buy Frequency) dan niat penggunaan (Intention to Use), dengan koefisien jalur masing-masing 0.671 dan 0.375, serta p-value 0.000 (<0.05).
- Persepsi kemudahan penggunaan (Perceived Ease of Use) berpengaruh positif dan signifikan terhadap niat penggunaan (Intention to Use), dengan koefisien jalur 0.206 dan p-value 0.040 (<0.05).
- Niat penggunaan (Intention to Use) memprediksi penggunaan aktual (Use) secara kuat, tetapi



penggunaan aktual tidak berpengaruh signifikan terhadap niat pembelian ulang.

- Persepsi kegunaan (Perceived Usefulness) tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap niat penggunaan, dengan koefisien jalur 0.079 dan p-value 0.322 (>0.05).

Kelebihan:

- Menggunakan model multi-teoritis (MTM) yang mengintegrasikan Technology Acceptance Model (TAM), teori kepercayaan, reputasi, dan gamifikasi, sehingga memberikan analisis yang komprehensif.
- Memberikan wawasan mendalam tentang perilaku konsumen di e-commerce Indonesia, khususnya pada platform Shopee, yang sesuai dengan tren pasar saat ini.
- Melibatkan 100 responden dengan teknik sampling yang memadai dan analisis SEM-PLS yang sesuai untuk model kompleks.

Kekurangan:

- Beberapa indikator, seperti PU2 dan PU3, tidak valid berdasarkan uji validitas, yang

dapat memengaruhi akurasi pengukuran.

- Model belum sepenuhnya fit dengan data, ditunjukkan oleh nilai SRMR (0.146), sehingga memerlukan penyempurnaan.
- Penelitian hanya berfokus pada Shopee, yang membatasi generalisasi temuan ke platform e-commerce lainnya.

V. SARAN

Berdasarkan temuan penelitian, berikut adalah beberapa saran untuk penelitian mendatang dan implikasi praktis bagi platform e-commerce:

1. **Eksplorasi Pengaruh Tidak Langsung Gamifikasi:** Mengingat gamifikasi tidak menunjukkan pengaruh langsung signifikan, penelitian selanjutnya dapat menyelami efek mediasi atau moderasi, seperti bagaimana gamifikasi memengaruhi kepercayaan, kepuasan, atau keterlibatan emosional pengguna, yang kemudian dapat meningkatkan niat pembelian ulang.

2. **Penguatan Model dengan Variabel Tambahan:** Penambahan variabel seperti kepuasan pelanggan, perceived enjoyment, atau pengaruh sosial dapat meningkatkan daya jelas model, terutama karena



beberapa konstruk seperti Perceived Usefulness dan Reputation tidak signifikan dalam penelitian ini.

3. Studi Komparatif Antar Platform:

Penelitian ini fokus pada E-Commerce Shopee, oleh karena itu, studi komparatif dengan platform lain seperti Tokopedia atau Lazada dapat memberikan wawasan lebih luas tentang pengaruh gamifikasi dan reputasi di berbagai platform E-commerce di Indonesia.

4. Penyempurnaan Instrumen Pengukuran:

Beberapa indikator dalam uji validitas (misalnya PU2 dan PU3) tidak valid, dan nilai SRMR (0.146) menunjukkan model belum fit sepenuhnya. Penyempurnaan indikator dan spesifikasi model disarankan untuk meningkatkan uji validitas dan reliabilitas.

5. Implikasi Praktis untuk Shopee:

Platform e-commerce seperti Shopee dapat memprioritaskan pembangunan kepercayaan konsumen melalui kualitas layanan vendor yang konsisten dan transparan. Selain itu, meningkatkan kemudahan penggunaan antarmuka dan mengevaluasi efektivitas elemen gamifikasi (misalnya dengan insentif yang lebih relevan) dapat memperkuat keterlibatan pengguna.

Dengan menerapkan saran ini, diharapkan penelitian berikutnya dapat

memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang dinamika perilaku konsumen di e-commerce Indonesia, sekaligus membantu platform seperti Shopee meningkatkan strategi retensi pelanggan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aparicio, M., Costa, C. J., dan Moises, R., 2021, Gamification and Reputation: Key Determinants of e-Commerce Usage and Repurchase Intention, *Helion*, No.3, Vol.7, e06383, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06383>.
- [2] Hamari, J., 2017, Do badges increase user activity? A field experiment on the effects of gamification, *Comput. Hum. Behav.*, No.1, Vol.71, 469–478, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.036>
- [3] Hsu, C.-L., Chen, M.-C., 2018, How gamification marketing activities motivate desirable consumer behaviors: Focusing on the role of brand love, *Comput. Hum. Behav.*, No.1, Vol.88, 121–133, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.06.037>
- [4] Habib, H. M. H., Hidayat, K., & Mawardi, M. K., 2023, The Gamification Influence as Marketing Medium on Intrinsic Motivation, Positive Emotion, Customer Engagement and Repurchase Intention, *Profit: J. Adm. Bisnis*, No. 2, Vol. 17, hal. 253-266, <https://doi.org/10.21776/ub.profit.2023.017.02.9>



- [5] Almaudina, M., Ramdan, A. M., Jhoansyah, D., & Mat Deli, M., 2023, The Effectiveness of Perceived Enjoyment and Brand Engagement in Correlating Gamification Marketing with Online Repurchase Intention in Shopee Game Users, *Int. J. Econ. Dev. Res.*, No. 2, Vol. 4, hal. 356-369, <https://doi.org/10.37385/ijedr.v4i2.2266>
- [6] Davis, F. D., 1989, Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Q.*, No.3, Vol.13, 319–340, <https://www.sciepub.com/refernce/169421>
- [7] Gefen, D., dan Straub, D. W., 2000, The relative importance of perceived ease of use in e-commerce adoption: A study of perceived usefulness, *J. Assoc. Inf. Syst.*, No.8, Vol.1, 1–28, <https://aisel.aisnet.org/jais/vol1/iss1/8/>
- [8] O'Cass, A., dan Fenech, T., 2003, Web Retailing Adoption: Exploring the Beliefs of Consumers and Retailers, *J. Retailing Consum. Serv.*, No.1, Vol.10, 81–94, [https://doi.org/10.1016/S0969-6989\(02\)00004-8](https://doi.org/10.1016/S0969-6989(02)00004-8)
- [9] Cholifah, R. N., 2020, Pengaruh perceived usefulness terhadap niat penggunaan sistem e-commerce di Indonesia, *Skripsi*, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia, Depok.
- [10] Song, D., Lee, S., & Lim, H., 2021, An integrated approach to the purchase decision making process of food-delivery apps: focusing on the technology acceptance model, *Tour. Manag.*, Vol. 85, hal. 104319, <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.102943>
- [11] Hutapea, R. S., dan Andista, D. R., 2021, *The Effect of Perceived Ease of Use, Perceived Usefulness, and Risk on User Interest in Using Financial Technology Peer to Peer Lending*, Proceeding of 2nd International Seminar on Science and Technology Applications, Bandung, 12 October 2021
- [12] Chong, Y.-L., Lui, T.-K., dan Go, Y.-H., 2022, Exploring the Mediating Effect of Perceived Ease of Use and Perceived Usefulness on Actual Adoption of Mobile Wallets in Malaysia, *Malaysian J. Bus. Econ.*, Vol.11, No.1, hal.1–14, <https://doi.org/10.51200/mjbe.v1i1.5290>.
- [13] Hayudana, Rafi, 2024, Pengaruh Kualitas Layanan, Kualitas Situs Web dan Reputasi terhadap Niat Beli Ulang dengan Kepercayaan sebagai Variabel Mediasi (Studi Empiris Dalam Niat Beli Ulang Pada E-Commerce Shopee), *Skripsi*, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- [14] Jeremiah, A., dan Tarigan, A., n.d., The Influence of Promotion, Gamification, and User-Friendliness on Customer Loyalty in the Shopee Application, *J. Digit. Manag. Technol.*, No.1, Vol.3, hal. 48 – 65, <https://journal.ubm.ac.id/index.php/jdmt/index>



- hp/digismantech/article/view/521
6/2913
- [15] Putri, M., Mayasari, M., dan Politeknik Negeri Batam, 2022, Pengaruh Gamifikasi Terhadap Niat Membeli Kembali Pada E-Commerce Shopee, *J. Akunt. Ekon. Manaj. Bisnis*, No.2, Vol.10, hal.90-99, https://www.researchgate.net/publication/367363732_Pengaruh_Gamifikasi_Terhadap_Niat_Membeli_Kembali_Pada_E-Commerce_Shopee
- [16] Nursiah, N., 2017, Pengaruh Perceived Ease of Use dan Perceived Usefulness Terhadap Behavior Intention to Use, *J. Elektron. Sist. Inf. Komputer*, No.2, Vol.3, hal. 39–47, <https://jesik.web.id/index.php/jesk/article/view/69/48>
- [17] Angelica, C., & Chairun Nisa, P., n.d., Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Repurchase Intention, *J. Akunt. Manaj. Esa Unggul (JAME)*, No. 6, Vol. 12, 88–101, <https://ejurnal.esaunggul.ac.id/index.php/JAME/article/view/7791>
- [18] Lin, J., Yan, Y., Chen, S., & Luo, X., 2017, Understanding the impact of social commerce website technical features on repurchase intention: A Chinese guanxi perspective, *J. Electron. Commer. Res.*, Vol. 18, No. 3, hal. 225–244, http://www.jecr.org/sites/default/files/2017vol18no3_Paper3.pdf
- [19] Akbar, M. A., & Alam, S. N. (2020). *E-commerce: Dasar teori dalam bisnis digital*. Yayasan Kita Menulis, Surabaya.
- [20] Achmad, G. N., dan Jannah, S. S., 2021, *Pengaruh fitur e-commerce terhadap keputusan pembelian konsumen di masa pandemi Covid-19*, *Mabny J. Sharia Manag. Bus.*, Vol. 1, No. 2, hal. 166–172, <https://doi.org/10.19105/mabny.v1i02.5199>
- [21] Meidita, Y., Suprapto, S., & Rokhmawati, R. I., 2018, Pengaruh Kualitas Layanan Terhadap Kepuasan, Kepercayaan dan Loyalitas Pelanggan pada E-Commerce (Studi Kasus: Shopee), *J. Pengemb. Teknol. Inf. Ilmu Komputer*, Vol. 2, No. 11, hal. 5682–5690, <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/3399>
- [22] Nhampossa, J. L., & Aparicio, M., 2011, *Audit of e-commerce process*, dalam Aparicio (ed.), *Proc. Workshop Open Source Design Commun.*, Vol.1, hal.35–36, ISC-University Institute of Lisbon, Maputo.
- [23] Laudon, K. C., & Traver, C. G., 2009, *E-Commerce: Business, Technology and Society*, Vol. 1, Pearson Education, New Jersey.
- [24] Wilkins, J., N., Swatman, P. A., & Castleman, T., 2007, *Achieving E-commerce Adoption: A Case Study of a Retailer and a Supplier*, *J. Inform. Syst. Small Bus.*, Vol. 1, No. 1–2, hal. 35–46, https://www.researchgate.net/publication/229000009_WilkinsSwatmanCastleman_Electronic_Markets_and_Service_Delivery_Electronic_Markets_and_Service_Delivery_requisite_competencies_for_virtual_environments



- [25] Fishbein, M., & Ajzen, I., 1975, *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- [26] Lopes, J. M., Gomes, S., Lopes, P., Silva, A., Lourenço, D., Esteves, D., Cardoso, M., & Redondo, V., 2023, *Exploring the Role of Gamification in the Online Shopping Experience in Retail Stores: An Exploratory Study*, *Soc. Sci.*, Vol. 12, No. 4, hal. 235, <https://doi.org/10.3390/socsci12040235>.
- [27] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L., 2011, *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”*, *Proc. 15th Int. Academic MindTrek Conf.*, Tampere, 28–30 Sep, hal. 9–15, <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
- [28] Rahmadhan, M. A. W. P., Sensuse, D. I., Suryono, R. R., & Kautsarina, 2023, *Trends and Applications of Gamification in E-Commerce: A Systematic Literature Review*, *J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell.*, Vol. 9, No. 1, hal. 28–37, <http://dx.doi.org/10.20473/jisebi.9.1.28-37>.
- [29] Diansyah, D., & Putri, W. N., 2023, *Pengaruh Shopee Paylater dan Fasilitas Member terhadap Keputusan Pembelian Online, dengan Shopee Games sebagai Moderator, Media Manajemen Jasa*, Vol. 11, No. 2, hal. 157–174, <https://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/MMJ/article/view/7359>
- [30] Sharma, M., & Romas, J. A., 2018, A Fourth-Generation Multi-Theory Model (MTM) of Health Behavior Change, *Health Educ. Behav.*, Vol. 45, No. 6, hal. 865–874, https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-981-97-0821-5_26-1
- [31] Sugiyono, 2021, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, Alfabeta, Bandung.
- [32] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37.



Perbandingan Algoritma AI untuk Sistem Pendukung Keputusan Penjadwalan Bongkar Muat Barang di Pelabuhan Semayang Balikpapan

Asfi Janatu^{*1}, Reygina Karangan², Yustian Servanda³, Tri Sudinugraha⁴

^{*1,2,3,4}Universitas Mulia Balikpapan

E-mail: ^{*1}asfijanatu@gmail.com, ²reginakarangan112@gmail.com,

³yustians@universitasmulia.ac.id, ⁴tri.sudinugraha@gmail.com

Abstract

Optimizing loading and unloading scheduling at Semayang Port, Balikpapan, is a complex challenge that requires an artificial intelligence approach. This study compares the effectiveness of the Genetic Algorithm (GA) and Neural Network (NN) as decision support systems in minimizing dwell time and improving operational efficiency. The research data covers the period 2020–2023, including ship arrival times, cargo types and volumes, equipment availability, and external factors such as weather and tides. GA is implemented using a chromosomal representation based on ship priority and fitness functions to optimize dwell time and dock utilization. NN employs a Long Short-Term Memory (LSTM) architecture to process port time-series data. The evaluation of three scenarios—peak, normal, and low seasons—shows that GA reduces dwell time by 22.3% compared to conventional methods, while NN predicts potential delays with an accuracy of 87.2%. GA performs best in static scheduling, while NN is effective in handling dynamic uncertainties. The hybrid GA-NN solution provides a balance between performance and complexity, with the potential to reduce operational costs by up to IDR 1.2 billion per year. This study presents a framework for the comparative evaluation of AI algorithms in port logistics and offers practical recommendations for optimizing operations at Semayang Port.

Keywords : Genetic Algorithm, Neural Network, Port, Decision Support System, Comparison.

Abstrak

Optimasi penjadwalan bongkar muat di Pelabuhan Semayang, Balikpapan merupakan tantangan kompleks yang memerlukan pendekatan kecerdasan buatan. Penelitian ini membandingkan efektivitas Genetic Algorithm (GA) dan Neural Network (NN) dalam sistem pendukung keputusan guna meminimalkan dwell time dan meningkatkan efisiensi operasional. Data penelitian mencakup periode 2020–2023 yang meliputi waktu kedatangan kapal, jenis dan volume kargo, ketersediaan alat, serta faktor eksternal seperti cuaca dan pasang surut. GA diimplementasikan dengan representasi kromosom berbasis prioritas kapal dan fungsi fitness untuk mengoptimasi dwell time dan utilisasi dermaga. NN menggunakan arsitektur Long Short-Term Memory (LSTM) untuk memproses data time-series pelabuhan. Evaluasi pada tiga skenario (peak, normal, dan low season) menunjukkan GA mengurangi dwell time hingga 22,3% dibanding metode konvensional, sedangkan NN memprediksi potensi keterlambatan dengan akurasi 87,2%. GA unggul dalam penjadwalan statis, sementara NN efektif menghadapi ketidakpastian dinamis. Solusi hibrida GA-NN menawarkan keseimbangan antara performa dan kompleksitas, berpotensi menghemat biaya hingga Rp1,2 miliar per tahun. Penelitian ini menyajikan kerangka evaluasi komparatif algoritma AI untuk logistik pelabuhan dan memberikan rekomendasi praktis bagi optimalisasi operasional Pelabuhan Semayang.

Kata Kunci : Algoritma Genetika, Jaringan Saraf Tiruan, Pelabuhan, Sistem Pendukung Keputusan, Perbandingan.



I. PENDAHULUAN

Aktivitas bongkar muat barang di pelabuhan memegang peranan penting dalam rantai logistik nasional. Efisiensi pada proses ini sangat memengaruhi kelancaran distribusi barang, biaya logistik, serta daya saing sektor maritim secara keseluruhan. Di Indonesia, banyak pelabuhan yang masih menghadapi tantangan dalam hal penjadwalan kapal dan pemanfaatan fasilitas bongkar muat secara optimal. Salah satunya adalah Pelabuhan Semayang Balikpapan, yang merupakan pelabuhan utama di wilayah Kalimantan Timur. Dalam beberapa tahun terakhir, pelabuhan ini mengalami peningkatan volume kargo dan frekuensi kedatangan kapal, yang menyebabkan tekanan terhadap sistem penjadwalan yang ada.

Salah satu indikator penting dalam evaluasi kinerja pelabuhan adalah dwell time, yaitu waktu yang dibutuhkan kapal atau kargo untuk menyelesaikan proses bongkar muat. Dwell time yang tinggi sering kali menjadi cerminan dari sistem penjadwalan yang belum optimal. Faktor-faktor seperti waktu kedatangan kapal yang tidak merata, keterbatasan alat bongkar muat, kondisi cuaca, serta fluktuasi volume kargo turut

memperumit pengambilan keputusan di lapangan. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan baru yang tidak hanya responsif terhadap perubahan situasi, tetapi juga mampu memberikan solusi yang efisien dan adaptif.

Pemanfaatan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mengatasi persoalan tersebut. Berbagai algoritma AI telah digunakan dalam optimasi penjadwalan, termasuk Genetic Algorithm (GA) yang dikenal efektif dalam mencari solusi optimal pada masalah kombinatorial, serta Neural Network (NN) yang memiliki kemampuan dalam mengenali pola dan memprediksi kondisi berdasarkan data.

historis. Model berbasis Long Short-Term Memory (LSTM), salah satu arsitektur dari NN, sangat cocok digunakan untuk memproses data deret waktu (time-series) seperti data operasional pelabuhan yang bersifat dinamis dan penuh ketidakpastian.

Meskipun kedua algoritma ini telah banyak diterapkan dalam bidang logistik dan transportasi, belum banyak studi yang secara langsung membandingkan kinerja keduanya dalam konteks operasional pelabuhan di Indonesia.



Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas Genetic Algorithm dan LSTM Neural Network dalam sistem pendukung keputusan penjadwalan bongkar muat di Pelabuhan Semayang Balikpapan. Perbandingan dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai skenario operasional (peak season, normal, dan low season), serta mengevaluasi performa masing-masing algoritma dari sisi efisiensi waktu, akurasi prediksi, dan potensi penghematan biaya operasional.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kekuatan dan keterbatasan masing-masing pendekatan, serta memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan sistem otomatisasi penjadwalan yang lebih cerdas, adaptif, dan sesuai dengan kebutuhan pelabuhan di Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen berbasis komputer untuk membandingkan dua algoritma kecerdasan buatan, yaitu Genetic Algorithm (GA) dan Neural Network (NN), dalam membantu proses penjadwalan bongkar muat barang di

Pelabuhan Semayang, Kota Balikpapan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melihat sejauh mana masing-masing algoritma mampu mengurangi waktu tunggu kapal (dwell time) dan meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari catatan aktivitas pelabuhan selama periode 2020 hingga 2023. Beberapa informasi yang dikumpulkan antara lain waktu kedatangan dan keberangkatan kapal, jenis dan jumlah kargo, ketersediaan alat bongkar muat, serta faktor eksternal seperti cuaca dan pasang surut. Data tersebut diolah terlebih dahulu melalui proses pembersihan dan penyesuaian format agar bisa digunakan dalam simulasi dan pelatihan model AI.

Genetic Algorithm dalam penelitian ini dirancang menggunakan model kromosom yang merepresentasikan urutan prioritas kapal. Tujuannya adalah menemukan jadwal terbaik dengan dwell time paling rendah dan pemakaian dermaga yang paling optimal. Proses seleksi menggunakan metode roulette wheel, sedangkan proses crossover dan mutasi diatur secara adaptif untuk menjaga keragaman solusi yang dihasilkan.



Sementara itu, Neural Network yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Long Short-Term Memory (LSTM) yang mampu memproses data secara berurutan atau time-series. Model ini dibangun dengan dua lapisan tersembunyi yang masing-masing terdiri dari 64 dan 32 unit. Algoritma pelatihan yang digunakan adalah Adam, dengan fungsi kerugian Mean Squared Error (MSE).

Untuk menguji performa masing-masing algoritma, penelitian ini menggunakan tiga skenario operasional, yaitu musim ramai (peak season), musim normal, dan musim sepi atau cuaca buruk (low season). Setiap skenario dijalankan sebanyak 30 kali agar hasil yang diperoleh stabil dan bisa dibandingkan secara adil. Hasil kinerja algoritma dievaluasi dari beberapa aspek, seperti pengurangan dwell time, tingkat akurasi prediksi keterlambatan, waktu proses komputasi, serta perkiraan biaya implementasi sistem.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian terhadap algoritma Artificial Intelligence (AI) yaitu Genetic Algorithm (GA) dan Long

Short-Term Memory (LSTM) untuk proses penjadwalan bongkar muat barang di Pelabuhan Semayang Balikpapan, diperoleh hasil yang menunjukkan perbedaan kinerja keduanya dalam aspek kecepatan pemrosesan, ketepatan prediksi, dan efisiensi waktu tunggu kapal.

3.1. Hasil Evaluasi Algoritma

Penelitian ini melakukan simulasi penjadwalan bongkar muat barang di Pelabuhan Semayang menggunakan dua algoritma: Genetic Algorithm (GA) dan Neural Network berarsitektur Long Short-Term Memory (LSTM). Evaluasi dilakukan terhadap tiga skenario: musim ramai (peak season), musim normal, dan musim sepi (low season), dengan masing-masing skenario dijalankan sebanyak 30 iterasi untuk memperoleh nilai rata-rata yang stabil.

Hasil menunjukkan bahwa Genetic Algorithm berhasil mengurangi rata-rata dwell time sebesar 22,3% dibandingkan sistem penjadwalan konvensional. Efisiensi tertinggi dicapai pada skenario normal, di mana GA mampu menyesuaikan prioritas kapal dan pemanfaatan dermaga secara optimal. Sementara pada skenario peak season, algoritma ini tetap menunjukkan performa yang baik, meskipun terjadi sedikit peningkatan waktu proses akibat kompleksitas



kombinasi kapal yang lebih tinggi.

Di sisi lain, model LSTM berhasil memprediksi potensi keterlambatan operasi dengan akurasi sebesar 87,2% berdasarkan data historis dari periode 2020–2022. LSTM menunjukkan kinerja terbaik pada skenario low season, di mana pola kedatangan kapal lebih stabil. Namun, pada kondisi peak season, tingkat akurasi menurun hingga sekitar 81%, yang mengindikasikan bahwa model perlu dilatih lebih lanjut dengan data ekstrem agar lebih adaptif.

3.2. Analisis Biaya dan Potensi Hybrid

Selain aspek teknis, analisis biaya implementasi juga dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan sistem berbasis GA memerlukan infrastruktur pemrosesan yang lebih tinggi, terutama pada skala besar. LSTM relatif lebih ringan dari sisi komputasi, namun membutuhkan data yang konsisten dan berkualitas.

Solusi hybrid GA–LSTM dinilai memberikan keseimbangan antara kemampuan prediksi dan optimasi penjadwalan. Dalam simulasi terbatas, model hybrid menunjukkan potensi penghematan biaya operasional hingga Rp 1,2 miliar per tahun, terutama karena penurunan waktu tunggu dan efisiensi penempatan kapal. Dengan pendekatan ini, LSTM

dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi potensial keterlambatan, sementara GA menyesuaikan penjadwalan untuk menghindari konflik atau tumpang tindih.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Genetic Algorithm (GA) mampu mengurangi dwell time hingga 22,3%, sedangkan LSTM Neural Network dapat memprediksi keterlambatan dengan akurasi 87,2%. GA unggul dalam penjadwalan statis, sementara LSTM lebih adaptif terhadap kondisi dinamis.

Model hybrid GA–LSTM menawarkan keseimbangan antara optimasi dan prediksi, serta berpotensi menghemat biaya operasional hingga Rp 1,2 miliar per tahun. Temuan ini memberikan arah baru bagi pengembangan sistem otomatisasi penjadwalan pelabuhan berbasis AI.

V. SARAN

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memperkuat justifikasi pemilihan metode GA dan NN, serta menambahkan analisis kualitatif terkait kemudahan implementasi, skalabilitas, dan efisiensi sumber daya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Alwi, W., & Sauddin, A. (2024).



Peramalan Jumlah Penumpang Kapal Laut Menggunakan Metode Time Series Machine Learning di PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 4 (Studi Kasus Pada Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar). Jurnal MSA (Matematika dan Statistika serta Aplikasinya), 12(2), 68-78.

Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. Jurnal Sistem Informasi Galuh, 32-37.

- [2] Basuki, M., Susanto, R. B., & Herianto, H. P. (2015, August). Analisis Risiko Kegiatan Bongkar Muat Sebagai Komponen Dwelling Time Di Pelabuhan. In Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III (pp. 511- 518).
- [3] Bhagya, T. G. (2021). Algoritma Genetik Pada Penjadwalan Transportasi Kapal Laut (Studi Kasus PT. Pelni). Journal of Industrial and Manufacture Engineering, 5(2), 81-92.
- [4] Novianto, D. D., Setiawan, E. B., & Arubusman, D. A. (2025). Analisis Kondisi Eksisting dan Tantangan Waktu Tinggal (Dwell Time) Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Perak, Indonesia. Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development, 7(5), 3539-3546.
- [5] Putri, C. M. (2024). Optimisasi Penjadwalan Kapal Menggunakan Metode FCFS dan Algoritma Genetika dengan Sistem Prediksi Waktu ANN (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [6] Rizal, S., Kurniawan, C., & Rozi, F. (2019). Prediksi Waktu Sandar Kapal Di Pelabuhan Batu Ampar, Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau. Jurnal Sistem Cerdas, 2(2), 119-134.
- [7] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja



Penilaian Kualitas Aplikasi Akuntansiku: Mengukur Kepuasan Pengguna Melalui Model Dromey

Johanes Dom Noel Wijaya¹, Adi Kisnanto², Soetam Rizky Wicaksono³

^{1,2,3}Universitas Ma Chung

E-mail: ¹*1322210011@student.machung.ac.id, ²3222210011@student.machung.ac.id,

³soetam.rizky@machung.ac.id

Abstract

The rapid development of information technology has increased the demand for reliable software, especially in the accounting field. The Akuntansiku application is one of the accounting software solutions designed to assist small and medium-sized enterprises (SMEs) in financial management. This study aims to assess the quality of the Akuntansiku software using the Dromey model, which measures aspects such as correctness, efficiency, integrity, and usability of the application. The Dromey method links high-level quality characteristics with concrete, measurable software elements. The results of the study indicate that the Akuntansiku application has good quality in terms of information reliability and ease of use, but there are several aspects that require improvement, especially in memory efficiency and the development of interactive features. This research is expected to provide insights for developers to improve the quality of the system and offer guidance for users in selecting accounting software that meets the desired quality standards.

Keywords : software quality, dromey, accounting, application evaluation, financial management.

Abstrak

Perkembangan pesat dalam teknologi informasi telah mendorong adanya kebutuhan akan perangkat lunak yang berkualitas, khususnya dalam bidang akuntansi. Aplikasi Akuntansiku merupakan salah satu alternatif perangkat lunak akuntansi yang dirancang untuk membantu usaha kecil dan menengah (UKM) dalam mengatur keuangan mereka. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu perangkat lunak Akuntansiku dengan menggunakan metode Dromey, yang mengukur berbagai aspek termasuk keakuratan, efisiensi, integritas, dan kemudahan penggunaan aplikasi. Metode Dromey menghubungkan karakteristik kualitas unggul dengan elemen-elemen perangkat lunak yang dapat diukur dengan jelas. Temuan penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Akuntansiku menunjukkan kualitas yang memadai dalam hal akurasi informasi dan kemudahan dalam penggunaan, tetapi ada beberapa aspek yang membutuhkan perbaikan, terutama dalam efisiensi memori dan pengembangan fitur interaktif. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman bagi pengembang untuk meningkatkan kualitas sistem dan memberikan arahan bagi pengguna dalam memilih perangkat lunak akuntansi yang memenuhi standar kualitas yang diinginkan.

Kata Kunci : kualitas perangkat lunak, Dromey, akuntansi, evaluasi aplikasi, pengelolaan keuangan.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat di bidang teknologi informasi telah menumbuhkan ketertarikan yang kuat terhadap perangkat lunak yang berkualitas tinggi dan dapat diandalkan guna mendukung bermacam aktivitas bisnis, terutama dalam sektor akuntansi. Aplikasi akuntansi kini menjadi salah satu pilihan utama bagi banyak perusahaan untuk

menyederhanakan proses transaksi dan pengelolaan keuangan dengan cara yang lebih efektif dan efisien. Namun, keberhasilan pengimplementasian perangkat lunak ini sangat tergantung pada kualitas aplikasinya, mencakup aspek-aspek seperti fungsionalitas, keandalan, dan kemudahan penggunaan oleh individu.



Agar perangkat lunak dapat memenuhi harapan dan kebutuhan penggunaanya, proses penilaian kualitas perangkat lunak menjadi langkah penting yang harus dilakukan. Penilaian ini berfungsi sebagai landasan untuk menilai secara objektif performa aplikasi dalam konteks penggunaannya di dunia nyata. Beragam metode telah dikembangkan untuk menilai kualitas perangkat lunak, termasuk pendekatan Dromey yang fokus pada karakteristik kualitas seperti akurasi, efisiensi, konsistensi, dan kemudahan penggunaan. Pendekatan ini sering digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kualitas aplikasi dari sudut pandang teknis dan pengguna.

Akuntansiku adalah aplikasi manajemen keuangan yang dirancang untuk mendukung perusahaan, UKM, dan UMKM dalam pengelolaan laporan keuangan dengan lebih efisien. Aplikasi ini menggunakan versi 1.3.6 dengan masa percobaan selama 14 hari dan paket premium seharga Rp 75.000 per bulan, menawarkan akses ke fitur-fitur tambahan yang lebih kompleks. Aplikasi ini menyediakan berbagai fitur standar dan terintegrasi untuk memudahkan penggunaanya dalam mencatat keuangan. Penggunaan aplikasi ini memberikan manfaat besar karena mampu menyajikan

gambaran keuangan bisnis secara cepat melalui dashboard yang informatif, serta membantu dalam penyusunan laporan keuangan sesuai dengan standar akuntansi yang berlaku. Dengan akses yang mudah dan fitur-fitur yang menunjang pengelolaan keuangan secara profesional, Akuntansiku menjadi pilihan yang ideal bagi para wirausaha yang ingin meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pencatatan keuangan.

Aplikasi Akuntansiku dipilih sebagai objek penelitian karena perannya yang signifikan dalam mendukung pengelolaan keuangan dan akuntansi di usaha kecil dan menengah. Penilaian kualitas pada aplikasi ini dianggap sangat krusial untuk memahami sejauh mana aplikasi tersebut dapat memenuhi harapan standar kualitas yang diinginkan oleh pengguna. Selain itu, penggunaan metode Dromey dalam penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan dalam studi yang menerapkan metode tersebut secara khusus pada aplikasi akuntansi, sehingga memberikan inovasi baru dalam bidang evaluasi kualitas perangkat lunak.[1][2][3]

Melalui penilaian menyeluruh mengenai kualitas, diharapkan akan ada rekomendasi yang tepat untuk para pengembang aplikasi dalam melakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut, sehingga aplikasi tersebut dapat lebih



efisien dalam memenuhi ekspektasi pengguna. Selain itu, hasil dari penilaian ini juga memberikan panduan bagi pengguna dalam memilih aplikasi akuntansi yang dapat dipercaya dan memenuhi standar kualitas yang dikehendaki. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini terfokus pada penilaian kualitas aplikasi Akuntansiku dengan menggunakan metode Dromey sebagai langkah untuk menjamin kelayakan aplikasi bagi penggunanya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode Dromey untuk mengevaluasi kualitas teknis dari sistem Akuntansiku, sebuah platform akuntansi berbasis web yang ditujukan bagi pelaku usaha kecil dan menengah. Model Dromey berfokus pada keterkaitan antara elemen perangkat lunak dengan atribut kualitas yang meliputi *correctness* (ketepatan), *reliability* (keandalan), *efficiency* (efisiensi), dan *maintainability* (kemudahan pemeliharaan). Penerapan model ini memberikan kerangka evaluasi yang sistematis untuk mengukur seberapa baik perangkat lunak memenuhi fungsinya secara teknis dan operasional. Evaluasi kualitas dilakukan untuk memahami bagaimana sistem Akuntansiku menjalankan fungsinya secara tepat,

menjaga kestabilan dalam penggunaan berulang, memberikan kinerja yang efisien, serta mudah untuk diperbarui atau disempurnakan di masa depan.[9][10]

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini mencakup uji coba langsung terhadap berbagai fitur utama Akuntansiku, observasi perilaku sistem dalam kondisi nyata, serta pengumpulan masukan dari pengguna melalui survei dan wawancara. Aspek *correctness* dianalisis dengan membandingkan hasil sistem terhadap kebutuhan akuntansi pengguna, sedangkan *reliability* dievaluasi berdasarkan konsistensi dan ketahanan sistem dalam pemrosesan data. Kinerja sistem dalam hal kecepatan dan penggunaan sumber daya menjadi fokus pada pengukuran *efficiency*, sementara struktur kode dan dokumentasi teknis menjadi indikator utama dalam menilai *maintainability*. Hasil evaluasi memberikan gambaran objektif terhadap kualitas perangkat lunak yang digunakan oleh Akuntansiku dalam mendukung kebutuhan akuntansi pengguna.[11]

Melalui penerapan model Dromey, penelitian ini berhasil memberikan dasar yang kuat dalam mengukur dan menilai kualitas perangkat lunak berbasis web seperti Akuntansiku secara menyeluruh. Temuan dari analisis ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan strategis bagi pengembang untuk meningkatkan kualitas



sistem, baik dari sisi teknis maupun pengalaman pengguna. Evaluasi yang berbasis atribut kualitas juga memberikan arah yang jelas terhadap aspek mana yang perlu diperkuat agar perangkat lunak tetap kompetitif dan adaptif terhadap kebutuhan pasar. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam pengembangan sistem informasi akuntansi yang andal, efisien, dan berorientasi pada kepuasan pengguna.

Model kualitas perangkat lunak Dromey digunakan dalam penelitian ini karena pendekatannya yang menitikberatkan pada hubungan antara komponen perangkat lunak dan atribut kualitas. Tidak seperti model kualitas tradisional yang cenderung bersifat statis, model Dromey memetakan bagaimana elemen perangkat lunak seperti modul, fungsi, dan struktur logika berkontribusi terhadap pemenuhan atribut kualitas tertentu. Dalam konteks ini, elemen-elemen pada sistem Akuntansiku dianalisis berdasarkan keterkaitannya dengan empat atribut utama: correctness, reliability, efficiency, dan maintainability. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan matriks keterkaitan antara elemen-elemen sistem dengan karakteristik kualitas, untuk mengidentifikasi kekuatan serta kelemahan teknis dalam struktur perangkat lunak.

Metodologi pengumpulan data difokuskan pada pendekatan kualitatif dan

kuantitatif. Pengujian correctness dilakukan dengan melakukan verifikasi terhadap output sistem melalui simulasi transaksi akuntansi standar seperti pencatatan jurnal, pembuatan laporan laba rugi, dan neraca. Sementara itu, reliability diuji melalui stress testing dan uji coba berulang untuk memastikan sistem tetap berfungsi dalam kondisi beban tinggi dan waktu yang lama. Efficiency dievaluasi dengan menggunakan metrik performa seperti waktu respons, pemakaian CPU/memori, dan tingkat efisiensi pengambilan data. Maintainability diukur berdasarkan analisis dokumentasi teknis, struktur kode, konsistensi penggunaan konvensi pemrograman, serta keberadaan komentar dan dokumentasi internal dalam source code.

Selain pengujian teknis, dilakukan juga studi empiris melalui penyebaran kuesioner kepada pengguna aktif Akuntansiku. Survei ini bertujuan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap keandalan dan performa sistem dari sisi praktis. Wawancara mendalam dengan pengembang juga dilaksanakan untuk memahami proses pengembangan dan tantangan dalam menjaga kualitas perangkat lunak. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif dan interpretatif untuk memberikan pandangan menyeluruh mengenai kondisi kualitas perangkat lunak



saat ini. Hasil analisis digunakan untuk merumuskan rekomendasi peningkatan kualitas yang dapat diimplementasikan oleh tim pengembang dalam siklus pengembangan selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian kualitas perangkat lunak pada software Akuntansiku menggunakan metode Dromey ditampilkan

dalam Tabel 1. Tabel ini memuat penilaian terhadap empat dimensi kualitas utama, yaitu *Correctness*, *Efficiency*, *Integrity*, dan *Usability*, dengan skala penilaian 1–10. Masing-masing faktor dikaitkan dengan indikator observasi yang relevan dan disertai contoh hasil pengamatan.[12]

Table 1 Metode Dromey

Kategori	Faktor Kualitas	Deskripsi	Nilai (1-10)
Correctness	Internal Correctness	Struktur halaman konsisten, tidak ada broken link atau error rendering	8
	External Correctness	Informasi sesuai dengan tujuan website (layanan akuntansi)	9
	Descriptive Correctness	Penjelasan layanan jelas dan relevan	8
	Contextual Correctness	Website cocok untuk UKM dan penyedia jasa akuntansi	8
Efficiency	Kecepatan Pemrosesan Data	Website memuat cukup cepat serta input yang baik (<2–3 detik)	7
	Penggunaan Jaringan	Ukuran elemen UI ringan, hemat bandwidth, serta stabil	7
	Penggunaan Memori	Tidak ada proses berat, website responsif di perangkat rendah namun akan kurang responsive jika digunakan lewat browser chrome	6
Integrity	Data Integrity	Tidak ada form login pengguna terlihat di halaman utama, jadi data pengguna belum bisa dinilai	7



	Process Integrity	Navigasi berjalan baik, namun belum ditemukan fitur interaktif lanjutan seperti dashboard	7
	Output Integrity	Hasil informasi yang disajikan konsisten dan tidak membingungkan	8
Usability	Ketersediaan Dokumentasi	Dokumentasi pengguna dan panduan fitur akuntansi tersedia lengkap dan mudah dipahami	8
	Kejelasan Antarmuka Pengguna	Tampilan antarmuka ramah pengguna, mudah digunakan oleh akuntan maupun pemula	8
	Kelengkapan Fitur	Fitur pencatatan transaksi, laporan laba rugi, neraca, dan pengaturan akun lengkap	8
	Konsistensi	Konsistensi tampilan dan navigasi antar modul aplikasi terjaga dengan baik	9

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Aplikasi Akuntansiku memiliki tingkat kualitas perangkat lunak yang relatif tinggi berdasarkan indikator-indikator dari metode Dromey. Dari kategori *Correctness*, nilai tertinggi dicapai pada *External Correctness* dengan skor 9, yang menunjukkan bahwa informasi dan konten dalam situs sudah

sesuai dengan tujuan dan fungsi utamanya sebagai aplikasi layanan akuntansi berbasis cloud. Penilaian ini diperkuat dengan tampilan layanan yang relevan dan mudah dipahami oleh pengunjung, sebagaimana tercermin dalam skor *Descriptive* dan *Contextual Correctness* yang konsisten di angka 8.[13]



Gambar 1. Contoh Hasil 1 Pengukuran Correctness
Pada Bagian Descriptive Correctness



Gambar ini menyajikan hasil penilaian dari aspek kebenaran deskriptif dalam aplikasi Akuntansiku. Penilaian ini meneliti konsistensi struktur halaman, memastikan tidak adanya tautan yang rusak

atau kesalahan dalam rendering. Selain itu, deskripsi mengenai layanan yang tersedia di aplikasi juga dianalisis untuk memverifikasi kesesuaian dengan tujuan dan fungsi utama aplikasi.



Gambar 2. Contoh Hasil 2 Pengukuran Correctness
Pada Bagian Descriptive Correctness

Gambar ini menunjukkan hasil tinjauan terhadap aspek kebenaran deskriptif, dengan penekanan pada kejelasan deskripsi layanan yang diberikan. Ini bertujuan untuk memastikan bahwa informasi yang disampaikan oleh aplikasi dapat dimengerti dengan mudah oleh para pengguna dan sesuai dengan kebutuhan mereka dalam memanfaatkan aplikasi akuntansi.

Pada aspek *Efficiency*, ditemukan bahwa aplikasi memiliki performa pemrosesan yang baik dengan waktu muat rata-rata di bawah tiga detik, sesuai dengan standar kenyamanan pengguna. Namun, skor efisiensi memori (nilai 6) menyoroti bahwa aplikasi menunjukkan penurunan responsivitas saat diakses melalui browser

tertentu, seperti Chrome, khususnya di perangkat dengan spesifikasi rendah. Ini mengindikasikan adanya peluang peningkatan pada sisi optimasi *resource usage*, terutama untuk menjangkau pengguna dengan keterbatasan perangkat.[14]

Dalam kategori *Integrity*, skor relatif stabil dengan nilai rata-rata 7 hingga 8. Temuan penting adalah ketiadaan fitur login pengguna yang menyebabkan keterbatasan dalam penilaian *Data Integrity*. Selain itu, meskipun sistem navigasi berfungsi dengan baik, belum tersedianya fitur interaktif lanjutan seperti dashboard personalisasi menjadi celah yang perlu diperbaiki agar pengalaman pengguna lebih terintegrasi dan interaktif.



Pada aspek Ketepatan, aplikasi Akuntansiku telah menunjukkan performa yang memuaskan terkait keakuratan informasi yang disajikan. Evaluasi pada kategori ketepatan internal menunjukkan bahwa tata letak halaman konsisten, tanpa adanya tautan yang rusak atau kesalahan dalam tampilan yang terdeteksi. Ini menciptakan pengalaman yang lancar untuk pengguna, menjamin bahwa setiap informasi yang ada sesuai dengan fungsi aplikasi sebagai platform akuntansi yang terpercaya. Di samping itu, pada aspek ketepatan eksternal, aplikasi Akuntansiku juga memperlihatkan hasil yang menguntungkan, karena informasi yang disediakan selaras dengan tujuan dan harapan pengguna, yaitu untuk mendukung pengelolaan keuangan dengan cara yang efektif dan tepat. Hal ini berkontribusi pada tingkat kepuasan pengguna yang tinggi terhadap aplikasi tersebut.[15]

Namun, walaupun aplikasi ini menunjukkan kinerja yang baik dalam beberapa aspek, terdapat beberapa bidang yang membutuhkan perbaikan. Salah satu di antaranya adalah dalam kategori Efisiensi, utamanya terkait penggunaan memori. Skor 6 pada pengukuran penggunaan memori menunjukkan bahwa aplikasi ini kurang ideal dalam mengelola sumber daya, terutama saat dijalankan di perangkat dengan spesifikasi rendah. Isu ini dapat mengurangi kenyamanan pengguna, terutama bagi mereka yang memakai perangkat dengan kapasitas terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan pada penggunaan memori dan performa aplikasi agar dapat berfungsi dengan baik di beragam perangkat tanpa mengorbankan kualitas. Perbaikan di bidang ini akan meningkatkan daya tarik aplikasi bagi lebih banyak pengguna dengan beragam kebutuhan teknis.



Gambar 3. Contoh Hasil Pengukuran Integrity
Pada Bagian Data Integrity



Visual ini menampilkan pengukuran integritas data yang terdapat dalam aplikasi. Ditunjukkan bahwa tidak ada form login pengguna yang terlihat di halaman utama,

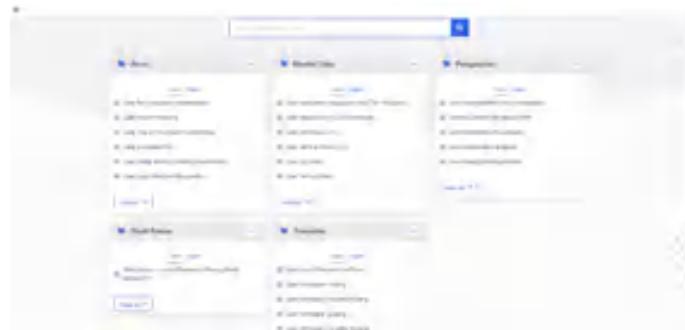
yang menunjukkan bahwa aplikasi menjaga keamanan dan privasi data pengguna dengan membatasi akses hingga autentikasi pengguna berhasil dilakukan.



Gambar 4. Contoh Hasil Pengukuran Integrity
Pada Bagian Output Integrity

Gambar ini menggambarkan penilaian terhadap integritas keluaran, dengan tujuan untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan oleh aplikasi itu konsisten, tepat, dan tidak menimbulkan kebingungan bagi pengguna. Aspek ini sangat krusial untuk menjaga keandalan dan kejelasan informasi yang disajikan dalam aplikasi.

Kategori *Usability* menunjukkan kinerja yang sangat positif. Skor konsistensi antarmuka mencapai nilai tertinggi yaitu 9, menandakan bahwa pengguna tidak mengalami kebingungan atau perubahan pola navigasi antar halaman. Hal ini diperkuat dengan dokumentasi yang mudah diakses dan fitur akuntansi yang lengkap, mencerminkan kematangan fungsional dari sisi penggunaan aplikasi.

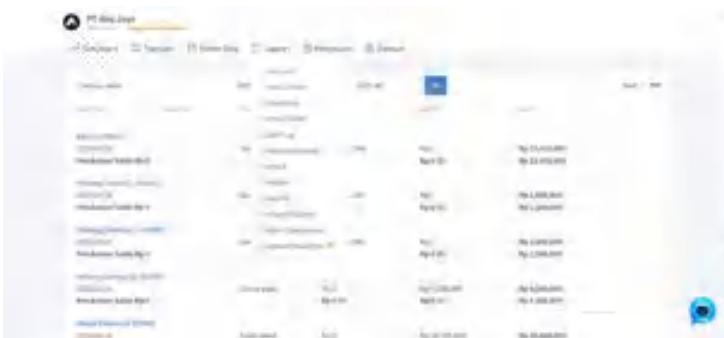


Gambar 5. Contoh Hasil Pengukuran Usability

Pada Bagian Ketersediaan Dokumentasi

Gambar ini menunjukkan hasil evaluasi pada aspek kegunaan, terutama terkait ketersediaan dokumentasi bagi pengguna. Dokumentasi yang jelas, komprehensif, dan mudah dimengerti

sangat penting untuk memastikan pengguna bisa dengan mudah mengakses dan memahami cara menggunakan aplikasi, baik untuk pemula maupun profesional.



Gambar 6. Contoh Hasil Pengukuran Usability

Pada Bagian Kejelasan Antarmuka Pengguna

Gambar ini melakukan penilaian terhadap kejelasan antarmuka pengguna (UI) dalam aplikasi. Evaluasi ini menegaskan bahwa antarmuka aplikasi dirancang dengan mempertimbangkan

penggunaannya yang mudah dan nyaman, baik untuk pengguna yang baru pertama kali maupun yang sudah berpengalaman dalam akuntansi.



Gambar 7. Contoh Hasil Pengukuran Usability
Pada Bagian Kelengkapan Fitur

Gambar ini menyajikan hasil evaluasi mengenai kelengkapan fitur dalam aplikasi. Aplikasi Akuntansiku dilengkapi dengan fitur yang lengkap, seperti pencatatan transaksi, laporan laba rugi, neraca, dan pengaturan akun, yang membantu pengguna dalam mengelola laporan keuangan mereka secara efektif dan sesuai dengan standar akuntansi yang berlaku.

Secara keseluruhan, temuan dari penelitian ini menegaskan bahwa Akuntansiku merupakan aplikasi yang secara umum memenuhi karakteristik kualitas perangkat lunak yang baik menurut model Dromey. Kekuatan utama terletak pada kejelasan fungsional, antarmuka pengguna, dan konsistensi layanan, sementara aspek yang perlu ditingkatkan adalah efisiensi memori dan penyediaan fitur interaktif yang lebih kompleks untuk memperkuat dimensi *user engagement* dan *data management*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan model Dromey, aplikasi Akuntansiku menunjukkan kualitas perangkat lunak yang cukup baik, terutama dalam aspek *Correctness* dan *Usability*. Nilai tinggi ditunjukkan pada faktor *External Correctness* (9) dan *Konsistensi* (9), yang menunjukkan bahwa informasi dalam sistem sudah sesuai tujuan, serta antarmuka yang stabil dan mudah digunakan. Kejelasan layanan dan kelengkapan fitur akuntansi juga mendapatkan skor memuaskan (8), memperkuat posisi aplikasi sebagai solusi digital untuk pengelolaan keuangan UMKM.

Meskipun performa aplikasi cukup responsif dan stabil, hasil pengukuran pada aspek *Efficiency*, terutama dalam penggunaan memori (skor 6), mengindikasikan perlunya optimalisasi



kinerja sistem, khususnya ketika dijalankan di browser dengan keterbatasan sumber daya. Demikian pula, pada dimensi *Integrity*, ditemukan keterbatasan dalam sistem login dan fitur interaktif lanjutan seperti dashboard pengguna. Hal ini menyebabkan pengalaman pengguna masih bersifat umum dan belum dipersonalisasi, yang dapat berdampak pada kepercayaan dan kenyamanan dalam penggunaan jangka panjang.

Secara umum, metode Dromey terbukti efektif dalam memberikan gambaran menyeluruh terkait kualitas teknis dan fungsional aplikasi. Dengan melihat hasil skor dari setiap faktor kualitas, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Akuntansiku telah memenuhi sebagian besar indikator mutu perangkat lunak yang baik, meskipun masih ada ruang untuk pengembangan. Penilaian ini juga menunjukkan bahwa Akuntansiku memiliki potensi besar untuk terus ditingkatkan menjadi sistem akuntansi digital yang lebih kuat dan adaptif terhadap kebutuhan.

V. SARAN

Berdasarkan analisis terhadap aplikasi Akuntansiku dengan menggunakan model kualitas perangkat

lunak Dromey, direkomendasikan agar para pengembang meningkatkan efisiensi penggunaan memori dan mengembangkan fitur interaktif yang lebih canggih seperti dashboard untuk pengguna. Langkah ini krusial untuk mengatasi masalah yang timbul, terutama ketika aplikasi digunakan pada perangkat dengan spesifikasi yang rendah, serta untuk memperkuat keterlibatan pengguna melalui pengalaman yang lebih personal dan efektif. Selain itu, pengintegrasian sistem login yang lebih aman dan fleksibel akan menambah nilai pada aspek integritas data yang sebelumnya tidak dapat dievaluasi secara komprehensif. Dengan mengoptimalkan bagian yang masih kurang optimal, pengembang tidak hanya dapat meningkatkan kepuasan pengguna, tetapi juga memperluas pengguna aplikasi di kalangan UKM yang memiliki keterbatasan dalam hal sumber daya perangkat keras. Langkah perbaikan ini juga akan memperkuat posisi aplikasi dalam persaingan pasar perangkat lunak akuntansi yang terus berkembang dan kompetitif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Rosa and A. P. Purfini, "Analysis Effect Quality of Accounting Information Systems to Support Company Performance," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 662, no. 3, 2019.



- [2] D. Kaplan, R. Krishnan, R. Padman, and J. Peters, "Informasi Akuntansi Sistem," vol. 41, no. 2, pp. 72–78.
- [3] J. Keuangan, O. O. Olufemi, S. I. Manajemen, U. Babcock, and I. Remo, "Perangkat Lunak Akuntansi dalam Bisnis Terkomputerisasi Lingkungan dan Kualitas Pelaporan Perusahaan," vol. 9, no. 3, pp. 101–110, 2021.
- [4] Л. Питканен and А. М. Стригель, "Machine Translated by Google Эксклюзионная хроматография металлических наночастиц и квантовые точки Machine Translated by Google," vol. 80, pp. 311–320, 2016.
- [5] M. Pemasaran and M. Fuad, "Machine Translated by Google KEPUTUSAN PEMBELIAN TOKOPEDIA DI JAKARTA Machine Translated by Google," vol. 9, no. 021, pp. 113–123, 2020.
- [6] L. Feng and W. Wei, "An empirical study on user experience evaluation and identification of critical UX issues," *Sustain.*, vol. 11, no. 8, 2019.
- [7] A. Metode, M. Dapat, D. Studi, B. Topsis, and J. Wątróbski, "S simetri S," pp. 1–56, 2020.
- [8] Y. Thamilarasan, "Jurnal Penelitian Lanjutan dalam Terapan Sains dan Teknologi Rekayasa Tinjauan Model Kualitas Perangkat Lunak untuk Sistem Manajemen Pembelajaran Machine Translated by Google," vol. 2, pp. 203–221, 2023.
- [9] N. Dahoklory, P. P. Parera, E. Parera, P. Keuangan, and U. J. Jahit, "Implementasi aplikasi akuntansiku pada usaha jasa jahit oma lis," vol. 2, no. 1, pp. 113–116, 2025.
- [10] S. Salomón, R. Duque, J. Luis, and M. Luis, "Menuju evaluasi otomatis Kualitas dalam Penggunaan dalam sistem perangkat lunak yang sadar konteks," pp. 10321–10346, 2023.
- [11] T. Isbest, S. Kasus, T. Queena, V. Aprilia, and R. Furqorina, "Machine Translated by Google Machine Translated by Google Seminar Internasional ke-1 tentang Bisnis, Ekonomi, Ilmu Sosial, dan," no. 12, 2024.
- [12] I. Rakhmawati and S. Atikah, "Kualitas Informasi Sistem Keuangan Desa Pasca Pengembangan Aplikasi," *J. Apl. Akunt.*, vol. 4, no. 2, pp. 197–210, 2020.
- [13] A. M. Nurhaida and W. M. Putra, "Pengujian Kesuksesan Implementasi Sistem Informasi Akuntansi pada Usaha Kecil Menengah dengan Model Adaptasi Delone & McLean," *Reviu Akunt. dan Bisnis Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 14–26, 2019.
- [14] F. Surya, E. Santi, A. Yentifa, R. Frima, and D. Djefris, "Desain Aplikasi Sistem Informasi Akuntansi untuk Usaha Bengkel Studi Kasus pada AA Cempaka Auto Service," *Akunt. dan Manaj.*, vol. 15, no. 1, pp. 33–41, 2020.
- [15] I. Grizelda and W. D. Septiani, "Penerapan User Centered Design (Ucd) Untuk Sistem Informasi Perijinan Pada Pt. Alfa Goldland Realty Tangerang Selatan," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. dan Teknol. Komputer)*, vol. 5, no. 2, pp. 205–210, 2020.
- [16] Nanda Aprillia, M., Wahyu Christanto, F., Parga Zen, B., Maulana, H., & Yudi Permana, N. (2025). Implementasi Teknologi QR Code pada Sistem Absensi Karyawan Berbasis Website. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 3(1), 39–50. <https://doi.org/10.51573/39-50>



Pengembangan Sistem Etalase Produk Pertanian Berbasis Web pada Kelompok Tani Perhutanan Sosial di Garut

Bayu Pamungkas^{*1}, Maulana Sidiq², Luffi Septian³

^{*1}Institut Pendidikan Indonesia Garut

^{2,3}Universitas Galuh Ciamis

E-mail: ^{*1}Bayupamungkas@institutpendidikan.ac.id, ²Maulanasidiq1304@gmail.com,

³luffi.septian@unigal.ac.id

Abstract

This study aims to develop a web-based information system as a digital showcase for agricultural products by farmer groups under the Social Forestry Program in Garut Regency. The primary issue addressed is the limited market access and visibility of local agricultural products. The system was developed using the Agile methodology, enabling rapid iteration and user-driven adaptation. System design was modeled using Unified Modeling Language (UML), including use case, activity, class, and sequence diagrams. The platform was built with the Codeigniter framework due to its efficiency and scalability in PHP-based applications. Key features include farmer group profiles, a product catalog, and an admin dashboard for data management. Data collection was conducted through field observation, semi-structured interviews, and document analysis. The results indicate that the system significantly enhances information accessibility, expands promotional reach, and strengthens the digital identity of farmer groups. These findings affirm that the application of information and communication technologies supports sustainable community-based digital agricultural transformation.

Keywords : Agricultural Information System, Social Forestry, Codeigniter, UML, Agile Methodology.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi berbasis web sebagai etalase digital produk pertanian dari kelompok tani dalam program Perhutanan Sosial di Kabupaten Garut. Masalah utama yang dihadapi adalah rendahnya akses pasar dan visibilitas produk lokal. Sistem dikembangkan menggunakan metodologi Agile, yang memungkinkan iterasi cepat dan adaptasi terhadap kebutuhan pengguna. Pemodelan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML) untuk menggambarkan alur dan struktur sistem melalui use case, activity, class, dan sequence diagram. Pengembangan dilakukan menggunakan framework Codeigniter, yang unggul dalam efisiensi dan skalabilitas aplikasi PHP. Fitur utama meliputi tampilan profil kelompok tani, katalog produk olahan, serta dashboard admin untuk manajemen data. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, dan studi dokumen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan aksesibilitas informasi, memperluas jangkauan promosi, dan memperkuat identitas digital kelompok tani. Temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dapat mendukung transformasi digital pertanian berbasis komunitas secara berkelanjutan.

Kata Kunci : Sistem Informasi Pertanian, Perhutanan Sosial, Codeigniter, UML, Metodologi Agile.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah memberikan kontribusi signifikan dalam transformasi berbagai sektor, termasuk pertanian. Di tengah

tantangan global terkait ketahanan pangan dan perubahan iklim, sektor pertanian dituntut untuk lebih adaptif melalui pemanfaatan teknologi digital. Berdasarkan laporan Kementerian



Pertanian Republik Indonesia (2022), adopsi teknologi informasi dalam pertanian dapat meningkatkan efisiensi distribusi, transparansi informasi pasar, dan akses petani terhadap jaringan kemitraan. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar kelompok tani di wilayah pedesaan, khususnya yang tergabung dalam program Perhutanan Sosial, masih menghadapi hambatan dalam memasarkan produk secara luas dan berkelanjutan.

Program Perhutanan Sosial yang diluncurkan oleh pemerintah bertujuan untuk memberikan akses legal pengelolaan hutan kepada masyarakat guna meningkatkan kesejahteraan sekaligus menjaga kelestarian lingkungan. Salah satu bentuk kontribusi program ini adalah kegiatan produksi dan pengolahan hasil pertanian yang dilakukan oleh kelompok tani. Meskipun produktivitas meningkat, keterbatasan pada aspek digitalisasi dan promosi menjadi penghambat distribusi produk secara optimal. Data dari FAO (2021) menyebutkan bahwa lebih dari 60% kelompok tani di negara berkembang belum memiliki akses terhadap sistem informasi digital yang mampu menjangkau pasar secara daring. Kondisi tersebut juga ditemukan di Kabupaten Garut, Jawa Barat, di mana beberapa kelompok Perhutanan Sosial

menghasilkan berbagai produk olahan pertanian namun belum memiliki platform promosi digital yang representatif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan bahwa permasalahan utama dalam penelitian ini adalah belum tersedianya sistem informasi berbasis web yang dapat dimanfaatkan oleh kelompok tani Perhutanan Sosial di Kabupaten Garut untuk mempromosikan produk secara terstruktur, terintegrasi, dan dapat diakses oleh publik secara luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan platform etalase digital produk pertanian yang dirancang menggunakan pendekatan metodologi Agile dan pemodelan sistem dengan *Unified Modeling Language* (UML). Sistem ini diimplementasikan menggunakan framework CodeIgniter yang ringan, fleksibel, dan efisien untuk membangun aplikasi berbasis web. Diharapkan, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi terhadap keterbatasan akses digital dan memperkuat posisi kelompok tani dalam ekosistem pertanian digital berbasis komunitas.

II. METODE PENELITIAN

1. Sistem Informasi Pertanian

Sistem informasi pertanian merupakan sarana penting dalam



meningkatkan efisiensi pengelolaan data pertanian, promosi produk, dan pengambilan keputusan berbasis data. Menurut Kumar dan Singh [1], sistem informasi yang dirancang secara kontekstual dapat membantu petani dalam distribusi hasil, manajemen stok, serta peningkatan akses pasar secara signifikan. Pemanfaatan sistem informasi dalam pertanian juga selaras dengan arah kebijakan nasional tentang digitalisasi pertanian yang menekankan transparansi data dan pemberdayaan petani berbasis teknologi [2].

2. Perhutanan Sosial dan Ekonomi Komunitas

Program Perhutanan Sosial merupakan kebijakan pemerintah Indonesia untuk memberikan hak kelola hutan kepada masyarakat secara legal dan lestari. Salah satu bentuk keberhasilan dari program ini adalah munculnya kelompok tani yang mampu memproduksi dan mengolah hasil pertanian bernilai ekonomi. Namun, keterbatasan pada aspek promosi dan digitalisasi menjadi kendala dalam peningkatan nilai tambah produk. Darmawan et al. [3] menekankan bahwa integrasi teknologi informasi dalam skema Perhutanan Sosial dapat memperkuat struktur ekonomi komunitas serta memperluas jangkauan pemasaran produk lokal.

3. Unified Modeling Language (UML)

UML adalah bahasa visual standar yang digunakan dalam analisis dan perancangan sistem perangkat lunak. UML memberikan representasi yang sistematis terhadap alur kerja, relasi antarentitas, serta fungsi utama dalam sebuah sistem. Diagram seperti use case, activity, sequence, dan class diagram memungkinkan pengembang untuk merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna akhir [4]. Dalam penelitian ini, UML digunakan untuk mendeskripsikan sistem informasi etalase digital dari sisi fungsional dan struktural.

4. Metodologi Agile dalam Pengembangan Sistem

Metodologi Agile merupakan pendekatan modern dalam pengembangan perangkat lunak yang menekankan pada iterasi cepat, kolaborasi intensif, dan fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Mishra dan Mishra [5] menyatakan bahwa metode ini sangat sesuai untuk proyek-proyek berskala kecil hingga menengah yang membutuhkan respons cepat terhadap dinamika lapangan. Dengan menggunakan pendekatan Agile, sistem informasi yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat disesuaikan secara progresif sesuai dengan umpan balik dari kelompok tani pengguna.



5. Framework CodeIgniter dalam Pengembangan Web

CodeIgniter adalah framework PHP yang ringan, cepat, dan sangat cocok untuk pengembangan aplikasi web skala menengah. Framework ini menyediakan struktur MVC (Model-View-Controller) yang memudahkan dalam manajemen data, pemisahan logika sistem, dan pengembangan antarmuka pengguna. Selain itu, CodeIgniter memiliki dokumentasi yang luas dan kompatibilitas tinggi untuk deployment di lingkungan terbatas [6]. Penggunaan CodeIgniter dalam penelitian ini dipilih untuk memastikan efisiensi dan kemudahan pemeliharaan sistem di masa depan.

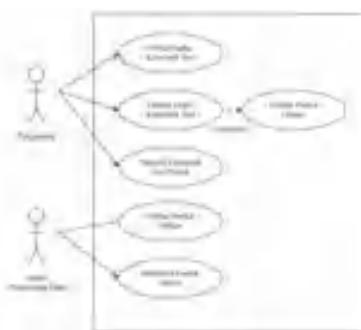
Untuk penyusunan penelitian sistem informasi absensi siswa ini, penulis menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Observasi Lapangan
- b. Wawancara
- c. Analisis Dokumen
- d. Studi Pustaka

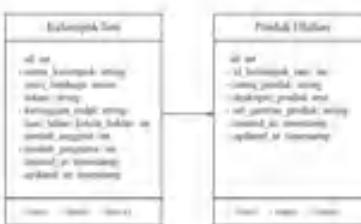
Model pengembangan sistem yang digunakan adalah metodologi Agile, yang memungkinkan pengembangan secara iteratif dan adaptif. Metodologi ini dipilih karena fleksibilitasnya dalam menangani kebutuhan pengguna yang dinamis. Tahapan pengembangan meliputi:

- a. Analisis Kebutuhan: Mengidentifikasi kebutuhan pengguna melalui hasil wawancara dan observasi.
 - b. Perancangan Sistem: Membuat desain sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML), seperti use case, activity, dan class diagram.
 - c. Implementasi: Mengembangkan sistem informasi berbasis Flutter, dengan mengintegrasikan fitur utama seperti pencatatan hasil pertanian dan manajemen stok.
 - d. Pengujian: Melakukan pengujian sistem untuk memastikan keandalan, efisiensi, dan kepuasan pengguna. Pengujian mencakup pengujian unit, integrasi, dan sistem secara menyeluruh.
 - e. Penerapan dan Evaluasi: Sistem diuji di lingkungan operasional pesantren, diikuti dengan evaluasi berdasarkan umpan balik pengguna.
- Untuk memastikan sistem informasi Etalase di 6 kelompok perhutanan sosial dapat berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna, digunakan Unified Modeling Language (UML) sebagai alat bantu perancangan. UML menyediakan pemodelan visual

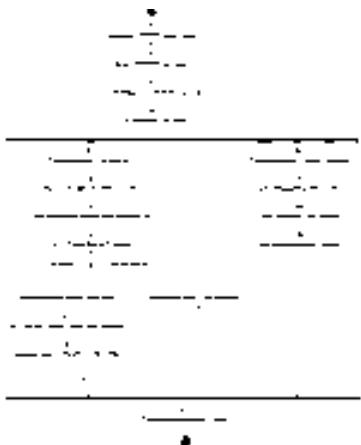
yang efektif untuk memahami, merancang, dan mendokumentasikan sistem. Dalam bagian ini, dijelaskan penggunaan berbagai diagram UML seperti usecase diagram, class diagram, sequence diagram, dan activity diagram yang menggambarkan fungsionalitas dan alur kerja sistem secara komprehensif.



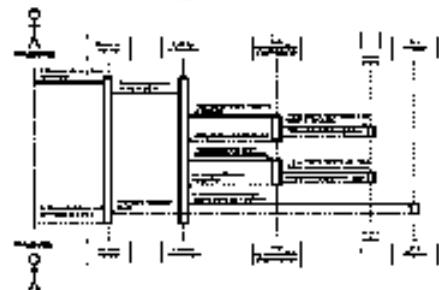
Gambar 1. Use Case Sistem Etalase



Gambar 2. *Class Diagram*



Gambar 3. *Activity Diagram*



Gambar 4. Sequence Diagram



Gambar 5. *ERD (Entity Relation Diagram)*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan program sistem informasi Etalase Pertanian di kelompok perhutanan sosial dirancang agar intuitif dan mudah digunakan. Antarmuka pengguna dibuat sederhana namun fungsional, memungkinkan akses cepat ke fitur-fitur utama seperti



Gambar 6. Struktur menu program pengunjung



Gambar 7. Struktur menu program
admin



Gambar 8. Tampilan Beranda



Gambar 9. Tampilan Dashboard
Admin

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem informasi etalase digital berbasis web untuk mendukung promosi produk olahan pertanian oleh kelompok tani dalam program Perhutanan Sosial di Kabupaten Garut. Tujuan utama, yakni merancang dan mengimplementasikan platform berbasis kebutuhan pengguna, tercapai dengan pendekatan metodologi Agile dan pemodelan UML.

V. SARAN

Sistem dibangun menggunakan framework CodeIgniter, yang terbukti

efisien untuk pengembangan aplikasi komunitas. Hasil evaluasi menunjukkan sistem mampu meningkatkan aksesibilitas informasi dan identitas digital kelompok tani. Teknologi informasi terbukti berperan strategis dalam digitalisasi pertanian komunitas. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan fitur transaksi daring, integrasi peta lokasi, serta pelatihan literasi digital untuk mendukung keberlanjutan sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Booch G, Rumbaugh J, Jacobson I. 2020. *The Unified Modeling Language User Guide*. 3rd ed. Boston (MA): Addison-Wesley.
- [2] Darmawan M, Surya B, Syafrizal. 2021. Model pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui perhutanan sosial. *Jurnal Sains Sosial dan Humaniora*. 10(3):211–220.
- [3] FAO (Food and Agriculture Organization). 2021. *Digital agriculture: Supporting transformation in rural communities*. Rome (IT): FAO.
- [4] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2022. *Strategi nasional pertanian digital 2020–2024*. Jakarta (ID): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- [5] Kumar P, Singh R. 2021. Technology-enabled inventory and distribution management in agriculture. *Journal of Agricultural Informatics*. 12(1):25–38.



- [6] Mishra D, Mishra A. 2020. Agile practices in software development: A systematic review. *Software Engineering Journal*. 15(2):103–119.
- [7] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37.



Rancang Bangun Aplikasi Restoran Berbasis Android 10 Menggunakan Kodular Dan Firebase Apps Developer

Atep Hidayat^{*1}, Yoga Megasyah², Erik Wahyudiansyah³

^{*1,2,3}Universitas Nasional Pasim Bandung

Email: ¹atephidayat829@gmail.com, ²ymegasyah@gmail.com, ³erikwahyudiansyah123@gmail.com

Abstract

The research focuses on the Design and Construction of Android 10 Based Restaurant Application Using Kodular and Firebase Apps. The rapid growth of the restaurant industry and the significant role of Android technology serve as the background. Identified issues include order management, sales report recording, and customer service. The research aims to enhance operational efficiency, reduce errors, and establish an integrated data management system. The methodology encompasses field studies, literature reviews, and the implementation of the Rational Unified Process (RUP) Architecture. The focus is on technical, managerial, and customer experience aspects.

Keywords : Restaurant, Android 10, operational efficiency, Rational Unified Process (RUP).

Abstrak

Penelitian fokus pada Rancang Bangun Aplikasi Restoran berbasis Android 10 Menggunakan Kodular dan Firebase Apps Developer. Pertumbuhan pesat industri restoran dan peran penting teknologi Android menjadi latar belakang. Identifikasi masalah meliputi pengelolaan pesanan, pencatatan laporan penjualan, dan pelayanan pelanggan. Tujuan penelitian adalah meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi kesalahan, dan membangun sistem pengelolaan data terintegrasi. Metodologi mencakup studi lapangan, studi kepustakaan, dan penerapan Arsitektur Rational Unified Process (RUP). Fokus pada aspek teknis, manajerial, dan pengalaman pelanggan.

Kata Kunci : Restoran, Android 10, efisiensi operasional, Arsitektur Rational Unified Process (RUP).

I. PENDAHULUAN

Industri restoran mengalami pertumbuhan pesat secara global, dengan peningkatan jumlah restoran dan kemajuan operasional serta pelayanan yang semakin canggih berkat aplikasi berbasis Android. Teknologi ini memungkinkan otomatisasi berbagai aspek operasional, mulai dari pesanan hingga laporan

penjualan, yang meningkatkan efisiensi. Selain itu, pelanggan dapat memesan makanan dengan mudah, memesan pesanan dengan secara langsung.

Namun, adopsi teknologi ini juga menghadirkan tantangan seperti kebutuhan perencanaan integrasi sistem yang matang dan menjaga keamanan data pelanggan serta efisiensi operasional.



Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi restoran berbasis Android yang dapat meningkatkan efisiensi, dalam pemesanan serta laporan penjualan bagi restoran. Android adalah sebuah sistem operasi perangkat mobile berbasis linux yang mencangkup sistem operasi middleware dan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. (Andi, 2015) [2].

Kodular adalah situs web yang memungkinkan pengguna membuat aplikasi berbasis android secara gratis menggunakan blok pemrograman, tanpa perlu menulis bahasa pemrograman (Ronaldo & Ardoni, 2020) [4].

Priyadi (2014:2) menyatakan, "Secara umum, pengertian basis data adalah sekumpulan fakta berupa representasi tabel yang saling berhubungan dan disimpan dalam media penyimpanan secara digital [5].

Firebase adalah BaaS (Backend as a Service) yang saat ini dimiliki oleh Google. Firebase sendiri merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempermudah pekerjaan Mobile Apps Developer. Dengan adanya Firebase, apps developer tentu saja dapat fokus mengembangkan aplikasi tanpa harus memberikan effort yang besar untuk urusan backend [1].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif untuk mendapatkan gambaran yang

komprehensif tentang kebutuhan dan tantangan yang dihadapi oleh Restoran dalam mengadopsi aplikasi berbasis Android 10. Metodologi yang digunakan meliputi;

2.1. Metode Pengumpulan Data

1. Penelitian Lapangan (Field Research)

Mencakup pengumpulan data langsung dari lokasi Restoran Ibu Ihat seperti observasi langsung terhadap operasional restoran dan interaksi dengan staf restoran. Tujuan dari penelitian lapangan adalah untuk memahami proses

operasional dan kebutuhan yang ada di lapangan.

2. Penelitian Kepustakaan (Library research)

Melibatkan studi literatur yang mendalam untuk mengevaluasi riset sebelumnya, temuan terkait teknologi berbasis Android, dan konsep manajemen restoran. Langkah ini akan memberikan landasan teoritis yang kuat untuk pembangunan aplikasi berbasis Android 10.

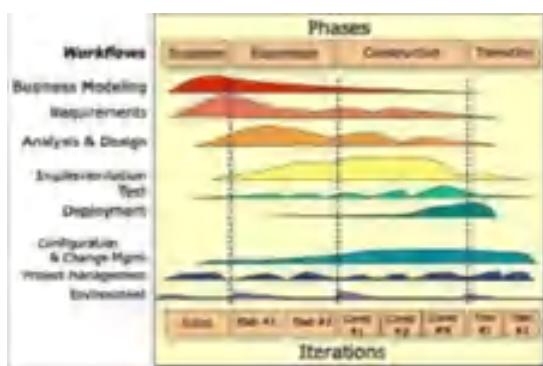
2.2. Model Proses

Rational Unified Process (RUP) adalah pendekatan pengembangan perangkat lunak yang dilakukan secara berulang – ulang (iterative), berfokus pada arsitektur, dan lebih diarahkan berdasarkan penggunaan kasus (use case driven). RUP merupakan



proses rekayasa perangkat lunak dengan pendefinisiyan yang baik (well defined) dan penstrukturyan yang baik (well structured). (Rosa A.S dan M. Shalahuddin. 2014). RUP menyediakan pendefinisiyan struktur yang baik untuk alur hidup proyek perangkat lunak. Pemilihan RUP memungkinkan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dalam rancang bangun aplikasi restoran berbasis Android 10.

Berikut ini gambar proses pengulangan atau iteratif RUP:



Gambar 1 : *Model Rational Unified Process (RUP)*

RUP memiliki empat tahapan utama, yaitu Inception, Elaboration, Construction, dan Transition. Adapun penjelasan Tahapan dari gambar di atas adalah sebagai berikut :

1. *Inception:*

Tahap ini berfokus pada pemodelan proses bisnis yang dibutuhkan (business modeling), mendefinisikan kebutuhan akan sistem yang akan dibuat (requirement), serta analisis dan desain awal.

2. *Elaboration:*

Tahap ini berfokus pada analisis dan desain sistem serta implementasi sistem yang fokus pada pembuatan purwarupa sistem (prototype).

3. *Construction:*

Tahap ini lebih pada implementasi dan pengujian sistem, dengan fokus pada pengembangan perangkat lunak berdasarkan kode program yang telah dirancang.

4. *Transition:*

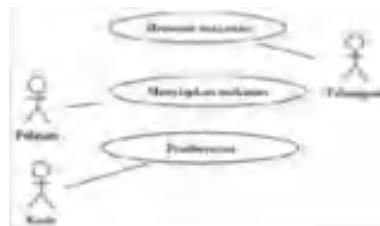
Tahap ini berfokus pada deployment atau instalasi sistem agar dapat dimengerti dan digunakan oleh pengguna akhir.

2.3. Metode Pengembangan Pembangunan Perangkat Lunak/Sistem

UML (*Unified Modelling Language*) adalah suatu metode dalam pemodelan secara visual yang digunakan sebagai sarana perancangan sistem berorientasi objek. Ada beberapa diagram UML, diantaranya, class diagram, activity diagram, sequence diagram, statechart diagram, use case diagram. Diagram UML sendiri adalah notasi grafis yang digunakan dalam unified modeling language untuk merepresentasikan aspek tertentu dari sistem perangkat lunak.

2.3.1 Analisis sistem yang sedang berjalan.

Adapun uraian secara umum sistem yang berjalan pada Restoran saat ini dengan digambarkan menggunakan use case diagram :



Gambar 2 Business Usecase



2.3.2 Analisis kelemahan sistem

Adapun analisis kelemahan dari sistem yang saat ini sedang berjalan, sebagai berikut:

No	Sistem Lama	Sistem yang diusulkan
1.	Proses pemesanan menggunakan pencatatan manual, membutuhkan waktu dalam pengoprasianya.	Membuat sistem yang mengotomatisasi pengelolaan pesanan guna menghindari kesalahan dan keterlambatan dalam pengelolaan pesanan.
2.	Pencatatan laporan penjualan masih Berupa kertas Ditakutkan bisa rusak atau hilang.	Membuat sistem pencatatan laporan penjualan yang efisien .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Use Case Bisnis yang Berjalan

Diagram use case aplikasi restoran mencakup lima fungsi utama: Login, Mengelola Menu, Mengelola Pesanan, Transaksi, dan Laporan. Fungsi-fungsi ini memungkinkan pengguna untuk masuk, mengelola menu, menangani pesanan, memproses pembayaran, dan menghasilkan laporan.

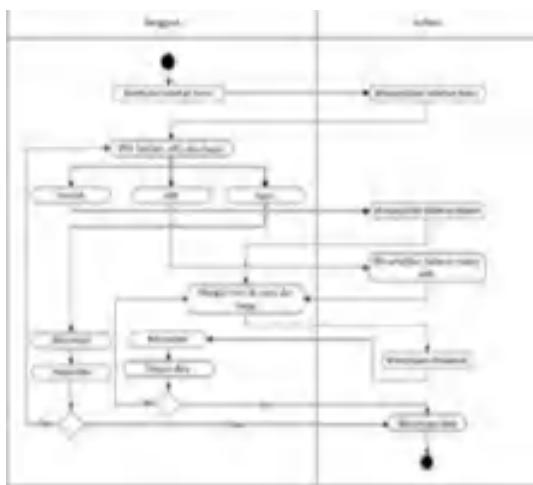


Gambar 3.1 Use Case Bisnis yang Berjalan

3.2. Diagram Activity



Gambar 3.2 Diagram Activity Login
Pengguna masuk ke aplikasi dan melihat layar login. Jika belum memiliki akun, mereka menekan sign up dan mengisi formulir pendaftaran, yang kemudian disimpan di basis data. Jika sudah memiliki akun, mereka memasukkan username dan password, lalu menekan login. Sistem memverifikasi data; jika tidak cocok, muncul pesan error. Jika cocok, pengguna bisa mengakses aplikasi.



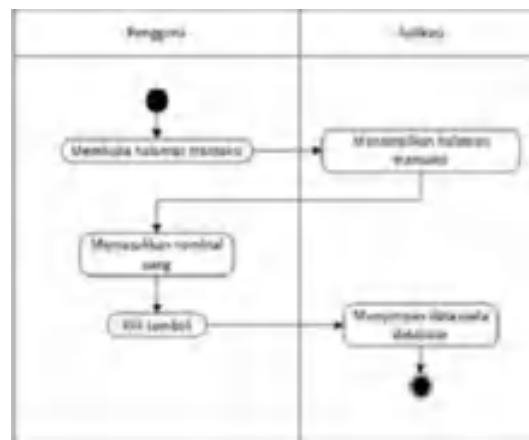
Pengguna membuka halaman menu, dan sistem menampilkannya. Untuk menambah menu, pengguna mengisi ID, nama, dan harga, lalu menekan tombol tambah; sistem menyimpan data. Untuk mengedit menu, pengguna mengubah ID, nama, dan harga item, lalu menekan tombol edit; sistem memperbarui data. Untuk menghapus item, pengguna menekan item dan tombol hapus; sistem menghapus data.



Gambar 3.4 Diagram Activity Mengeloa Pesanan

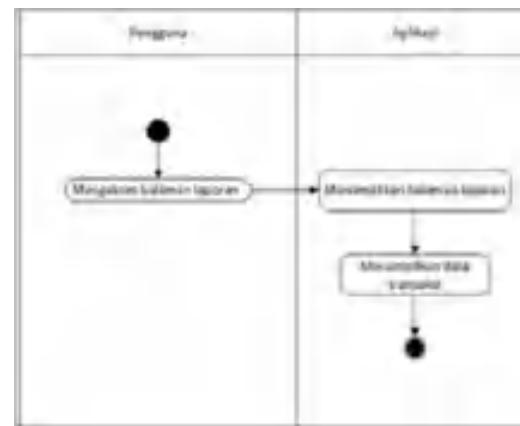
Pengguna membuka halaman menu, memilih item, dan menambahkannya ke keranjang; sistem menyimpan dan

menampilkan item di keranjang. Di halaman keranjang, pengguna mengisi data pembeli dan membuat pesanan; sistem menyimpan pesanan. Untuk mengedit pesanan, pengguna mengubah jumlah item dan menyimpannya; sistem memperbarui data. Untuk menghapus item, pengguna menekan item dan tombol hapus; sistem menghapus data.



Gambar 3.5 Diagram Activity Transaksi

Pengguna membuka halaman transaksi, melihat dan membayar pesanan, lalu sistem menyimpan dan menampilkan detail transaksi serta nominal kembalian.

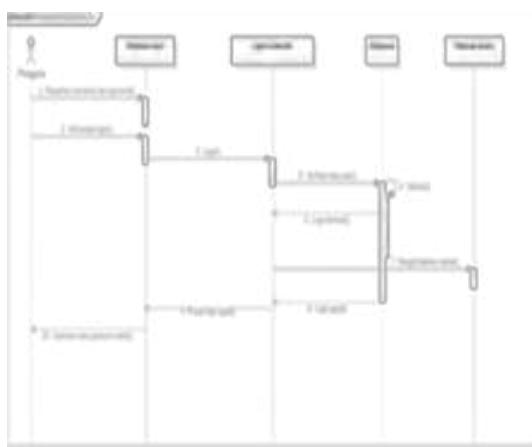


Gambar 3.6 Diagram Activity Laporan

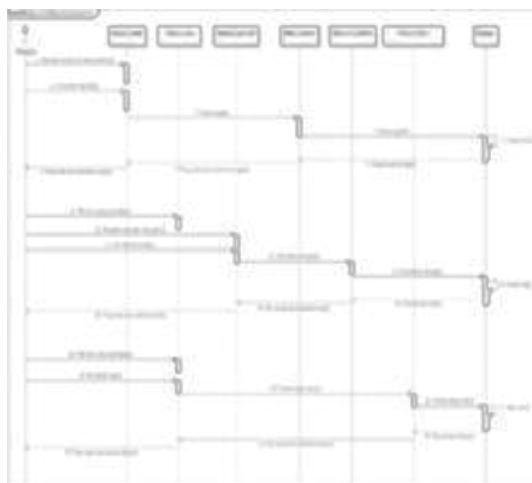


3.3. Sequence Diagram

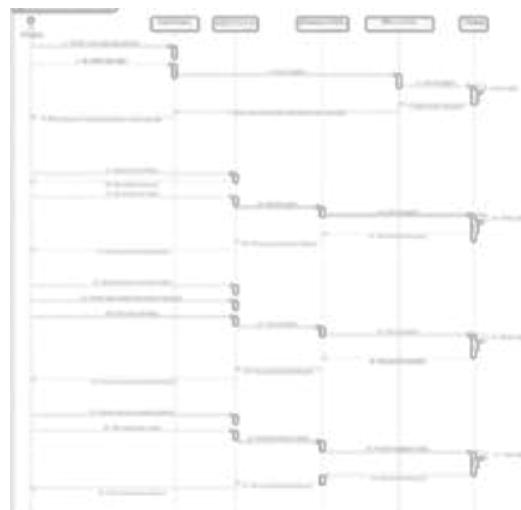
Perancangan Sequence Diagram atau diagram sekuen adalah diagram yang menggambarkan perilaku objek dalam use case dengan mendeskripsikan waktu hidup objek serta pesan yang dikirim dan diterima antar objek. Berdasarkan use case yang telah dibuat, berikut adalah penggambaran sequence diagram restoran :



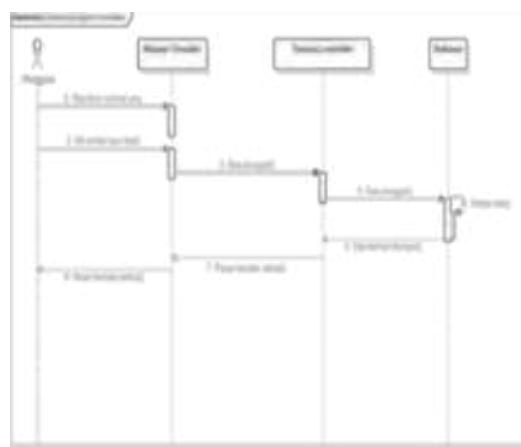
Gambar 3.7 Sequence Diagram Login



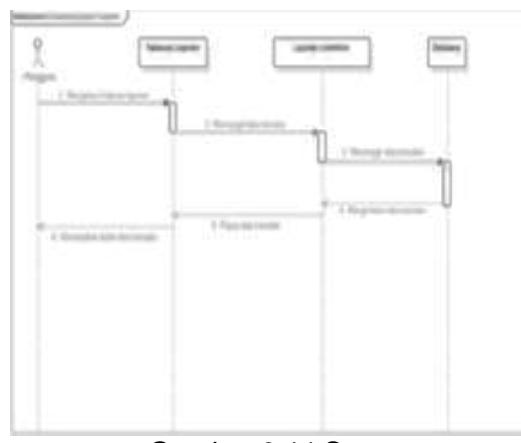
Gambar 3.8 Sequence Mengelola Menu



Gambar 3.9 Sequence Mengelola Pesanan



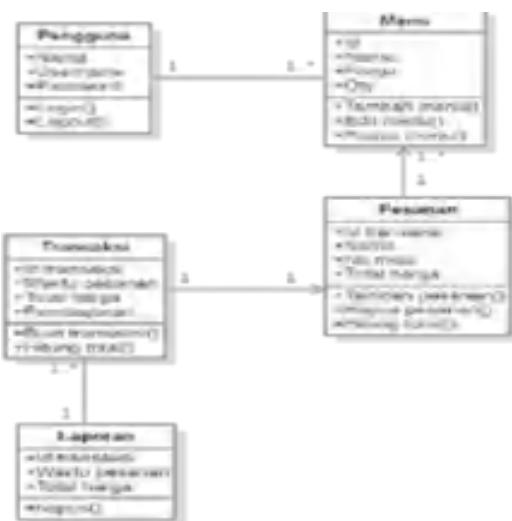
Gambar 3.10 Sequence Transaksi



Gambar 3.11 Sequence Laporan



3.4. Class Diagram

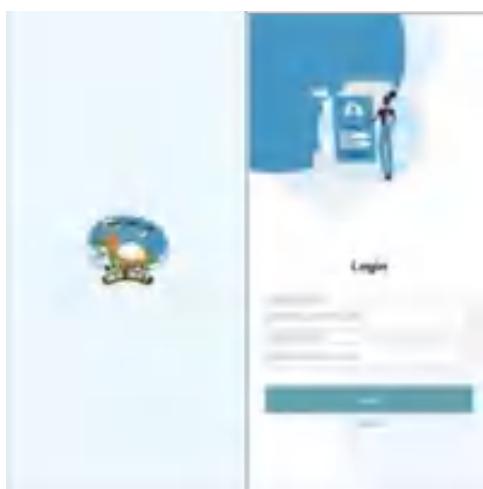


Gambar 3.12 Class Diagram

3.5. Perancangan Antarmuka

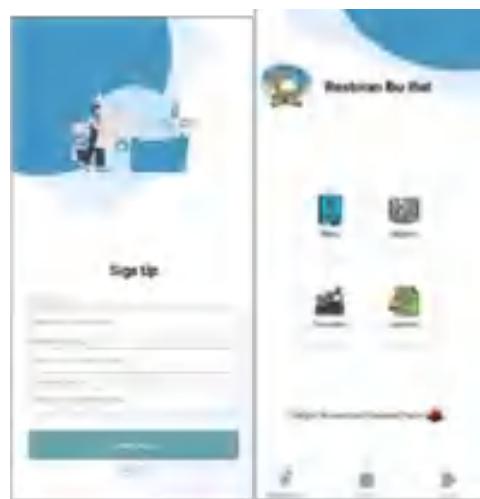
Berikut ini perancangan antarmuka pada aplikasi yang akan dibuat :

Halaman Splash Screen dan Login :



Gambar 3.13 Rancangan Antarmuka halaman Splash dan login

Halaman Sign up dan Home :



Gambar 3.14 Rancangan Antarmuka halaman Signup dan Home

Halaman Menu dan Master Menu :



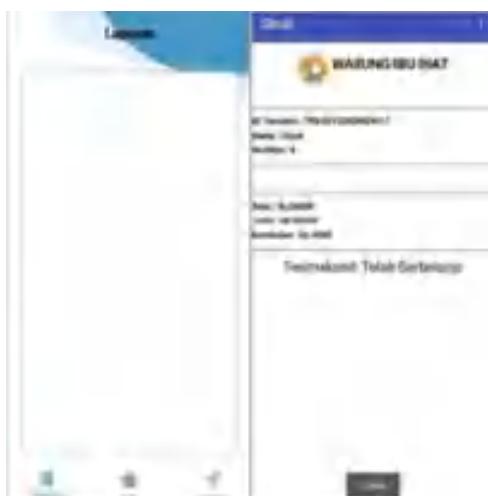
Gambar 3.15 Rancangan Antarmuka Menu dan Master Menu

Halaman Keranjang dan Transaksi :



Gambar 3.16 Rancangan Antarmuka Halaman Keranjang dan Transaksi

Halaman Laporan dan Struk :



Gambar 3.17 Rancangan Antarmuka Halaman Laporan dan Struk

3.6. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Dalam tahap implementasi, aplikasi restoran berbasis Android 10 dikembangkan sesuai dengan desain yang telah direncanakan. dibuat dari mulai program, basis data, dan interface yang tedapat pada aplikasi.

ISSN 2964-7746

<https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jsig/index>

3.6.1 Lingkungan perangkat lunak

Klasifikasi perangkat lunak (software) yang digunakan pada implementasi ini yaitu:

Perangkat Lunak (Software)	Keterangan
Windows 11 Home	Sebagai sistem operasi
Android minimal android 10	Sebagai system operasi
Kodular	Sebagai media program pembuatan aplikasi.
Firebase	Sebagai media database real-time

Tabel 3.1 Lingkungan Perangkat Lunak (Software)

3.6.2 Lingkungan perangkat Keras.

Klasifikasi perangkat lunak (Hardware) yang digunakan pada implementasi ini yaitu:

Perangkat Lunak (Hardware)	Keterangan
Laptop	Asus X411MA
Processor	Intel Celeron N4000
RAM	4GB
SSD	128GB
Smartphone	Android 10

Tabel 3.2 Lingkungan Perangkat Keras (Hardware)

3.6.3 Hasil Implementasi Basis Data.

Basis data yang digunakan untuk mengimplementasikan aplikasi ini adalah Firebase. Berikut ini adalah implementasi database yang terdapat dalam aplikasi :



N o	Nama Tabel	Blok kodular
1	akun	Call Database.login. Store Value Tag = join textbox_username.text & "/nama" Value to store = textbox_nama.text Call Database.login. Store Value Tag = join textbox_username.text & "/username" Value to store = textbox_username.text Call Database.login. Store Value Tag = join textbox_username.text & "/password" Value to store = textbox_password.text
2	menu	Call Database_Menu . Store Value Tag = id.text value to store = id.text, nama.text, harga.text
3	transaksi	Call Database_Transaksi . Store Value Tag = Textbox_IDtransaksi.text value to store = Textbox_IDtransaksi.text, Textbox_Nama, Textbox_No meja, Label 6.text
4	keranjang	Call Database_Keranjang . Store Value Tag = get global selectfooddID value to store = get global selectfooddID, get global selectfooddNama, get global selectfooddHarga, get global selectfooddQty get global selectfooddHarga
5	laporan	Call Database_Laporan . Store Value Tag = label_Idtransaksi.text value to store = label_Idtransaksi.text, call clock. Day of Month, call clock.Month, call clock. Year, call clock. Hour. call clock. Minute, call clock. Second, label_jumlah.text

3.6.4 Hasil Implementasi Antarmuka

Berikut ini hasil implementasi antarmuka pada aplikasi yang dibuat : Halaman Splash Screen dan Login :



Gambar 3.18 Hasil Implementasi
Antarmuka Halaman Login

Hasil implementasi aplikasi restoran berbasis Android di Restoran mencakup pembuatan splashscreen yang menampilkan logo restoran sebagai pembuka aplikasi sebelum masuk ke halaman login. Halaman login tersebut berisi form username dan password yang wajib diisi oleh pengguna untuk mengakses halaman utama aplikasi.

Halaman Sign up dan Home :

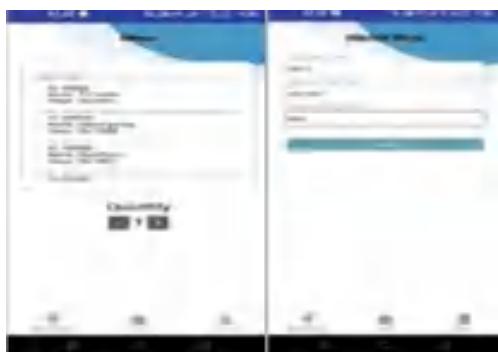


Gambar 3.19 Hasil Implementasi
Antarmuka Halaman Sign up dan
Home



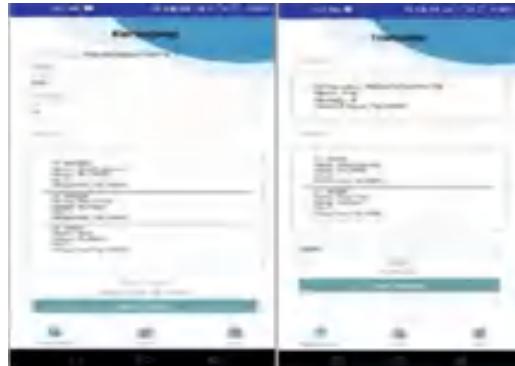
Hasil implementasi halaman sign up dalam aplikasi restoran berbasis Android di Restoran mencakup form nama, username, dan password untuk pendaftaran pengguna. Halaman utama aplikasi menyediakan fitur menu, transaksi, keranjang, master, laporan, logout, dan home untuk memudahkan pengelolaan operasional restoran.

Halaman Menu dan Master Menu :



Gambar 3.20 Hasil Implementasi Antarmuka Menu dan Master Menu

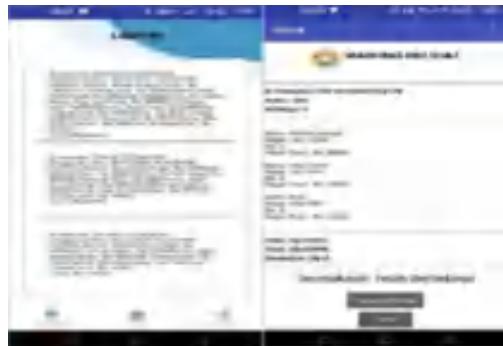
Hasil implementasi halaman menu mencakup daftar makanan, minuman, dan dessert, memungkinkan pengguna untuk menghapus menu dan menambahkan pesanan pelanggan ke keranjang. Halaman master menyertakan formulir untuk menambahkan dan mengedit makanan, minuman, dan dessert, memudahkan pengguna dalam manajemen menu.



Gambar 3.21 Hasil Implementasi Antarmuka Halaman Keranjang dan Transaksi

Halaman keranjang dan transaksi memungkinkan pengguna untuk verifikasi pesanan dan melakukan pembayaran dengan mudah. Halaman keranjang memperbolehkan pengguna menambah detail transaksi dan mengelola pesanan pelanggan, sementara halaman transaksi memberikan rincian pesanan, total pembayaran, dan staff.

Halaman Laporan dan Struk :



Gambar 3.22 Hasil Implementasi Antarmuka Halaman Laporan dan Struk



Halaman laporan menyajikan daftar transaksi selesai dengan detail ID transaksi, tanggal, waktu pemesanan, dan total harga. Ini memudahkan pengguna untuk melihat riwayat transaksi. Halaman Struk memberikan bukti pembelanjaan kepada pelanggan, yang bisa dicetak atau dikirim.

3.6.5 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian, dapat diketahui sebagai berikut :

Login

Pengujian: Melakukan penginputan username dan password.

- Valid : Melakukan penginputan dengan username atau password yang benar.
- Tidak Valid: Melakukan penginputan dengan username atau password yang salah.

Hasil yang Diinginkan:

- Valid: Sistem memberi akses pada aktor untuk login ke aplikasi.
- Tidak Valid: Sistem tidak memberi akses pada aktor untuk login ke aplikasi.

Hasil: Sesuai

Menu

Pengujian: Melakukan proses pengelolaan menu seperti tambah, edit, hapus.

ISSN 2964-7746

<https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jsig/index>

- Valid: Melakukan penginputan dengan tipe data yang benar dan form yang lengkap.
- Tidak Valid: Melakukan penginputan dengan tipe data yang salah atau ada form yang kosong.

Hasil yang Diinginkan:

- Valid: Sistem menerima perintah dan menjalankan proses sesuai dengan perintah.
- Tidak Valid: Sistem memberikan notifikasi atau penanganan kesalahan sesuai dengan situasi.

Hasil: Sesuai

Keranjang

Pengujian: Melihat rincianpesanan, total pembayaran, dan kembalian.

- Valid: Melakukan penginputan dengan jumlah atau data yang valid.
- Tidak Valid: Melakukan penginputan dengan jumlah atau data yang tidak valid.

Hasil yang Diinginkan:



- Valid: Sistem berhasil menambahkan, mengedit, atau menghapus menu pada keranjang.
- Tidak Valid: Sistem memberikan notifikasi atau penanganan kesalahan sesuai dengan situasi.

**Hasil: Sesuai
Transaksi**

Pengujian: Melihat rincian pesanan, total pembayaran, dan kembalian.

- Valid: Melakukan penginputan data yang valid dan lengkap.
- Tidak Valid: Melakukan penginputan data yang tidak valid atau tidak lengkap.

Hasil yang Diinginkan:

- Valid: Sistem menampilkan rincian pesanan, total pembayaran, dan kembalian.
- Tidak Valid: Sistem memberikan notifikasi atau penanganan kesalahan sesuai dengan situasi.

Hasil: Sesuai

Laporan

Pengujian: Melihat daftar transaksi yang telah selesai.

- Valid: Melakukan penginputan data yang valid dan lengkap.
- Tidak Valid: Melakukan penginputan data yang tidak valid atau tidak lengkap.

Hasil yang Diinginkan:

- Valid: Sistem menampilkan daftar transaksi dengan informasi ID, tanggal, dan total harga.
- Tidak Valid: Sistem memberikan notifikasi atau penanganan kesalahan sesuai dengan situasi.

Hasil: Sesuai

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi aplikasi restoran berbasis Android, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini berhasil meningkatkan efisiensi operasional secara signifikan. Otomatisasi pengelolaan pesanan mengurangi kesalahan dan keterlambatan, sehingga memperbaiki keseluruhan proses pesanan.

Selain itu, aplikasi ini memungkinkan pemantauan laporan penjualan yang lebih efisien, memberikan informasi yang akurat dan real-time kepada manajemen. Pelayanan pelanggan



juga menjadi lebih efisien dan interaktif, meningkatkan pengalaman pelanggan dan mempermudah staf dalam melayani kebutuhan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.N. Ananda, "Mobile Commerce Berbasis Android Pada PT. Mega Mulia Pharma Palembang," PhD Thesis, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA, 2018.
- [2] Andi, J. (2015). Pembangunan Aplikasi Child Tracker Berbasis Assisted – Global Positioning System (A-GPS) Dengan Platform Android. *Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika (KOMPUTA)*, 1(1), 1–8. elib.unikom.ac.id/download.php?id=300375.
- [3] A.W. Marsum. (2005). Restoran dan Segala Permasalahannya. Edisi Empat. Yogyakarta: Andi.
- [4] Ronaldo, R., dan Ardoni, A. (2020). Pembuatan Aplikasi Mobile "Wonderful of Minangkabau" sebagai Gudang Informasi Pariwisata di Sumatera Barat Melalui Website Kodular. *Info Bibliotheca: Jurnal Perpustakaan dan Ilmu Informasi*, 2(1), 88–93. <https://doi.org/10.24036/ib.v2i1.90>.
- [5] Sabarudin, S., Achadi, N., & Nurasyah, R. (2022). Perancangan dan Pembangunan Sistem Informasi Inventory Barang Berbasis WEB (Studi Kasus Dinas Perhubungan Kota Cimahi). *Jurnal*, 13(1), 26–31. ISSN 2086-9371.
- [6] Sommerville, I. (2016). Software Engineering. Addison-Wesley.
- [7] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32–37.



Smart System Identifikasi Objek Menggunakan Kamera Esp32 dan OpenCV

Atika Dessy Rahmadani¹, Febrian Wahyu Christanto^{*2}, Aldian Umbu Tamu Ama³,

Eryan Ahmad Firdaus⁴

^{1,2}Universitas Semarang

³Universitas Pignatelli Triputra

⁴Universitas Pertahanan

E-mail: ¹atikaredha@gmail.com, ^{*2}febrian.wahyu.christanto@usm.ac.id, ³umbu@upitra.ac.id,
⁴eryan.firdaus@idu.ac.id

Abstract

Technology used to help complete work is a must. In Buluroto Village, Blora there are 5 hamlets with 6357 residents. There are still many places with poor lighting, so theft still occurs frequently. Ordinary CCTV has difficulty distinguishing objects because of poor lighting, so a system is needed to identify objects with poor lighting. This system was created using Prototype development method with Esp32 Camera, Micro-USB Cable, Esp32-MB, and OpenCV. It was concluded that the smart object identification system was able to detect 20 objects in one frame and store 80 objects in the library. This system can work optimally with an accuracy level reaching 50% - 98%. The delay test results showed average time was 2.18 seconds and around 87.17% of random respondents agreed with this system because it can identify objects like humans, animals, moving and immovable objects well so it is hoped can increase the level of environmental safety.

Keywords : Esp32, Object Identification, OpenCV.

Abstrak

Penggunaan teknologi dalam membantu menyelesaikan pekerjaan merupakan hal yang menjadi keharusan. Di Desa Buluroto, Kabupaten Blora terdapat 5 dukuhan dengan 6357 warga. Keadaan desa masih terdapat banyak tempat dengan pencahayaan kurang sehingga tingkat pencurian masih sering terjadi. CCTV biasa kesulitan untuk membedakan objek karena pencahayaan kurang sehingga dibutuhkan sistem yang mampu mengidentifikasi objek dengan pencahayaan yang kurang. Sistem ini dibuat dengan metode pengembangan Prototype dengan implementasi menggunakan Kamera Esp32, Micro-USB Cable, Esp32-MB, dan OpenCV. Diperoleh kesimpulan bahwa smart system identifikasi objek mampu mendeteksi 20 objek di dalam satu frame dan menyimpan 80 objek di library. Sistem ini dapat bekerja secara optimal dengan tingkat keakuratan identifikasi objek mencapai 50% - 98%. Hasil pengujian delay didapatkan waktu rata-rata selama 2,18 detik serta sekitar 87,17% responden acak setuju terhadap implementasi sistem ini karena dapat mengidentifikasi objek berupa manusia, hewan, benda bergerak, dan tidak bergerak dengan baik sehingga diharapkan dapat menambah tingkat keamanan lingkungan.

Kata Kunci : Esp32, Identifikasi Objek, OpenCV.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat pesat di era globalisasi saat ini telah memberikan banyak manfaat dalam kemajuan diberbagai aspek sosial. Perkembangan teknologi ini juga harus diikuti dengan perkembangan pada Sumber Daya Manusia (SDM) [1]. Seperti sistem identifikasi objek yang nantinya

diharapkan bisa diterapkan di berbagai bidang. Dengan memanfaatkan teknologi tersebut, maka diharapkan mampu mempermudah pekerjaan manusia seperti memantau keadaan jalan raya, penyortiran barang, dan sebagainya. Adanya sebuah sistem yang dapat menangkap suatu objek yang ada di depan kamera bisa mengidentifikasi



jenis objek serta melakukan *tracking* objek tentu sangat dibutuhkan dalam mempermudah pekerjaan manusia serta sebagai pemanfaatan teknologi khususnya dibidang identifikasi objek [2]. Sistem identifikasi nantinya bukan hanya dapat mempermudah pekerjaan manusia diberbagai bidang namun diharapkan sebagai cara untuk memperkenalkan teknologi masa kini kepada masyarakat yang kiranya belum terlalu mengenal teknologi sistem identifikasi objek.

Identifikasi objek merupakan suatu bidang keilmuan dari komputer vision yang menggambarkan suatu objek yang didasarkan pada sifat utama dari objek tersebut. Identifikasi objek pada citra digital membutuhkan teknik dan metode yang mampu untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi fitur-fitur yang terdapat pada citra digital, dimana komponen utamanya adalah warna sebagai dasar dari representasi objek pada citra digital. Salah satu metode yang mampu menerapkan pengelompokan warna – warna objek pada citra digital sehingga dapat menjadi fitur utama dari objek [3].

Terdapat 5 dukuh dan dihuni sebanyak 6357 warga di Desa Buluroto, Kabupaten Blora, Jawa tengah. Disana masih banyak tempat dengan pencahayaan yang kurang sehingga tingkat pencurian masih sering terjadi.

CCTV biasa kesulitan untuk membedakan objek dengan pencahayaan kurang [4]. Maka dibutuhkan sebuah sistem yang mampu mengidentifikasi objek dengan pencahayaan yang kurang. Identifikasi objek adalah langkah awal untuk melakukan identifikasi yang bertujuan untuk memperoleh akurasi yang baik sebab deteksi objek menyediakan batas lokasi dan skala dari setiap objek yang dapat terdeteksi [5]. Pemrosesan gambar memiliki banyak tujuan dalam pengolahan *image* ini ada banyak diantaranya untuk memperbaiki kualitas gambar atau untuk identifikasi gambar [6]. Metode pengenalan objek adalah salah satu metode untuk sistem keamanan [7]. Terdapat banyak alat otomatis yang dibuat untuk mendukung keamanan rumah sebagai alat *monitoring* dan pencegah tindak pencurian. Beberapa contohnya yaitu dengan adanya CCTV dan *face detection* atau teknologi pengenalan wajah memanfaatkan *library* yang ada pada OpenCV [8] dan memanfaatkan bahasa pemrograman Python sebagai instrumen sistem [9]. Python juga didukung oleh komunitas yang besar [10].

II. METODE PENELITIAN

2.1. Tinjauan Pustaka

Untuk mendukung penelitian ini, maka penelitian ini perlu mengacu pada



penelitian terdahulu agar terjadi sinergi dan pengembangan penelitian ke arah yang lebih baik. Penelitian-penelitian

terdahulu terdapat dalam Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No.	Nama Penelitian	Objek	Tools	Hasil penelitian
1.	Pengolahan Citra Digital menggunakan <i>Hierarchical Agglomerative Clustering</i> untuk Identifikasi Objek [11]	Objek Benda	Identifikasi Objek, algoritma <i>Hierarchical Agglomerative Clustering</i> , Citra Digital	Sebuah alat untuk mengidentifikasi objek menggunakan Citra Digital dengan algoritma <i>Hierarchical Agglomerative Clustering</i>
2.	Rancang Bangun Kit Pembelajaran Mikrokontroler Arduino untuk Menunjang Pelajaran Jarak Jauh Menggunakan Raspberry Pi [12]	Objek Manusia	Ciri warna, <i>image clustering</i> , metode <i>K-Means</i> , pengenalan buah	Sebuah aplikasi untuk mengidentifikasi objek manusia berdasarkan ciri warna (Red, Green, dan Blue) untuk mendapatkan nilai <i>centroid</i> data yang akan disimpan ke dalam basis data dengan label nama tertentu.
3.	Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis Esp32-cam [13]	Objek Benda	ESP32-CAM, <i>Internet of Things</i> , <i>Web Browser</i>	Implementasi ESP32-CAM melalui program Arduino IDE dan <i>web browser</i> yang kemudian menampilkan hasil pada <i>web browser</i> pada <i>smartphone</i> sehingga pemilik rumah dapat memantau dan menggunakan kamera dari jarak jauh melalui <i>remote</i> .
4.	Sistem Pendekripsi Wajah Dengan Metode <i>Viola Jones</i> Menggunakan Esp32-Cam [14]	Objek Benda	ESP32, Modul CAM	Sebuah alat deteksi objek dengan menggunakan ESP32 CAM yang mendekripsi objek-objek disekitar lokasi penerapan alat yang dapat mendekripsi wajah.
5.	Perancangan Alat Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node MCU ESP32 CAM [15]	Objek Wajah	ESP32 CAM; PIR Motion; Penangkap Gambar	Sebuah alat penangkap gambar berbasis ESP 32-CAM yang hasil penelitian berupa rancangan rangkaian alat penangkap gambar yang bekerja pada ruang gelap dan memiliki sumber tegangan dari baterai yang dapat diisi ulang.

Penelitian terdahulu diatas mendekripsi objek berupa benda, buah, warna, dan wajah namun belum dengan keseluruhan objek sehingga terkadang terjadi kendala dalam implementasi di berbagai bidang. Maka dari itu pada dalam penelitian ini akan

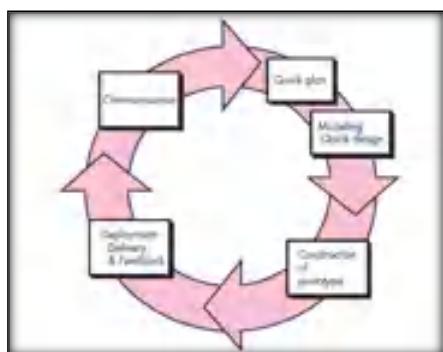
diimplementasikan sebuah sistem cerdas identifikasi objek yang dapat mendekripsi objek bergerak maupun tidak bergerak sehingga diharapkan dapat membantu pekerjaan manusia. Sistem otomatis ini dapat mendekripsi objek apa saja yang masuk dalam *frame* kamera



sehingga dapat memantau keadaan sekaligus memberikan fitur keamanan tambahan di dalam rumah. Perangkat yang dibutuhkan dalam metode indentifikasi objek adalah kamera Esp32 sebagai perangkat pengenalan wajah dan untuk mendeteksi objek.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan *Prototype* dalam perancangan sistem yang akan nantinya akan dikembangkan. Metode ini sangat cocok untuk mengembangkan sebuah perangkat yang akan dikembangkan kembali [16]. Dalam *Prototype* terdapat tahapan *Communication*, *Quick Plan*, *Modelling Quick Design*, *Construction of Prototype*, serta *Development Delivery and Feedback* [17]. Metode ini dimulai dengan pengumpulan pengguna kemudian membuat sebuah rancangan yang selanjutnya akan dievaluasi kembali. Metode pengembangan *Prototype* yang digunakan seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Metode Pengembangan *Prototype*

Adapun penjelasan mengenai metode pengembangan *Prototype* dijelaskan pada Gambar 1 adalah sebagai berikut. *Communication* (Komunikasi) merupakan tahap awal pada model pengembangan *Prototype*. Pada tahap ini *developer* bertemu dengan *user* untuk menentukan tujuan umum, kebutuhan yang diinginkan, dan gambaran bagian-bagian awal yang akan dibutuhkan. Pada tahap ini dilakukan *requirement gathering* atau pengumpulan kebutuhan. Definisi sasaran keseluruhan untuk diterapkan pada smart system yang nantinya akan dikembangkan. Proses selanjutnya adalah proses pengembangan sistem untuk mendeskripsikan fitur - fitur yang terdapat pada kamera Esp32 serta fungsi dari identifikasi objek pada kelas utama sesuai yang diinginkan.

Tahapan *Quick Plan* merupakan tahapan kedua dari pembuatan desain sederhana sebagai langkah dasar memberikan gambaran singkat terkait sistem yang akan dibuat. Pada tahap ini merupakan proses perancangan cepat dan berfokus pada representasi dari aspek-aspek perangkat lunak yang akan terlihat oleh *user* dan tahap ini menjadi dasar pembuatan *Prototype*. Tahapan *Modelling Quick Design* merupakan desain cepat yang mengarah pada pembangunan *Prototype*. Pada tahap ini dirancang aspek yang terlihat oleh

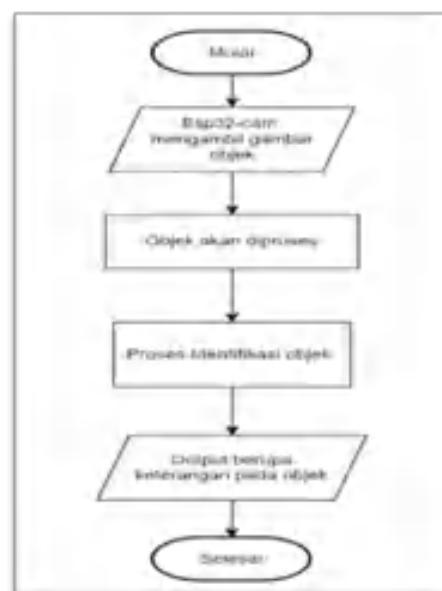


pengguna akhir. Model konstruksi aplikasi digambarkan dalam bentuk rancangan *flowchart* dan rancangan diagram blok nantinya digunakan untuk memulai konstruksi pembuatan *Prototype* yang akan dikembangkan.

Construction of Prototype merupakan pembangunan kerangka atau rancangan *Prototype* dari sistem yang akan dibangun. Dalam langkah ini terdapat juga konstruksi perangkat lunak yang menjelaskan tentang implementasi dari sistem yang akan dibuat atau dikembangkan dimana dalam langkah *Construction of Prototype* ini dilakukan setelah menemukan ide untuk pembuatan *smart system* identifikasi objek. Pengembangan ide yang telah didapat kemudian akan diimplementasikan kedalam sistem. Tahapan terakhir dari metode ini adalah *Deployment Delivery and Feedback* merupakan konstruksi perangkat lunak yang menjelaskan tentang implementasi dari sistem dalam penerapan, pengiriman, dan umpan balik terdapat pengujian perangkat lunak yang menjelaskan evaluasi dari sistem. Pada tahap ini merupakan tahap akhir dalam metode *Prototype*. Tahap ini merupakan tahap pengujian sistem yang didalamnya terdapat penjelasan evaluasi dari sistem yang dibuat.

2.3. *Flowchart* Desain Sistem

Flowchart juga berguna sebagai fasilitas untuk berkomunikasi antara pemrogram dalam tim suatu proyek [18]. *Flowchart* desain sistem dimulai dengan kamera Esp32 yang mulai aktif dalam mengambil gambar objek baik diam ataupun bergerak kemudian gambar objek tersebut akan diproses dan diidentifikasi sesuai dengan *data training* dan *data testing* yang sudah disimpan pada *library* sistem. Proses berikutnya adalah proses final dalam sistem yaitu penentuan identifikasi objek dengan menggunakan OpenCV untuk kemudian menghasilkan *output* sistem berupa keterangan pada objek yang telah teridentifikasi dalam bentuk tulisan dan kemudian proses dalam *flowchart* selesai. Gambaran desain *flowchart* dalam penelitian ini terdapat dalam Gambar 2 dibawah ini.

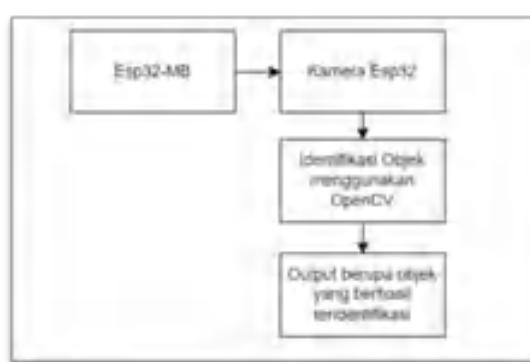


Gambar 2. *Flowchart* Desain Sistem



2.4. Perancangan Diagram Blok

Diagram blok adalah suatu penyajian bergambar dari fungsi yang dilakukan oleh tiap komponen dan aliran sinyalnya. Dengan adanya diagram blok maka semuanya akan terlihat jelas seperti komponen yang digunakan seperti *input* dan *output* sistem. Gambar 3 dibawah merupakan diagram blok dalam penelitian ini.



Gambar 3. Diagram Blok Model Perancangan

Gambar 3 diatas adalah skema desain diagram blok. Esp32-MB digunakan sebagai *port micro USB* kamera Esp32 ke komputer yang dihubungkan dengan *micro USB cable* [19]. Kamera Esp32 digunakan sebagai alat mengambil gambar objek yang nantinya diproses ke OpenCV. Identifikasi OpenCV gambar objek yang diambil dengan kamera Esp32 lalu akan diproses [20]. *Output* setelah proses identifikasi berhasil akan ada tampilan berupa gambar objek beserta keterangan objek tersebut serta akurasi presentasi dari objek.

2.5. Skema Keseluruhan Rangkaian

Skema ini digunakan untuk mengetahui dan menerangkan keseluruhan model dari *smart system* identifikasi objek menggunakan kamera Esp32 dan OpenCV. Pada Gambar 4 terdapat rangkaian kamera Esp32 dan Esp32-MB yang disatukan kemudian *micro USB cable* sebagai penghubung ke *laptop*. Berikut dalam Gambar 4 adalah skema rangkaian yang dirancang.



Gambar 4. Skema Keseluruhan Rangkaian

Skema keseluruhan rangkaian pada Gambar 4 diatas diawali dengan Esp32-MB yang digunakan sebagai *port micro USB* kamera Esp32 yang dihubungkan ke *laptop*. Kamera Esp32 digunakan sebagai kamera pengambil gambar objek yang nantinya akan diidentifikasi. *micro USB cable* digunakan sebagai penghubung Esp32-MB yang disatukan dengan kamera Esp32 kemudian dihubungkan menggunakan *micro USB cable* ke *laptop*. *Laptop* digunakan sebagai *library* utama dan menampilkan gambar objek yang teridentifikasi.



Hardware atau perangkat keras berfungsi untuk memasukan data ke processor atau untuk menyimpan dan menghasilkan data. Pada implementasi perangkat keras ini terdiri dari kamera Esp32 sebagai komponen utama dalam sistem identifikasi, Esp32-MB sebagai *port* USB untuk kamera Esp32, dan *micro USB cable*. Gambar 5 dibawah merupakan gambar kombinasi perangkat keras pendukung kamera dalam penelitian ini. Kombinasi perangkat pada gambar tersebut antara lain adalah Esp32-MB yang berfungsi untuk menghubungkan kamera Esp32 atau biasa disebut sebagai *port micro USB*. Dikarenakan kamera Esp32 tidak memiliki *port micro USB*, maka dibutuhkan Esp32-MB sebagai penghubung dan nantinya akan disatukan dengan kamera Esp32.



Gambar 5. Kamera Esp32

Kamera Esp32 merupakan komponen utama dalam sistem identifikasi yang digunakan sebagai alat penangkap atau pengambil gambar objek. Gambar objek yang diambil kamera Esp32 nantinya akan diolah oleh Python, Arduino IDE, dan OpenCV untuk

kemudian akan diidentifikasi oleh sistem. Program yang ditulis dengan Arduino IDE disebut *sketch* digunakan untuk *compile* ke *logic-board* Arduino ataupun mikrokontroler lainnya [21]. *Micro USB cable* digunakan sebagai penghubung komponen kamera Esp32 ke *laptop*. Kabel ini akan menghubungkan dua komponen tersebut sehingga proses koding dapat berjalan dengan baik..

2.6. Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem menggunakan pengujian *Beta*. Pengujian *Beta* dilakukan dengan pembagian kuisioner di lapangan dihitung menggunakan metode skala *Likert* untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna terhadap sistem identifikasi yang telah dibuat. Dalam pengujian *Beta* didapat 23 data respon. Kemudian untuk mengetahui *delay* pada sistem dilakukan pengujian *delay* menggunakan *stopwatch*. Hasil penelitian dan pengujian yang telah didapatkan nantinya akan dievaluasi hasilnya. Perbaikan akan dilakukan apabila terdapat kekurangan dari hasil penelitian yang telah dicapai dan tentunya akan menjadi saran penelitian berikutnya yang dapat dijalankan dan dikembangkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem dalam penelitian ini dimulai dengan integrasi

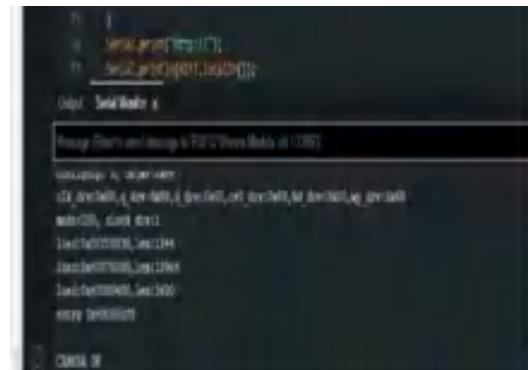


antara *library* OpenCV, Arduino IDE, dan perangkat keras kamera Esp32. OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) sendiri adalah sebuah perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra digital secara *real-time* yang dibuat oleh Intel menggunakan bahasa C++ [6]. Kamera Esp32 ini nantinya dimasukan pula kode program yang nantinya dapat mengidentifikasi objek-objek yang tersimpan dalam basisdata berupa *data training* dan *data testing*. Kode program yang akan diterapkan kedalam sistem menggunakan bahasa pemrograman Python.

Proses konfigurasi IP sistem identifikasi objek nantinya diproses yang mana program akan meminta data yang diperlukan misalnya dalam proses identifikasi objek tertentu diperlukan data berupa titik koordinat objek, konfigurasi IP, pengambilan gambar objek, dan variabel-variabel lainnya dari objek yang terdeteksi. Konfigurasi IP diperlukan untuk menghubungkan kamera Esp32 dalam mengambil gambar objek yang akan diolah dan dicari koordinat target kemudian ditentukan nama objek yang terdeteksi.

Gambar 6 dibawah ini merupakan proses konfigurasi IP pada kamera Esp32. konfigurasi IP kamera Esp32 yang dihubungkan ke sistem identifikasi objek kemudian akan muncul keterangan “CAMERA OK” yang berarti

kamera Esp32 telah terintegrasi dan setelah sistem terhubung dengan koneksi *internet* maka akan muncul alamat IP seperti pada Gambar 7.



Gambar 6. Proses Konfigurasi pada Kamera Esp32



Gambar 7. Alamat IP Kamera Esp32

Pada Gambar 7 telah muncul alamat IP <http://192.168.43.191> sebagai contoh yang berarti kamera Esp32 sudah berhasil terhubung ke sistem. Namun sebelum proses identifikasi berjalan, maka harus ditambahkan alamat IP pula kedalam pemrograman Python pada Arduino IDE seperti pada Gambar 8 dibawah ini.



```
camera.py - C:\Users\ESITI\Documents\espoteki\camera.py (37 L)  
File Edit Format Run Options Window Help  
import cv2  
import numpy as np  
import urllib.request  
  
url = "http://192.168.43.152:8080/video"  
cap = cv2.VideoCapture(url)  
width=320  
confThreshold = 0.5
```

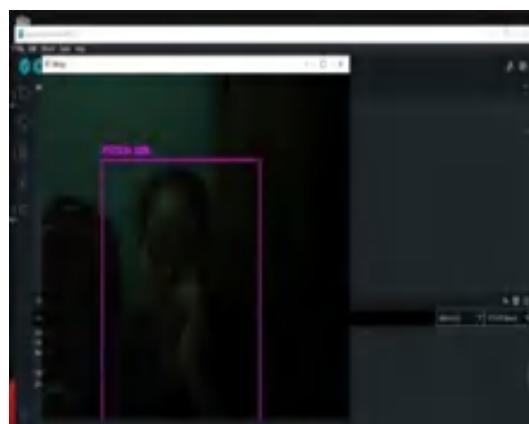
Gambar 8. Proses Penambahan IP pada Arduino IDE

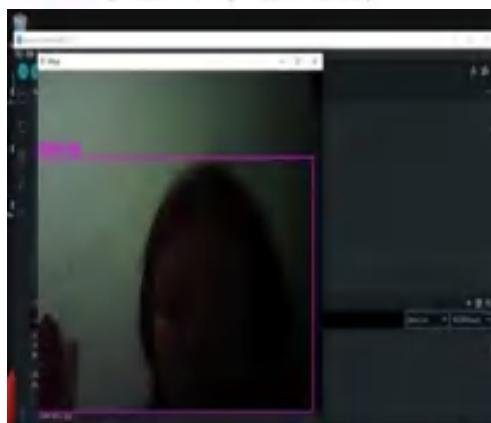
Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sistem berkerja dengan baik sesuai yang diharapkan atau tidak dan dapat berjalan sesuai dengan fungsinya serta bebas dari kesalahan maupun *error*. Oleh karena itu diperlukan sebuah pengujian untuk menghindari sistem bermasalah pada saat digunakan serta nantinya sistem identifikasi objek bisa terealisasikan dengan baik. Dalam proses pengujian identifikasi objek akan diuji tentang seberapa baik sistem dapat mengidentifikasi objek, berapa banyak gambar yang dapat teridentifikasi dalam satu *frame tracking* dari pengujian, dan seberapa besar persentase kebenaran pada objek ini. Gambar 9 dan Gambar 10 dibawah ini adalah hasil identifikasi pada objek.



Gambar 9. Identifikasi Objek Diam

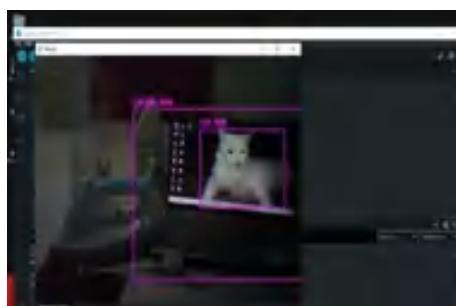
Pengujian identifikasi objek pada Gambar 9 dan 10 adalah identifikasi terhadap objek diam dan objek bergerak. Pada objek diam teridentifikasi bahwa objek berupa *laptop* dan akurasi objek yang teridentifikasi sebesar 98%. Sedangkan pada identifikasi objek bergerak pencahayaan objek sangat berpengaruh dalam proses sistem mengidentifikasi objek. Dengan pencahayaan yang kurang pada objek bergerak, keakuratan objek yang teridentifikasi hanya sebesar 88%, sedangkan dengan pencahayaan objek yang cukup maka keakuratan objek yang teridentifikasi meningkat menjadi 94%.



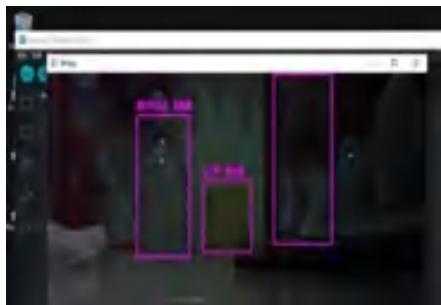


Gambar 10. Identifikasi Objek Bergerak

Pengujian sistem dilakukan pula untuk multi objek yang terdapat di dalam satu frame yaitu objek yang akan diidentifikasi melebihi dari satu objek. Hasil pengujian multi objek terdapat di dalam Gambar 11 dan Gambar 12 di bawah ini.



Gambar 11. Identifikasi Multi Objek Laptop dan Kucing



Gambar 12. Identifikasi Multi Objek Botol dan Gelas

Pengujian yang dilakukan terhadap multi objek seperti pada Gambar 11 dan Gambar 12 berjalan dengan baik. Dalam hal ini sistem dapat melakukan identifikasi yang akurat terhadap multi objek dengan tingkat keakuratan mencapai lebih dari 50%.

Pada penelitian ini dilakukan pula pengujian terhadap sistem identifikasi objek menggunakan perangkat dengan spesifikasi CPU yang sama tetapi dengan spesifikasi memori yang berbeda-beda sehingga ditemukan proses *delay* yang berbeda-beda pada setiap perangkatnya. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini. Pengujian *delay* menggunakan beberapa laptop dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Pengujian dilakukan pada sistem identifikasi objek agar mengetahui *delay* pada saat sistem dijalankan. Dari pengujian ini didapatkan rata-rata *delay* adalah 2,18 detik dan semakin besar spesifikasi memori pada sebuah perangkat akan mempengaruhi proses terhadap sistem identifikasi objek.



Tabel 2. Pengujian *Delay Smart System* Identifikasi Objek

Spesifikasi CPU	Spesifikasi Laptop	Pengujian	Identifikasi Objek	Delay Identifikasi Objek (detik)
Core I3	RAM 2GB	Pengujian 1	Berhasil teridentifikasi	3.54
Core I3	RAM 4GB	Pengujian 2	Berhasil teridentifikasi	2.02
Core I3	RAM 6GB	Pengujian 3	Berhasil teridentifikasi	0.98
Rata – Rata				2,18

Dilakukan pula pengujian *Beta* dalam penelitian ini. Pengujian *Beta* dilakukan dengan pembagian kuesioner sebanyak 23 responden secara acak di Desa Buluroto, Kabupaten Blora dan dihitung menggunakan metode skala Likert untuk mengetahui tingkat kepuasan pengguna terhadap implementasi sistem identifikasi objek [22]. Berikut Tabel 3 adalah tabel skor pernyataan.

Tabel 3. Skor Kuesioner

No	Pernyataan	Skor untuk
		Pernyataan
1	Sangat setuju	5
2	Setuju	4
3	Kurang Setuju	3
4	Tidak Setuju	2

Pada Tabel 3 diatas setelah dilakukan pengujian dengan skala *Likert* terhadap tanggapan responden, maka hasil tabulasi data tersebut dilakukan perhitungan skor sebagai berikut :

a. Jawaban Sangat Setuju (SS) = 50 responden x 5 = 250

- b. Jawaban Setuju (S) = 31 responden x 4 = 124
- c. Jawaban Kurang Setuju (KS) = 7 responden x 3 = 21
- d. Jawaban Tidak Setuju (TS) = 3 responden x 2 = 6
- e. Total hasil skor = 401
- f. Skor Maksimum = $23 \times 4 \times 5 = 460$ (jumlah responden x jumlah pertanyaan x skor tertinggi likert)
- g. Skor Minimum = $23 \times 4 \times 2 = 184$ (jumlah responden x jumlah pertanyaan x skor terendah likert)
- h. Indeks (%) = (Total Skor / Skor Maksimum) x 100
- i. Indeks (%) = $(401 / 460) \times 100$
- j. Indeks (%) = 87,17 %.

Dari hasil perhitungan menggunakan skala *Likert* diperoleh tingkat kepuasan responden terhadap implementasi smart system identifikasi objek menggunakan kamera Esp32 dan OpenCV adalah mencapai 87,17 %.



IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pengujian *smart system* identifikasi objek diperoleh beberapa kesimpulan bahwa sistem ini dapat mengidentifikasi objek diam maupun objek bergerak dengan baik. Tingkat keakurasiannya antara 50% - 98% tergantung pada baik dan buruknya pencahayaan terhadap objek. Dari pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa sistem mampu mendeteksi hingga 20 objek sekaligus dalam satu *frame* dan sistem ini mampu menyimpan sebanyak kurang lebih 80 objek pada library OpenCV. Pengujian *delay* yang dilakukan dengan spesifikasi CPU yang sama tetapi dengan spesifikasi memori yang bervariasi didapatkan hasil waktu *delay* rata-rata sebesar 2,18 detik dalam proses identifikasi objek dan semakin besar spesifikasi memori pada sebuah perangkat akan mempengaruhi proses terhadap sistem identifikasi objek. Berdasarkan hasil pengujian Beta didapatkan tingkat kepuasan 23 responden acak terhadap terhadap *smart system* identifikasi objek menggunakan OpenCV dan kamera Esp32 ini mencapai 87,17 % yang berarti sistem ini mendapatkan respon positif dari pengguna.

V. SARAN

Smart system identifikasi objek ini dapat dikembangkan lebih lanjut. Untuk pengembangan perangkat keras, saran yang diberikan antara lain bahwa sistem ini dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem pengenalan citra wajah atau *face-id*. Dari kamera penangkap objek dapat menggunakan spesifikasi kamera dengan resolusi yang lebih baik agar hasil yang didapatkan lebih baik dan jelas. Sistem ini dapat diintegrasikan pula dengan Bot Telegram sehingga gambar yang ditangkap dan teridentifikasi dapat dikirim melalui *smartphone* pengguna. Diharapkan dari penelitian ini dapat pula menambahkan sistem keamanan rumah dan lingkungan khususnya pada lingkungan Desa Buluroto, Kabupaten Blora.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. W. Christanto, S. Susanto, and B. A. Pramono, "NodeMCU dan Kontrol Pengukuran Ph Air Berbasis Android untuk Menentukan Tingkat Kejernihan Pada Air Tawar," *J. Pengemb. Rekayasa dan Teknol.*, vol. 16, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.26623/jprt.v16i1.1895.
- [2] E. Didik, "Mengidentifikasi Object," *Univ. Bina Nusant.*, pp. 7–10, 2017.
- [3] A. Willis and K. Hasan, "Simple Computer Vision Algorithm Production using OpenCV for



- [4] 'Virtual Ecosystem' Project," *IJNMT (International J. New Media Technol.)*, vol. 7, no. 1, pp. 23–27, 2020, doi: 10.31937/ijnmt.v7i1.1660.
- [5] K. Burugu, V. Doddha, V. Rajmoor, S. C. Yerra, and S. Bhutada, "Security Surveillance Monitoring System Using Open CV," *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 8, no. 3, pp. 402–407, 2022, doi: https://doi.org/10.32628/IJSRCS_EIT.
- [6] M. F. Wicaksono and M. D. Rahmatya, "Implementasi Arduino dan ESP32 CAM untuk Smart Home," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 40–51, 2020, doi: 10.34010/jati.v10i1.2836.
- [7] S. Mulia, "Mengenal OpenCV Dalam Python: Pengertian, Sejarah, Dukungan pada OS, Fitur-fitur," [idmetafora.com](https://idmetafora.com/news/read/1177/Mengenal-OpenCV-Dalam-Python-Pengertian-Sejarah-Dukungan-pada-OS-Fitur-fitur.html). Accessed: Feb. 25, 2024. [Online]. Available: <https://idmetafora.com/news/read/1177/Mengenal-OpenCV-Dalam-Python-Pengertian-Sejarah-Dukungan-pada-OS-Fitur-fitur.html>
- [8] R. Monitawati, F. T. Elektro, and U. T. Bandung, "Tracking Seragam Militer Berbasis Image Processing Secara Real Time," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 1364–1369, 2019.
- [9] T. C. A.-S. Zulkhaidi, E. Maria, and Y. Yulianto, "Pengenalan Pola Bentuk Wajah dengan OpenCV," *JURTI (Jurnal Rekayasa Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 2, pp. 181–186, 2020, doi: 10.30872/jurti.v3i2.4033.
- [10] A. N. Syahrudin and T. Kurniawan, "Input dan Output pada Bahasa Pemrograman Python," *J. Dasar Pemrograman Python STMIK*, no. June 2018, pp. 1–7, 2018.
- [11] J. Jumadi, Y. Yupianti, and D. Sartika, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.)*, vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021, doi: 10.23887/jstundiksha.v10i2.3363 6.
- [12] J. Utama, T. Rahajoeningroem, and Y. Firmansyah, "Rancang Bangun Kit Pembelajaran Mikrokontroler Arduino untuk Menunjang Pelajaran Jarak Jauh Menggunakan Raspberry Pi," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 12, no. 2, pp. 131–148, 2022, doi: 10.34010/jati.v12i2.6963.
- [13] W. Yulita and A. Afriansyah, "Alat Pemantau Keamanan Rumah Berbasis Esp32-Cam," *JTST (Jurnal Teknol. dan Sist. Tertanam)*, vol. 3, no. 2, pp. 23–31, 2022, doi: 10.33365/jtst.v3i2.2197.
- [14] I. M. Y. C. Putra, I. M. O. Widyantara, and I. G. A. K. D. Djuni H, "Sistem Pendekripsi Wajah Dengan Metode Viola Jones Menggunakan Esp32-Cam," *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, p. 94, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i01. p11.



- [15] I. Purwata, M. Ashari, W. Bagye, and Saikin, "Perancangan Alat Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node MCU ESP32 CAM," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 36–40, 2023, doi: 10.37905/jjeee.v5i1.16871.
- [16] S. Andrianita, "Pengembangan dan Analisis Kualitas Aplikasi Panduan Shalat Jenazah pada Handphone Berbasis Android," Universitas Negeri Yogyakarta, 2015.
- [17] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York: McGraw Hill, 2020.
- [18] Syamsiah, "Perancangan Flowchart dan Pseudocode Pembelajaran Mengenal Angka dengan Animasi untuk Anak PAUD Rambutan," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 4, no. 1, pp. 86–93, 2019, doi: 10.30998/string.v4i1.3623.
- [19] Y. B. Pratama and N. P. Dalimunthe, "Implementasi Teknik Computer Vision Untuk Deteksi Viridiplantae Pada Lahan Pasca Tambang," *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 64–72, 2022, doi: 10.47065/bulletincsr.v3i1.193.
- [20] N. Mehendale, "Object Detection using ESP 32 CAM," *SSRN Electron. J.*, pp. 1–9, 2022, doi: 10.2139/ssrn.4152378.
- [21] R. H. P. Sejati and R. Mardhiyyah, "Deteksi Wajah Berbasis Facial Landmark Menggunakan OpenCV dan DLib," *JurTI (Jurnal Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 2, pp. 144–148, 2021, doi: <https://doi.org/10.36294/jurti.v5i2.2220>.
- [22] W. I. Rahayu and M. R. Shafina, "Aplikasi Analisis Kelayakan Sistem Untuk Pengukuran Usability Dengan Menerapkan Metode Use Questionnaire," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 3, pp. 152–160, 2022.
- [23] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37.



Implementasi Monitoring Website Pemkot Cimahi Menggunakan Uptime Kuma Berbasis VPS

Fajar Gilang Trifebriyanto^{*1}, Mamay Syani², Feri Alpiyasin³, Firdaus Laia⁴, Bita Parga Zen⁵

^{*1}Politeknik Negeri Bandung

²Politeknik TEDC Bandung

³STMIK Mardira Indonesia

⁴Universitas Nias Raya

⁵Universitas Ma Chung

E-mail: ^{*1}fajar.gilang.tkom422@polban.ac.id, ²msyani@poltektdc.ac.id,

³Feryalpiyasin@gmail.com, ⁴firdauslaia@uniraya.ac.id, ⁵bita.parga@machung.ac.id

Abstract

The Department of Communication and Informatics (Diskominfo) of Cimahi City manages various digital public services that require high availability. However, the manual monitoring process of these websites is inefficient and prone to delays in detecting downtime. This study aims to implement an automated monitoring system using Uptime Kuma hosted on a Virtual Private Server (VPS) and integrated with a Telegram Bot for real-time notifications. The research method involves configuring Uptime Kuma to monitor 25 government websites via HTTP/HTTPS protocols with a 60-second check interval. The results demonstrate that the system successfully visualizes the status of all websites on a centralized dashboard. Furthermore, the Telegram integration provides instant alerts to the technical team when disruptions occur, significantly reducing the response time and ensuring the reliability of the Electronic-Based Government System (SPBE).

Keywords : Website Monitoring, Uptime Kuma, Telegram Bot, VPS, E-Government.

Abstrak

Dinas Komunikasi dan Informatika (Diskominfo) Kota Cimahi mengelola berbagai layanan publik digital yang menuntut ketersediaan (availability) tinggi. Namun, proses pemantauan manual terhadap website-website tersebut tidak efisien dan rentan terhadap keterlambatan dalam mendeteksi downtime. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem monitoring otomatis menggunakan Uptime Kuma yang di-hosting pada Virtual Private Server (VPS) dan terintegrasi dengan Bot Telegram untuk notifikasi real-time. Metode penelitian meliputi konfigurasi Uptime Kuma untuk memantau 25 website pemerintah melalui protokol HTTP/HTTPS dengan interval pengecekan 60 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil memvisualisasikan status seluruh website dalam satu dasbor terpusat. Selain itu, integrasi Telegram memberikan peringatan instan kepada tim teknis saat terjadi gangguan, yang secara signifikan mempercepat waktu respons dan menjaga keandalan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE).

Kata Kunci : Monitoring Website, Uptime Kuma, Bot Telegram, VPS, SPBE.

I. PENDAHULUAN

Penerapan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) di lingkungan Pemerintah Daerah Kota Cimahi mengalami perkembangan yang signifikan sebagai upaya meningkatkan kualitas pelayanan publik. Berdasarkan data rekapitulasi tahun 2025, Pemerintah Kota

Cimahi mengelola total 146 sistem informasi dan website, yang terdiri dari 95 Aplikasi Layanan Publik dan 51 Aplikasi Administrasi Pemerintahan [1]. Layanan digital ini mencakup berbagai sektor vital, mulai dari perizinan usaha, layanan kependudukan, hingga portal informasi kota (Smart City).



Seiring dengan banyaknya jumlah aplikasi yang dikelola, aspek ketersediaan (availability) menjadi tantangan utama dalam manajemen keamanan informasi. Ketersediaan merupakan salah satu pilar dalam prinsip keamanan CIA Triad (Confidentiality, Integrity, Availability) yang menjamin bahwa sistem harus dapat diakses oleh pengguna yang berwenang kapan pun dibutuhkan. Saat ini, proses pemantauan (monitoring) terhadap status uptime dan downtime website di lingkungan Pemkot Cimahi masih dilakukan secara konvensional. Ketergantungan pada pengecekan manual atau laporan pasif dari pengguna menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi gangguan server. Hal ini berpotensi menurunkan kepercayaan masyarakat terhadap layanan pemerintah dan menghambat kinerja administrasi daerah.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi monitoring otomatis yang mampu memberikan peringatan dini (early warning system). Penelitian ini mengusulkan implementasi tools Uptime Kuma yang ditempatkan pada infrastruktur independen berbasis Virtual Private Server (VPS). Penggunaan VPS menjamin proses monitoring tetap berjalan objektif meskipun jaringan internal pemerintah mengalami gangguan total. Selain itu,

sistem ini diintegrasikan dengan Bot Telegram untuk mempercepat penyampaian informasi gangguan kepada tim teknis.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas efektivitas alat pemantauan jaringan open-source. Nugraha dan Saffira (2025) dalam penelitiannya mengimplementasikan Uptime Kuma yang terintegrasi dengan Bot Telegram untuk memantau jaringan internal di PT Bentang Johar Awal [2]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa notifikasi real-time melalui Telegram mampu meningkatkan responsivitas teknisi dalam menangani gangguan infrastruktur TI. Penelitian lain oleh Hidayatulloh dan Saptadiaji (2021) menekankan pentingnya evaluasi keamanan dan ketersediaan pada website layanan publik untuk mencegah eksploitasi celah keamanan [3].

Berbeda dengan penelitian Nugraha yang berfokus pada jaringan internal perusahaan (LAN/Router), penelitian ini berfokus pada pemantauan ketersediaan website publik pemerintah (E-Government) yang diakses oleh masyarakat luas. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem monitoring terpusat pada 25 website di Kota Cimahi guna memastikan stabilitas layanan SPBE dan mendukung pengambilan keputusan teknis berbasis data.



II. METODE PENELITIAN

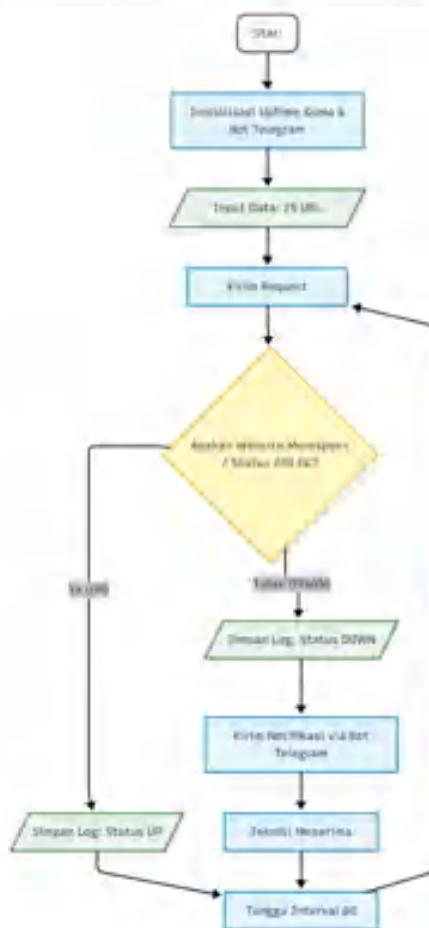
2.1. Analisis Kebutuhan dan Pengumpulan Data

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi target sistem yang akan dipantau. Data diperoleh dari dokumen "Aplikasi SPBE di Lingkungan Pemerintah Daerah Kota Cimahi Tahun 2025" yang memuat 146 sistem informasi [1].

Dari total populasi tersebut, dilakukan pengambilan sebanyak 25 website. Data URL dan IP Address dari 25 website tersebut kemudian diinventarisasi sebagai parameter input untuk sistem monitoring.

2.2. Arsitektur Sistem

Sistem monitoring dirancang terpisah dari infrastruktur jaringan internal Pemerintah Kota Cimahi untuk menjamin objektivitas data. Arsitektur sistem dibangun di atas Virtual Private Server (VPS) yang bertindak sebagai monitoring node.

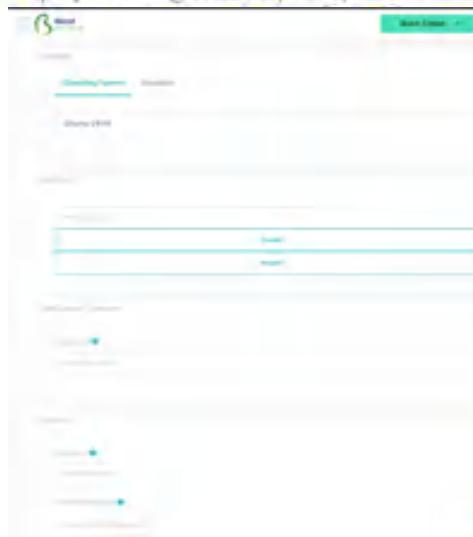


Gambar 1. Alur Kerja Sistem Monitoring

2.3. Tahapan Implementasi

2.3.1. Instalasi dan Konfigurasi Server

Langkah pertama adalah melakukan penyewaan layanan VPS dan melakukan hardening keamanan dasar pada sistem operasi Ubuntu 24.04, termasuk konfigurasi SSH Key dan firewall untuk membatasi akses hanya pada port yang dibutuhkan. Selanjutnya, dilakukan instalasi Docker Engine dan Docker Compose sebagai lingkungan runtime aplikasi.



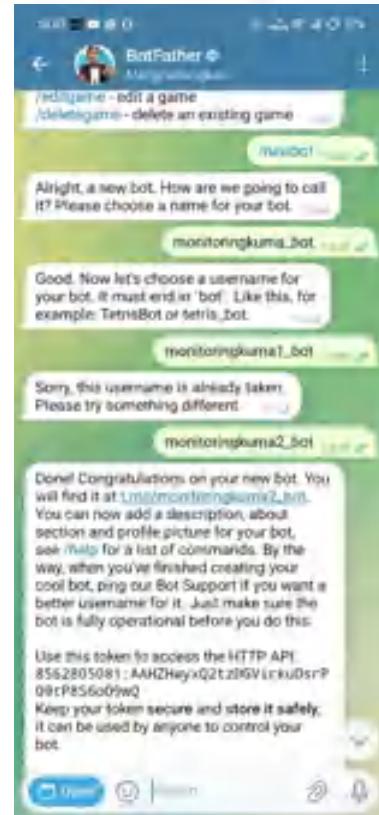
Gambar 2. Penyewaan VPS

2.3.2. Deployment Uptime Kuma

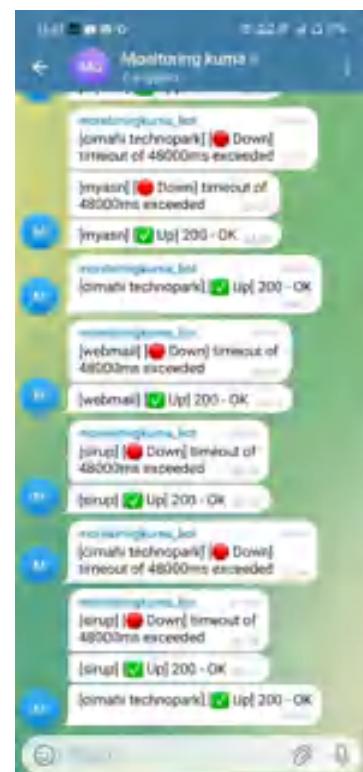
Aplikasi Uptime Kuma di-deploy menggunakan perintah docker-compose up -d. Konfigurasi volume diatur agar data monitoring tersimpan secara persisten (persistent storage) sehingga data historis tidak hilang saat container di-restart.

2.3.3. Integrasi Bot Telegram

Integrasi notifikasi mengadopsi metode yang diterapkan oleh Nugraha dan Saffira (2025) [2]. Pembuatan bot dilakukan melalui BotFather di Telegram untuk mendapatkan Token API. Selanjutnya, Chat ID dari grup teknisi diambil untuk tujuan pengiriman pesan. Token API dan Chat ID tersebut kemudian dikonfigurasi pada menu "Notification" di panel admin Uptime Kuma.



Gambar 3. Pembuatan Bot



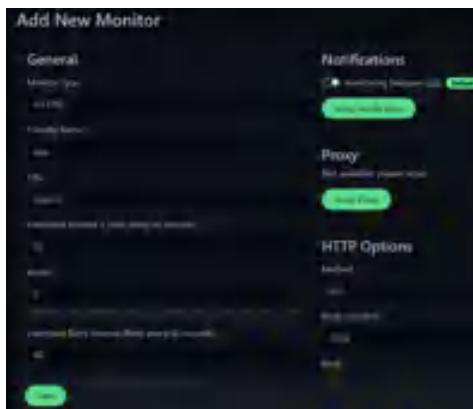
Gambar 4. Tampilan Notifikasi monitoring oleh Bot



2.3.3. Konfigurasi Endpoint Monitoring

Setiap URL dari 25 website sampel ditambahkan ke dalam dasbor monitoring dengan parameter konfigurasi:

- Monitor Type: HTTP(s)
- Interval: 60 detik (pengecekan setiap 1 menit)
- Retry: 1 kali (sistem akan memastikan status down dengan satu kali pengulangan sebelum mengirim notifikasi).
- Certificate Expiry Notification: Diaktifkan (untuk memantau masa berlaku SSL).



Gambar 5. Tampilan Penambahan Website

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil Monitoring

Website	Avg. Response (24-Hour) (ms)	Uptime (24-Hour) (%)
Cimahi Technopark	9610	99.84

DPMPTSP	3262	99.93
Cimahi Drive	453	99.93
E-Pasar	8890	99.92
Kelambicatin	255	95.42
Lapakami	633	99.93
Lapor	365	100
MyAsn	30	54.55
Piramida	349	99.93
PMKS	205	48.77
Repository Aplikasi	303	99.93
Sadayapadu	5643	99.92
Sappeuting Emas	193	99.93
Siakip	285	99.93
Sibeda	418	99.93
Sidarga	31	99.93
Sihade	169	99.93
Siidola	300	48.64
Simak	715	99.93
Simrenda	149	48.59
Sirup	480	99.86
Srikandi	41	99.86
WBS	245	99.86
Webmail	71	99.79
Pemda	599	99.86

Berdasarkan hasil monitoring yang dilakukan secara intensif selama satu minggu, diperoleh pemetaan tingkat ketersediaan (availability) terhadap 25



website di lingkungan Pemerintah Kota Cimahi. Secara keseluruhan, ekosistem digital SPBE menunjukkan stabilitas yang sangat baik, di mana sebagian besar layanan mampu mempertahankan tingkat uptime pada rentang optimal 99% hingga 100%. Sebagai contoh, aplikasi Lapor (SP4N LAPOR) berhasil mencatatkan kinerja sempurna dengan uptime mencapai 100%. Mengingat fungsi aplikasi ini sebagai kanal pengaduan masyarakat yang bersifat nasional dan publik, stabilitas koneksi yang sempurna ini sangat krusial untuk menjamin kepercayaan publik terhadap responsivitas pemerintah.

Meskipun demikian, data monitoring mengungkap adanya penurunan performa pada aplikasi Sistem Informasi Perencanaan Daerah (Simrenda). Aplikasi yang berfungsi untuk pengolahan data perencanaan daerah ini mencatatkan tingkat ketersediaan terendah, yaitu hanya sebesar 48,59%. Angka ini mengindikasikan bahwa layanan tersebut mengalami gangguan selama hampir setengah dari total waktu operasional pengamatan.

Analisis mendalam terhadap log error pada Simrenda menunjukkan adanya dua masalah teknis fundamental. Pertama, dominasi pesan kesalahan 'Timeout of 48000ms exceeded'. Dalam konteks jaringan,

waktu tunggu (timeout) hingga 48.000 milidetik (48 detik) adalah latensi yang sangat tidak wajar. Hal ini mengindikasikan bahwa server aplikasi mengalami beban kerja berlebih (overload) atau hang, sehingga gagal mengirimkan respons balik (handshake) ke sistem monitoring dalam batas waktu toleransi yang ditetapkan.

Permasalahan kedua yang teridentifikasi adalah munculnya respons 'Request failed with status code 404 (Not Found)'. Berbeda dengan timeout yang merupakan masalah koneksi atau performa, kode status 404 menandakan masalah pada level aplikasi atau konfigurasi. Hal ini menunjukkan bahwa server berhasil dijangkau secara fisik, namun endpoint URL atau berkas yang dituju oleh Uptime Kuma tidak ditemukan di server target. Kondisi ini kemungkinan besar disebabkan oleh adanya perubahan struktur direktori website, kesalahan konfigurasi path pada server web (seperti Nginx/Apache), atau penghapusan sumber daya aplikasi tanpa pembaruan pada sistem monitoring. Kombinasi dari latensi ekstrem dan hilangnya resource inilah yang menyebabkan drastisnya penurunan persentase uptime pada Simrenda dibandingkan aplikasi lainnya.



IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa implementasi sistem monitoring berbasis Virtual Private Server (VPS) menggunakan Uptime Kuma efektif untuk memetakan profil ketersediaan layanan SPBE Kota Cimahi secara real-time dan independen. Hasil pemantauan selama satu minggu menunjukkan bahwa ekosistem digital secara umum memiliki stabilitas tinggi, di mana mayoritas layanan mampu mempertahankan tingkat uptime optimal antara 99% hingga 100%. Salah satu indikator kesiapan infrastruktur terlihat pada aplikasi strategis seperti SP4N LAPOR yang beroperasi dengan kinerja sempurna (100%), menjamin akses layanan publik tanpa gangguan koneksi.

Namun, sistem berhasil mengungkap penurunan pada aplikasi Simrenda yang hanya mencatatkan ketersediaan 48,59% akibat kendala teknis berupa beban server berlebih (timeout >48 detik) dan kesalahan konfigurasi endpoint (HTTP 404). Temuan ini, yang didukung oleh integrasi notifikasi real-time via Telegram, membuktikan bahwa sistem mampu mendeteksi degradasi layanan lebih dini dibandingkan metode manual. Oleh karena itu, diperlukan audit teknis mendalam terhadap konfigurasi server yang bermasalah serta perluasan

cakupan monitoring hingga lapisan basis data untuk memastikan keandalan layanan publik yang berkelanjutan.

V. SARAN

Penelitian ini masih terbatas pada pemantauan koneksi HTTP dan jaringan, sehingga belum mencakup deteksi kegagalan pada fungsi basis data. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan monitoring hingga ke layer database serta mengembangkan fitur pelaporan kinerja (SLA Report) secara otomatis. Selain itu, integrasi dengan sistem manajemen tiket (Ticketing System) juga direkomendasikan agar penanganan insiden dapat dilakukan dan diukur secara lebih terstruktur, menutup kekurangan proses rekapitulasi data yang saat ini masih berjalan manual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Daerah Kota Cimahi, 2025, Aplikasi SPBE di Lingkungan Pemerintah Daerah Kota Cimahi Tahun 2025, Pemerintah Kota Cimahi, Cimahi.
- [2] Nugraha dan A. Saffira, 2025, Implementasi Sistem Monitoring Jaringan Internal Menggunakan Uptime Kuma yang Terintegrasi dengan Bot Telegram di PT Bentang Johar Awal, MAJU: Indonesian Journal of Community Empowerment, Vol 2, No 4, 613-622.



- [3] S. Hidayatulloh dan D. Saptadiaji, 2021, Penetration Testing Website Universitas ARS Menggunakan Open Web Application Security Project (OWASP), *Jurnal Algoritma*, Vol 18, No 1.
- [4] Uptime Kuma, 2025, How to Install Uptime Kuma with Docker, <https://uptimekuma.org/install-uptime-kuma-docker/>, diakses tanggal 20 November 2025.
- [5] Biznet Gio, 2025, Layanan NEO Virtual Private Server (VPS), <https://www.biznetgio.com>, diakses tanggal 20 November 2025.
- [6] A. . Rustianto, D. Kurniawan, and H. Saptono, “Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Ketersediaan Uplink Jaringan Menggunakan Aplikasi Uptime Kuma”, *digitech*, vol. 4, no. 2, pp. 1304–1311, Feb. 2025.
- [7] S. Nurjanah, F. Sembiring, and R. R. Ayuningsih, “INTEGRATION OF TELEGRAM BOT AND UPTIME KUMA FOR WI-FI NETWORK MONITORING USING MIKROTIK”, *pilar*, vol. 20, no. 2, pp. 118–126, Sep. 2024.
- [8] D. S. Yusuf, “PENDEKSIAN INTERMITTENT PADA MIKROTIK MENGGUNAKAN UPTIME KUMA,” *Media Teknologi dan Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10, 2024.
- [9] D. Zubaedy and Y. W, “Analisis Kualitas Jaringan Internet pada Dinas KOMINFOTIK Kabupaten Sumbawa menggunakan Metode Quality of Service”, *digitech*, vol. 5, no. 2, pp. 121–130, Oct. 2025.
- [10] D. Rahman, H. Amnur, and I. Rahmayuni, “Monitoring Server dengan Prometheus dan Grafana serta Notifikasi Telegram”, *jitsi*, vol. 1, no. 4, pp. 133 - 138, Dec. 2020.
- [11] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37.



Analisis Sistem Informasi Lingkungan Bisnis Eksternal Sekolah Musik Dengan Menggunakan Analisis Pest Dan Five Forces Porter

Kanggep Andrijana Kusuma^{*1}, Angga Prama Agusmar Yahya², Alman Naufal³, Shanti Maulani⁴, Deassy Ratna Juwita Sari⁵

^{*1}Universitas Pasundan

²Universitas Padjadjaran

³Universitas Pendidikan Indonesia

⁴Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan RS. Dustira Cimahi

⁵Universitas Galuh Ciamis

Email: ^{*1}kanggepandriana@gmail.com, ²pramayayhaangga@gmail.com,

³almannaufal@upi.edu, ⁴shanti.maulani@gmail.com, ⁵deassy.juwita@unigal.ac.id

Abstract

Analysis of pest and five forces porter in planning the company's system and strategy in business competition is very necessary. Where external business environment analysis can help as a reference in planning the achievement of a company's strategic goals. This research aims to identify factors influencing business competition among music education institutions using Porter's Five Forces analysis and PEST analysis, which will serve as input for music schools when developing strategies to increase their competitiveness. In this study, the author observed a music school to examine data and documents, and also interviewed the owner to gather the necessary information. The final results of the PEST analysis include an analysis of external factors affecting music schools. The analysis results from Porter's Five Forces analysis include analysis of new entrants, substitute products, consumers, suppliers, and industry competition. PEST and Porter's Five Forces analysis within the music school business will be helpful in identifying external factors affecting music schools, industry competition, new entrants, and substitute products. The recommendation from this research is that the results of the PEST analysis and Porter's Five Forces analysis are expected to provide input regarding external factors that may impact music schools, along with an analysis of industry competition. This will significantly support companies in implementing Information Systems and Information Technology planning.

Keywords : *Information Systems, Information Technology, PEST Analysis, Five Forces Porter Analysis, Music Schools, and Business Process.*

Abstrak

Analisis pest dan five forces porter didalam perencanaan sistem dan strategi perusahaan didalam persaingan bisnis sangatlah diperlukan. Dimana analisis lingkungan bisnis eksternal dapat membantu sebagai acuan didalam perencanaan pencapaian tujuan strategis suatu perusahaan. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi didalam persaingan bisnis diantara lembaga pendidikan musik dengan menggunakan analisis Five Force Porter dan analisis PEST yang akan menjadi masukan pada sekolah musik saat menyusun strategi didalam upaya meningkatkan daya saing kompetitif perusahaan. Pada penelitian ini penulis melakukan observasi pada satu sekolah musik untuk meneliti data, dokumen, dan juga melaksanakan wawancara terhadap pemilik sekolah musik didalam mencari informasi yang diperlukan oleh penulis. Hasil akhir dari penelitian analisis PEST terdiri dari Analisa faktor eksternal yang mempengaruhi sekolah musik. Dan hasil analisis yang didapat dari analisis Five Forces Porter adalah memperoleh hasil Analisa faktor pendatang Baru, produk pengganti, konsumen, pemasok dan persaingan Industri. Analisis PEST dan analisis Five Force Porter didalam lingkup bisnis sekolah musik akan sangat membantu didalam melihat faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi sekolah musik, persaingan industri, pendatang baru dan produk pengganti. Saran dari penelitian ini adalah bahwa hasil dari Analisis PEST dan analisis Five Force Porter diharapkan dapat memberikan masukan mengenai faktor-faktor eksternal yang dapat berpengaruh terhadap sekolah musik beserta analisa mengenai persaingan industri. Dimana akan sangat menunjang perusahaan didalam menjalankan perencanaan Sistem Informasi dan Teknologi Informasi.

Kata Kunci : *Sistem Informasi, Teknologi Informasi Analisis Pest, Analisis Five Forces Porter, Sekolah Musik dan Proses Bisnis.*



I. PENDAHULUAN

Dengan analisis Five Forces Porter dan PEST diharapkan mendapatkan analisa lingkungan bisnis eksternal dan faktor eksternal yang mempengaruhi suatu perusahaan serta mendapatkan identifikasi terhadap masa depan yang dapat berubah pada faktor eksternal serta melihat peluang didalam menghindari kemungkinan ancaman pada faktor eksternal [1].

Dimana analisis pada faktor lingkungan eksternal meliputi politik, ekonomi, sosial serta teknologi.

Faktor politik adalah kebijakan serta tindakan pemerintah yang mempengaruhi bisnis suatu perusahaan. Sedangkan faktor ekonomi adalah segala sesuatu yang mempengaruhi daya beli pelanggan juga faktor yang mempengaruhi biaya di Perusahaan [2]. Lalu Faktor sosial adalah pengaruh terhadap kebutuhan pelanggan serta kondisi pasar. Dan faktor teknologi adalah pendukung proses bisnis yang membantu didalam menghadapi tantangan bisnis.

II. METODE PENELITIAN

Menurut Michael E. Porter, seorang profesor dari Harvard Business School. Analisis Five Forces Porter dapat menganalisis tingkat persaingan dan

daya tarik suatu industri dengan melihat lima kekuatan utama yang terdiri dari ancaman pendatang baru, kekuatan pemasok, kekuatan pelanggan, ancaman produk atau jasa pengganti serta intensitas persaingan antar pesaing [3].

Sedangkan Analisis PEST awalnya dikembangkan oleh profesor Harvard Francis Aguilar pada tahun 1967. Merupakan kerangka kerja yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor eksternal makro seperti politik, ekonomi, sosial budaya, teknologi, hukum, dan lingkungan yang dapat memengaruhi suatu organisasi.

Penjelasan mengenai faktor-faktor eksternal pada proses bisnis sekolah musik meliputi aspek Sosial, Ekonomi, Politik serta Teknologi dengan memakai metode PEST serta Five Force Model untuk mengidentifikasi peluang serta ancaman terhadap sekolah music [4].

Untuk membuat analisa faktor eksternal yang mempengaruhi sekolah musik dengan menggunakan analisis PEST dengan meninjau dari aspek politik, ekonomi, sosial serta teknologi [5].

1. Aspek Politik

Peraturan serta kebijakan politik pemerintah akan sangat berpengaruh kepada strategi sekolah musik terutama kebijakan di bidang pendidikan yang



dapat saja menjadi sebuah peluang atau ancaman bagi perusahaan. Beberapa peraturan pemerintah yang harus mendapat perhatian adalah Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 mengenai pendidikan formal dan pendidikan non formal, Undang-Undang No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2007 Tentang Tatacara Memperoleh Informasi Ketenagakerjaan [6].

2. Aspek Ekonomi

Mutu pendidikan, lokasi lembaga pendidikan serta biaya pendidikan menjadi suatu bahan pertimbangan bagi calon siswa sekolah musik. Untuk dapat bersaing dengan kompetitor maka sekolah musik yang mempunyai lokasi sangat strategis juga selalu melakukan tindakan untuk meningkatkan mutu pendidikan serta melakukan upaya menekan biaya Pendidikan [7].

3. Aspek Sosial

Keberadaan suatu lembaga pendidikan dapat memberikan pengaruh sosial bagi lingkungan sekitarnya. Juga Lingkungan sosial mempunyai pengaruh yang sangat tinggi bagi kemajuan suatu lembaga pendidikan sekolah musik.

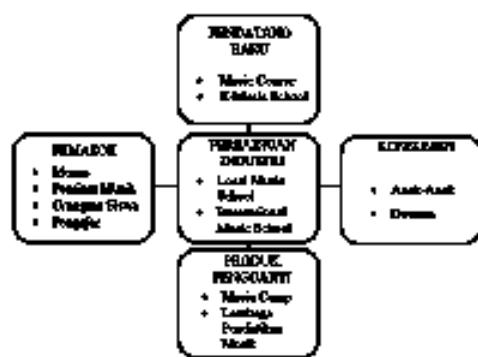
Interaksi sosial di masyarakat dan lingkungan sekitarnya serta kontribusi terhadap lingkungan akan menciptakan reputasi bagi keberadaan lembaga pendidikan sekolah musik. Dampak positif bagi dunia pendidikan juga dapat berkembang dengan pemangfaatan media sosial untuk update berita kegiatan sekolah musik dan sebagai media pemasaran. Dimana sekolah musik telah memangfaatkan Instagram, Facebook dan Website didalam menyampaikan informasi kepada siswa maupun Masyarakat [8].

4. Aspek Teknologi

Pemangfaatan teknologi yang tepat akan memberikan keunggulan kompetitif bagi suatu lembaga pendidikan. Investasi terhadap teknologi yang tidak berdasarkan analisa dapat menyebabkan kerugian bagi organisasi. Untuk itu sangat perlu pertimbangan yang matang sebelum diputuskan untuk menggunakan atau memilih suatu teknologi untuk dijalankan pada perusahaan. Pemangfaatan internet didalam dunia pendidikan saat ini sudah sangat berkembang dimana dapat meningkatkan efisiensi dalam segi waktu maupun biaya. Teknologi ini dapat menjadikan suatu kekuatan bagi organisasi didalam menghadapi persaingan yang semakin ketat di bidang Pendidikan [9].



Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi didalam persaingan bisnis diantara lembaga pendidikan musik dengan menggunakan analisis Five Force Porter yang akan menjadi masukan pada sekolah musik saat menyusun strategi didalam upaya meningkatkan daya saing kompetitif Perusahaan [10]. Adapun faktor eksternal yang di analisa adalah faktor pendatang baru faktor produk pengganti, faktor konsumen, faktor pemasok serta faktor persaingan industry [11].



Gambar 1
Five Force Porter Sekolah musik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisis PEST adalah : Analisa faktor eksternal yang mempengaruhi sekolah musik.

Deskripsi hasil yang didapat dari analisis PEST adalah :

Memperoleh hasil Analisa faktor eksternal Sekolah musik berupa Aspek Politik, Aspek Ekonomi, Aspek Sosial dan Aspek Teknologi.

Kontribusi hasil yang didapat dari analisis PEST adalah : Masukan mengenai faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi sekolah musik.

Hasil dari analisis Five Force Porter adalah sebagai berikut :

1. Pendatang Baru

Pendatang baru berupa tempat kursus musik dapat menjadi ancaman bagi sekolah musik, tetapi ancaman dari pendatang baru ini dari hasil survey menunjukkan hasil yang relatif kecil. Disebabkan pendatang baru membutuhkan waktu yang cukup lama untuk dikenal oleh masyarakat serta butuh waktu lama juga untuk bisa mendapat kepercayaan dari masyarakat.

2. Produk Pengganti

Produk pengganti menjadi ancaman bagi sekolah musik seperti adanya lembaga pendidikan musik seperti sekolah umum musik dan juga sekolah tinggi musik. Namun ancaman dari produk pengganti ini cukup rendah dikarenakan untuk memasuki sekolah umum musik atau sekolah tinggi musik mempunyai banyak persyaratan yang tidak semua masyarakat dapat memenuhinya. Sedangkan ancaman dari adanya music camp juga dinilai rendah dikarenakan jarang sekali music camp tersebut diadakan.



3. Konsumen

Konsumen dari sekolah musik terdiri dari kalangan anak-anak dan orang dewasa. Dimana yang sangat mempengaruhi minat siswa untuk mengikuti pembelajaran adalah dari reputasi lembaga pendidikan serta biaya yang diperlukan untuk mengikuti pendidikan. Konsumen potensial adalah dari masyarakat sekitar sekolah musik dan dari siswa-sisawa yang bersekolah di sekolah umum yang ada disekitar wilayah sekolah musik. Tingkat ancaman dari konsumen ini dinilai tinggi karena apabila sekolah musik tidak dapat mengikuti perkembangan musik di Indonesia maupun perkembangan musik dunia yang sedang diminati banyak kalangan pecinta musik. Maka akan ditinggalkan oleh para calon konsumennya yang lalu berpindah ke sekolah musik lainnya.

4. Pemasok

Pemasok sekolah musik adalah para peminat musik serta musisi yang ada di wilayah sekolah musik. Dan juga orang-orang yang dapat mereferensikan siswa baru untuk mengikuti pendidikan di sekolah musik yang terdiri dari staf pengajar, dan orangtua siswa.

5. Persaingan Industri

Persaingan diantara sekolah musik terbagi menjadi dua kriteria yaitu yang bersifat nasional dan yang Internasional. Dimana persaingan yang sangat terasa

adalah dari sekolah-sekolah musik yang bersifat nasional yang ada di wilayah sekitar kota lokasi sekolah musik.

Identifikasi Peluang dan Ancaman adalah untuk mengetahui peluang apa saja yang bisa dimanfaatkan serta ancaman apa yang dapat mengganggu bisnis dimana akan mengurangi daya saing dari sekolah musik..

Identifikasi peluang dan ancaman berdasarkan aspek hasil analisis PEST serta hasil dari analisis Five Forces adalah :

Faktor Eksternal	O/T	Tools Analisis
Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 menerangkan Pendidikan Informal dapat melengkapi dan memperkaya sistem pendidikan seperti kursus, penataran, dan pelatihan.	O	PEST
Biaya kursus yang dibebankan kepada siswa relatif murah.	O	PEST
Lokasi yang strategis serta akses jalan yang dilalui kendaraan umum.	O	PEST
Mutu pendidikan yang harus selalu ditingkatkan	T	PEST
Melalui pemanggaatan media sosial dan media cetak sekolah musik makin dikenal masyarakat.	O	PEST
Investasi teknologi yang harus tepat dan sesuai	T	PEST
Sekolah musik baru bermunculan membuat calon siswa	T	Five Force Porter



Faktor Eksternal	O/T	Tools Analisis
mempunyai alternatif pilihan.		
Persaingan dengan sekolah musik lainnya	T	Five Force Porter
Referensi siswa baru dari orang-orang tertentu	O	Five Force Porter
Harus selalu mengikuti perkembangan musik	T	Five Force Porter
Adanya Sekolah umum musik dan sekolah tinggi musik	T	Five Force Porter

IV. KESIMPULAN

Deskripsi hasil analisis yang didapat dari analisis Five Forces Porter adalah : Memperoleh hasil Analisa faktor pendatang Baru, produk pengganti, konsumen, pemasok dan persaingan Industri.

Kontribusi hasil yang didapat dari analisis Five Forces Porter adalah :

Masukan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi didalam persaingan bisnis

V. SARAN

Untuk mengembangkan penelitian selanjutnya dapat mempergunakan metode penelitian lainnya sehingga dapat menghasilkan variasi masukan mengenai identifikasi peluang dan ancaman pada suatu perusahaan.

Hasil dari analisa yang sangat bermanfaat adalah Identifikasi Peluang dan Ancaman dimana dapat

mengetahui peluang apa saja yang bermanfaat serta ancaman apa saja yang dapat mengganggu bisnis.

Strategi Bisnis yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dengan maksimal diantaranya adalah analisis yang didapat dari pengukuran PEST serta Five Force Model.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Michael E. Porter. (2008). *The Five Competitive Forces That Shape Strategy*.
- [2]. Yoseffane. (2022). " Peran Analisis PEST Dalam Perencanaan Strategis Perusahaan". Media Informatika Vol. 21 No. 1. (Priambodo & Suroso, 2023)
- [3]. Nurkholidatul Maula. (2020). "Pengaruh Eksternal Pada Perusahaan Start-up Bidang pendidikan : Penggunaan Teknik Analisis PEST Di CV.Big Edu Indonesia". (Maula,2020)
- [4]. Shenda Aprilia Christanti. (2022). "Analisis Porter's five forces pada PT. Multiday Lokasakti Mandiri". Jurnal Pendidikan Tambusai. Volume 6 Nomor 1, Halaman 4565-6571.(Shenda Aprilia, 2022)
- [5]. Christanti, S. A. (2022). Analisis Porter's Five Forces pada PT. Multiday Lokasakti Mandiri. Jurnal Pendidikan Tambusai, 6(1), 4565–4571.
- [6]. Foris, P. J., & Mustamu, R. H. (2015). Analisis Strategi Pada Perusahaan Plastik Dengan Porter Five Forces. Agora, 3(1), 736–741.



- [7]. Prasasti, A. K. (2020). Analisis Keunggulan Bersaing Berdasarkan Metode Five Forces Porter Pada Hotel Pelangi Malang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB*, 8(1)
- [8]. Rahma, A. N., & Pradhanawati, A. (2018). Strategi Bersaing Produk Ukm Lumpia dengan Menggunakan Analisis Five Forces Porter dan SWOT (Kasus pada UKM Lumpia Kings Semarang). *Jurnal Ilmu Administrasi Bisnis*, 7(2), 171–185.
- [9]. Salsabilati, S. D. (2020). ANALISIS STRATEGI BERSAING NAMIRA HOTEL SYARIAH DENGAN PORTER FIVE FORCES SALMA. In *Universitas Islam Indonesia* (pp. 248–253).
- [10]. Wijaya, R., Nandang, N., & Yusuf, I. (2023). Analisis Strategi Pada Tasco Minimart Di Kota Tasikmalaya Dengan Porter Five Forces. *Management Studies and Entrepreneurship Journal (MSEJ)*, 4(6), 9142-9149.
- [11]. Septian, H., & Agustinus Fritz Wijaya. (2021). ANALISIS STRATEGI BERSAING PADA BIZNET BRANCH SALATIGA MENGGUNAKAN PORTER'S FIVE FORCES. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*,
- [12]. Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37



Analisis dan Perancangan Aplikasi Genggam Bumine di Bagian Pemerintahan Setda Kabupaten Banyuwangi

Mariyam Iksir¹, Abd. Ghofur^{*2}

^{1,*2}Universitas Ibrahimy

E-mail: ¹maryamiksir0@gmail.com, ^{*2}apunkbwi@gmail.com

Abstract

Digital transformation in government has become an urgent necessity to deliver public services that are faster, more transparent, and more affordable. One of the most critical sectors is land information services, which often face problems such as limited data access, slow document verification, and the lack of integration between central and regional systems. This study aims to analyze the existing conditions and design a locally based land information system through the *Genggam Bumine* application developed at the Government Affairs Division of the Banyuwangi Regency Secretariat. The research method combines *field research*, *library research*, and a *prototype* approach to ensure that the system design aligns with user needs. The findings show that *Genggam Bumine* provides several key features, including land data request submission, certificate and parcel map search, document verification, and digital tracking of application status. The implementation of this application is expected to improve the efficiency and effectiveness of services, strengthen public transparency, and support the realization of the Banyuwangi Smart City program as well as the development of *e-government* at the regional level. Therefore, this research contributes to providing a practical solution for strengthening digital-based land services in local government.

Keywords : *Genggam Bumine, Land Information System, Public Service Digitalization, Smart City, E-Government.*

Abstrak

Transformasi digital dalam penyelenggaraan pemerintahan telah menjadi kebutuhan mendesak guna menghadirkan layanan publik yang cepat, transparan, serta terjangkau bagi masyarakat. Salah satu sektor yang memiliki urgensi tinggi adalah layanan informasi pertanahan, karena masih dihadapkan pada berbagai permasalahan seperti keterbatasan akses data, lambatnya proses verifikasi dokumen, serta minimnya integrasi antara sistem pusat dan daerah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting dan merancang sistem informasi pertanahan berbasis lokal melalui aplikasi *Genggam Bumine* yang dikembangkan di Setda Bagian Pemerintahan Kabupaten Banyuwangi. Metode penelitian yang digunakan mengombinasikan *field research*, *library research*, serta pendekatan *prototype* agar rancangan sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Genggam Bumine* mampu menyediakan fitur pengajuan permohonan data pertanahan, pencarian sertifikat dan peta bidang tanah, verifikasi dokumen, hingga pelacakan status permohonan secara digital. Implementasi aplikasi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelayanan, memperkuat transparansi publik, serta mendukung terwujudnya program Banyuwangi Smart City dan pengembangan *e-government* di tingkat daerah. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam memberikan solusi praktis bagi penguatan layanan pertanahan berbasis digital di lingkungan pemerintahan daerah.

Kata Kunci : *Genggam Bumine, Sistem Informasi Pertanahan, Digitalisasi Layanan Publik, Smart City, E-Government.*

I. PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam birokrasi pemerintahan telah menjadi

prioritas nasional sebagaimana tertuang dalam Strategi Nasional Transformasi Digital dan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) [1].



Implementasi ini tidak hanya bertujuan mempercepat pelayanan publik, tetapi juga memperkuat transparasi, efisiensi birokrasi, serta pengambilan keputusan berbasis data [2]. Sebagai salah satu amanat Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJN) 2025 Menteri PANRB menekankan bahwa transformasi digital bukan sekadar soal aplikasi, melainkan mencakup integrasi sistem, tata kelola, infrastruktur, dan budaya organisasi. Informasi geospasial menjadi fondasi utama agar kebijakan lebih tepat sasaran dan inklusif, mendukung pemerataan layanan hingga ke pelosok Indonesia [3].

Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu kabupaten di Indonesia yang aktif mengadopsi konsep smart city melalui program-program inovatif seperti Smart Kampung. Program ini mengintegrasikan layanan pemerintahan dengan teknologi informasi hingga ke tingkat desa [4]. Di tengah laju perkembangan digitalisasi daerah, pengelolaan informasi pertanahan masih menghadapi berbagai tantangan[5]. Setda Bagian Pemerintahan Kabupaten Banyuwangi sebagai unsur pelaksana pemerintahan daerah menurut Peraturan Peraturan Bupati No 25 tahun 2024 tentang Kedudukan, Susunan Organisasi, Tugas dan Fungsi Serta Tata Kerja Sekretariat

Daerah memiliki peran sentral dalam mengoordinasikan urusan pemerintahan umum, termasuk pengelolaan administrasi pertanahan. Namun, dalam praktiknya masih ditemukan berbagai kendala seperti keterbatasan akses masyarakat terhadap informasi tanah, tumpang tindih data kepemilikan, hingga lambatnya proses verifikasi dokumen pertanahan [6].

Oleh karena itu, perlu adanya solusi berbasis teknologi yang mampu memberikan layanan informasi pertanahan secara cepat, akurat, dan mudah diakses baik oleh pemerintah maupun masyarakat. Salah satu upaya yang telah dilakukan secara nasional adalah pengembangan aplikasi Sentuh Tanahku oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN). Aplikasi ini memungkinkan masyarakat untuk mengakses data bidang tanah, status kepemilikan, serta informasi proses sertifikasi melalui perangkat digital [7].

Meski aplikasi Sentuh Tanahku telah tersedia secara nasional, penerapannya secara lokal, khususnya di lingkup pemerintahan daerah, belum optimal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya integrasi antara sistem pusat dengan sistem informasi daerah, perbedaan format data, serta keterbatasan infrastruktur digital [8]. Oleh karena itu, pengembangan sistem



informasi berbasis lokal yang mengadopsi prinsip-prinsip Sentuh Tanahku menjadi sangat penting untuk menjawab kebutuhan spesifik daerah [9]. Sistem tersebut harus mampu menyajikan data pertanahan yang terhubung dengan basis data lokal, serta memiliki fitur yang relevan dengan alur pelayanan di lingkungan Setda Bagian Pemerintahan[10] .

Dengan melakukan analisis kebutuhan serta merancang sistem Sentuh Tanahku versi lokal di Kabupaten Banyuwangi dengan nama *Genggam Bumine*, diharapkan akan tercipta sistem layanan informasi pertanahan yang mampu menjembatani kebutuhan antara pemerintah dan masyarakat. Sistem ini akan mendukung pengambilan keputusan berbasis spasial, mempercepat proses pelayanan, serta meningkatkan transparansi dan kepercayaan publik terhadap pemerintah daerah [10].

Pengembangan sistem informasi pertanahan ini juga selaras dengan arah kebijakan pembangunan digital Banyuwangi sebagaimana tercantum dalam Roadmap Smart City Kabupaten Banyuwangi 2023–2027 [11], yang menargetkan seluruh pelayanan publik dapat terintegrasi secara digital dan mudah diakses masyarakat luas. Penelitian ini menjadi penting sebagai bagian dari dukungan terhadap

transformasi digital daerah, sekaligus mendorong terwujudnya tata kelola pemerintahan yang lebih terbuka dan responsif.

II. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, subjek penelitian terletak pada masyarakat dan pegawai sub bagian pertanahan di bagian pemerintahan Setda Kabupaten Banyuwangi. Sedangkan objek penelitiannya Adalah perancangan Aplikasi Genggam Bumine di lingkup kabupaten Banyuwangi. Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif berupa pendekatan deskriptif.

Penelitian dilaksanakan di Kantor Sekretariat Kabupaten Banyuwangi lebih tepatnya di Bagian Pemerintahan khususnya pada sub bagian pertanahan.

Penelitian ini memiliki dua tujuan, yang pertama menganalisis kondisi eksisting dan kendala yang dihadapi dalam pengelolaan serta pemanfaatan informasi pertanahan. Selanjutnya yang kedua merancang system informasi pertanahan berbasis lokal yang mampu meningkatkan efisiensi layanan bagi Masyarakat Banyuwangi.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan sebagai berikut:



1. Library Research

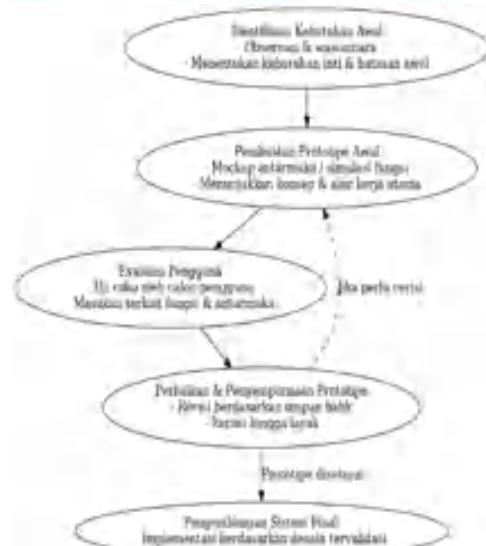
Merupakan metode penelitian yang mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data dari berbagai literatur guna memahami teori, menemukan gap riset, dann membangun kerangka teoritis.

2. Field Research

Merupakan metode pengumpulan data langsung dari lingkungan alami atau situasi nyata. Metode ini dapat berupa observasi langsung, analisis dokumen internal, atau catatan lapangan.

3. metode pengembangan sistem prototype

Metode prototype adalah pengembangan perangkat lunak yang bersifat iterative dan partisipatif, dimana sistem dibangun dalam bentuk purwarupa awal yang langsung diuji oleh pengguna sehingga kebutuhan dapat dipahami dan disempurnakan secara berulang: misalnya penelitian oleh Cipto Gumono et al. (2025) dalam perancangan sistem informasi inventaris di Sekolah Menengah Kejuruan menggunakan metode prototype, yang melalui pengumpulan kebutuhan, desain prototype, dan uji pengguna menghasilkan sistem yang akurat dan mudah dioperasikan [19]. Adapun pengembangan prototype sebagai berikut :



Gambar 1. Metode Prototype

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Sistem Yang Berjalan

Di bagian Pemerintahan Setda Kabupaten Banyuwangi khususnya di sub bagian pertanahan, telah menggunakan aplikasi *Sentuh Tanahku* yang dikembangkan oleh Kementerian ATR/BPN guna menunjang kinerja dan persoalan berkaitan pertanahan. Berikut merupakan uraian analisis sistem yang berjalan di tempat penelitian yang dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Analisis Sistem Yang Berjalan

Aspek	Uraian
Keadaan Sistem yang Berjalan	Aplikasi Sentuh Tanahku merupakan aplikasi pelayanan publik yang dibangun oleh Kementerian ATR/BPN . Aplikasi ini fokus pada kebutuhan masyarakat terkait pertanahan dengan penyampaian informasi yang dapat diakses secara digital dan efisien. Fitur utama meliputi: Info Berkas,



	Info Sertifikat, Plot Bidang Tanah, Lokasi Bidang Tanah, dan Info Layanan.
Kelebihan Sistem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan transparansi dan aksesibilitas layanan pertanahan secara daring. 2. Mempercepat proses administrasi melalui pengecekan sertifikat, lokasi bidang, dan antrean online. 3. Mempermudah petugas lapangan dalam validasi lokasi tanah. 4. Mendorong partisipasi masyarakat dalam melaporkan tanah yang belum terdaftar. 5. Mendukung percepatan digitalisasi data pertanahan dan pengelolaan informasi secara nasional.
Kelemahan Sistem	Hampir tidak ditemukan kelemahan pada aplikasi inti, namun terdapat kendala di tingkat desa , yaitu beragamnya sistem aplikasi pertanahan lokal yang tidak dapat disinkronisasikan dengan Sentuh Tanahku.

2. Solusi Pemecahan Masalah

Berdasarkan analisis sistem yang berjalan pada aplikasi *Sentuh Tanahku*, ditemukan kelemahan yang terletak pada keterbatasannya di Tingkat desa. Untuk menjawab hal tersebut, diperlukan Solusi berbasis pengembangan aplikasi *Genggam Bumine* sebagai sistem informasi pertanahan lokal yang terintegrasi dengan kebutuhan sub bagian pertanahan di Bagian Pemerintahan Setda Kabupaten Banyuwangi. Adapun

usulan pemecahan permasalahan sebagai berikut :

- a. Merancang aplikasi yang kompatibel dengan proses administrasi pertanahan di Tingkat daerah.
- b. Menyediakan fitur inti seperti: pengajuan permohonan data pertanahan, pencarian peta tanah, verifikasi & validasi dokumen, serta pelacakan status permohonan.

3. Analisis Kebutuhan fungsional Sistem

Untuk memperoleh Gambaran yang jelas mengenai keterkaitan antara proses bisnis dan kebutuhan sistem, dilakukan analisis fungsional. Analisis ini menjadi Langkah penting dalam mendukung efektivitas layanan pertanahan, karena kualitas system informasi publik sangat ditentukan oleh kesesuaian fungsi dengan kebutuhan pengguna (Kadarisman et al., 2022). Adapun rincian analisis fungsional disajikan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Analisis Kebutuhan Fungsional Sistem

Nama Kegiatan Sistem	Pihak yang Terlibat	Waktu Pelaksanaan Kegiatan Sistem	Dokumen yang Terkait
Proses Pengajuan, Permintaan Data Pertanahan meliputi	Pemohon, Kepala Bagian (Kab)	Dilaksanakan pada saat pemohon mengajukan permintaan data	Formulir permintaan data, dokumen pendukung



pengisian formulir permohonan data serta melampirkan dokumen pendukung sesuai ketentuan yang berlaku.	ag), Kepala Sub Bagian (Kasubag)	pertanahan kepada Bagian Pemerintahan		hasil pencarian sesuai format baku, serta proses penelaahan dan persetujuan oleh atasan.		selesai dilakukan	
Proses Pencarian Data melalui Aplikasi Sentuh Tanahku Meliputi pencarian informasi sertifikat berdasarkan nomor sertifikat atau koordinat bidang tanah.	Staf, Kasubag	Dilaksanakan setelah menerima instruksi pencarian dari atasan	Data sertifikat, data koordinat bidang tanah	Proses Penyampaian Hasil kepada Pemohon Penyerahan dokumen hasil pencarian yang telah disahkan kepada pihak pemohon.	Kabag, Kasubag	Dilaksanakan setelah laporan disetujui secara resmi	Laporan hasil pencarian data pertanahan
Proses Verifikasi dan Validasi Data Pemeriksaan awal terhadap hasil pencarian data, dilanjutkan dengan verifikasi tambahan menggunakan dokumen fisik atau catatan internal.	Staf, Kasubag	Dilaksanakan setelah data hasil pencarian diperoleh dari aplikasi	Dokumen fisik, basis data pertanahan				
Proses Penyusunan Laporan Penyusunan laporan	Staf, Kasubag, Kabag	Dilaksanakan setelah proses verifikasi data	Format laporan, data hasil verifikasi				

4. Perancangan Sistem

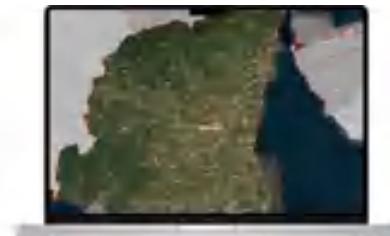
Perancangan sistem pada aplikasi *Genggam bumine* dilakukan untuk mendukung digitalisasi layanan pertanahan di lingkungan pemerintahan setda Kabupaten Banyuwangi. Perancangan ini menggunakan pendekatan prototype dengan alur proses (Flowchart) yang disajikan pada Gambar 1 dengan tahapan desain output, desain input, desain proses, basis data, dan antarmuka pengguna (UI) sebagai berikut:



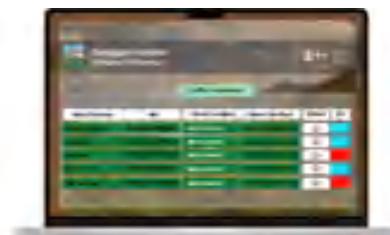
Gambar 2. Flowchart Genggam Bumine

1. Desain Output

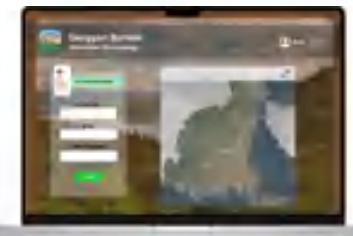
Desain output difokuskan pada penyajian informasi yang akurat dan mudah dipahami pengguna. Berikut merupakan tampilan Desain Output yang disajikan pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 :



Gambar 3. Output Peta Interaktif



Gambar 4. Output Daftar Permohonan



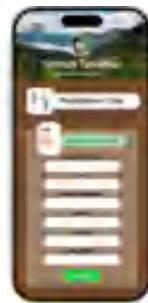
Gambar 5. Output Pencarian Peta



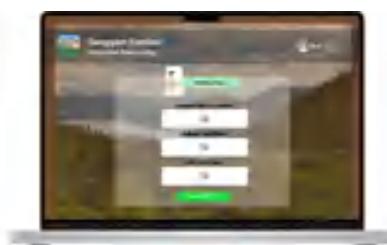
Gambar 6. Output Tracking Permohonan

2. Desain Input

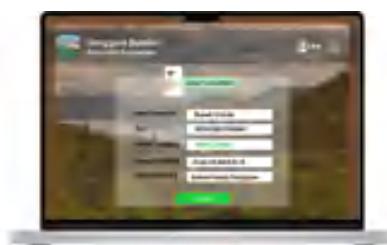
Desain input merupakan perancangan bentuk masukan yang diterima oleh sistem dari pengguna baik berupa data atau intruksi yang akan diproses [20]. Input sistem mencakup data yang dimasukkan oleh masyarakat maupun pegawai. Berikut merupakan tampilan Desain Input Aplikasi Genggam Bumine yang disajikan pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8:



Gambar 7. Input
Permohonan



Gambar 8. Input Validasi
dan Verifikasi



Gambar 9. Input Update
Tracking Permohonan

3. Desain Proses

Desain proses adalah tahap perancangan alur kerja sistem berdasarkan interaksi pengguna dan sistem [21]. Berikut merupakan desain proses dari Aplikasi *Genggam Bumine* meliputi Identifikasi Proses, Tampilan Desain Proses, Arsitektur Aplikasi, dan Pemodelan Sistem meliputi context diagram, DFD level 1,

dan ERD yang disajikan pada Tabel 3, Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13 :

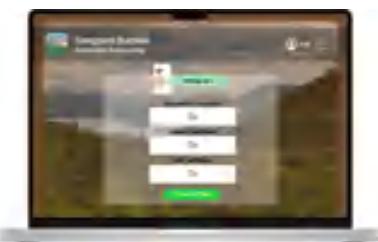
Tabel 3. Identifikasi Proses

Nama Proses	Deskripsi Proses	Input Proses	Output Proses
Login	Proses awal masuk ke sistem untuk memverifikasi identitas pengguna.	User name, Password	Hak akses sistem sesuai peran pengguna
Input Permohonan	Memasukkan data permohonan baru terkait informasi tanah.	Nama pemohon, NIK, alamat, nomor sertifikat	Data permohonan tersimpan di sistem
Input Verifikasi	Mengunggah dan memeriksa dokumen pendukung untuk memvalidasi permohonan.	Dokumen sertifikat, data permohonan	Status verifikasi permohonan
Input Pencarian Peta	Menemukan lokasi tanah melalui peta	Kecamatan, Desa, alam	Peta lokasi tanah

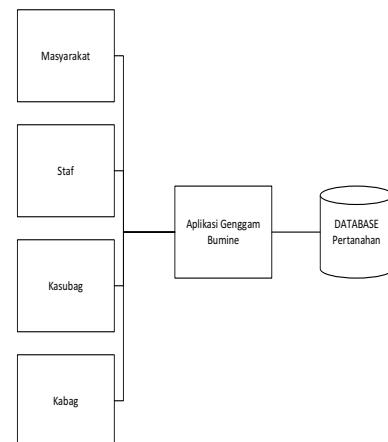


	interaktif berdasarkan data sertifikat atau alamat.	at, nomor sertifikat	
Input Pencarian Sertifikat	Menca ri data sertifikat tanah berdasarkan nomor sertifikat atau nama pemilik.	Nom or sertifikat, nam a pemilik	Data sertifikat tanah
Output Menu	Mena mpilka n daftar menu utama yang dapat diakses oleh pengguna sesuai hak akses.	Hak akses pengguna	Tam pilan menu utama
Output Peta Interaktif	Mena mpilka n peta wilayah sesuai filter yang dipilih oleh pengguna.	Data penc arian peta	Peta digit al inter aktif
Output Data Permohonan	Mena mpilka n daftar permo honan yang sudah	Data perm ohan yang tersi mpan	Tabe l dafta r perm ohan

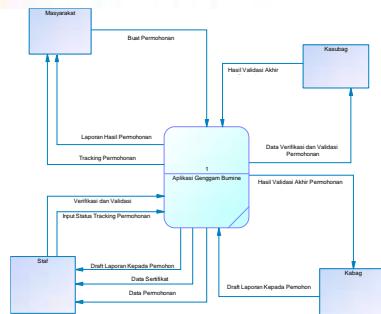
	diajukan dan status nya.		
Output Sertifikat & Data Tanah	Mena mpilka n sertifikat tanah digital beserta informasi detailnya.	Nom or sertifikat atau data penercarian sertifikat	File sertifikat, detail infor masi sertifikat tanah



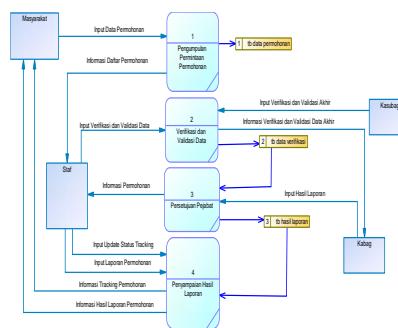
Gambar 10. Desain Proses
(Verifikasi dan Validasi)



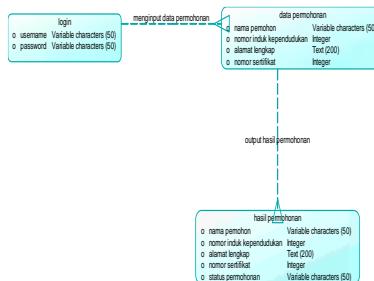
Gambar 11. Arsitektur Aplikasi



Gambar 12.
Pemodelan Sistem (Context
Diagram)



Gambar 13.
Pemodelan Sistem
(DFD Level 1)



Gambar 14. Pemodelan
Database (ERD)

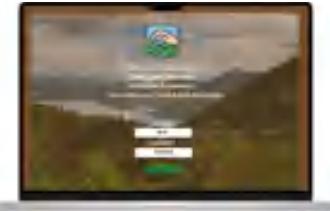
4. Desain User Interface

Desain user interface merupakan proses merancang titik interaksi antar pengguna dan sistem supaya lebih mudah, intuitif, efisien, dan estetis [22]. berikut merupakan Identifikasi dan

tampilan Desain User Interface yang disajikan pada Tabel 4, Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15, dan Gambar 16 :

Tabel 4. Identifikasi Interface

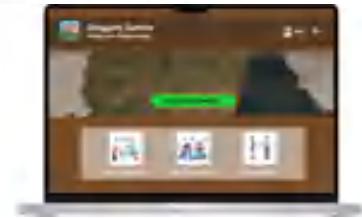
Interface	Deskripsi
Login	Tampilan awal untuk masuk ke dalam sistem dengan menginputkan <i>username</i> dan <i>password</i> .
Halaman Utama (Dashboard)	Tampilan awal setelah berhasil masuk aplikasi yang dilengkapi dengan menu aplikasi.



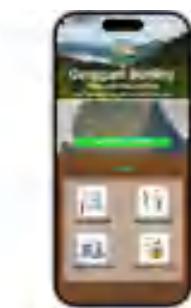
Gambar 15. Desain Interface
(Login versi web)



Gambar 16. Desain Interface
(Login versi mobile)



Gambar 17. Desain Interface (Dashboard versi web)



Gambar 18. Desain Interface (Dashboard versi mobile)

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengelolaan informasi pertanahan di Kabupaten Banyuwangi masih terkendala akses data, verifikasi dokumen, dan integrasi sistem. Perancangan aplikasi *Genggam Bumine* dengan metode prototype dengan pemodelan sistem menggunakan Context Diagram, DFD, dan ERD serta design UI/UX menggunakan Figma menawarkan Solusi melalui fitur pengajuan permohonan, pencarian data, verifikasi dan validasi, serta pelacakan status digital. Sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi layanan, transparasi publik serta mendukung

implementasi *e-government* dan Banyuwangi Smart City.

V. SARAN

Implementasi aplikasi *Genggam Bumine* sebaiknya dilanjutkan melalui tahap uji coba terstruktur guna mengukur efektivitas dan tingkat penerimaan pengguna. Optimalisasi sistem memerlukan dukungan infrastruktur digital yang memadai, peningkatan kompetensi aparatur, serta penguatan literasi teknologi masyarakat. Langkah ini penting untuk menjamin keberlanjutan layanan dan memperkuat tata kelola pemerintahan berbasis digital di daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. P. A. N. dan R. Birokrasi, "Sistem Informasi Berbasis Elektronik (SPBE)," Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi. [Online]. Available: <https://www.menpan.go.id/site/kelembagaan/sistempemerintahan-berbasis-elektronik-spbe-2>
- [2] Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi, "Perkuat Birokrasi, Pemerintah Lanjutkan Pengembangan Keterpaduan Layanan Digital Nasional," Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi. [Online]. Available: <https://www.menpan.go.id/site/kelembagaan/sistempemerintahan-berbasis-elektronik-spbe-2>
- [3] M. B. I. Alatas, "Menteri PANRB:



- Transformasi digital untuk layanan publik inklusif," antaranews.com. [Online]. Available:<https://www.antaranews.com/berita/4969941/menteri-panrb-transformasi-digital-untuk-layanan-publik-inklusif>
- [4] C. C. Chesar, "Inovasi Pem Kab Banyuwangi MII Inovasi Smart Kampung Dalam Rangka Meningkatkan Pelayanan Publik.Pdf," 2019, *Malang, Universitas Brawijaya*.
- [5] K. R. R. Adinegoro, "Tantangan Implementasi Sertifikat Tanah Elektronik di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia," *J. Ilmu Kenotariatan*, vol. 4, no. 2, p. 130, 2023, doi: 10.19184/jik.v4i2.41314.
- [6] P. K. Banyuwangi, "Dokumen Evaluasi Kinerja Urusan Pemerintahan Umum Tahun 2021," 2022.
- [7] K. A. dan T. R. P. Naional, *Panduan Aplikasi Sentuh Tanahku*. Direktorat Jenderal Hubungan dan Keagragariaan, 2020.
- [8] N. U. Say'ah, Siti Raudah, "Penerapan e - government melalui aplikasi sentuh tanahku dalam menunjang sistem pelayanan pada kantor pertanahan kabupaten hulu sungai utara," *J. Adm. Negara*, vol. 6, no. 2, pp. 864–874, 2025.
- [9] K. Haeruddin, A. Tawai, and M. Yusuf, "Penerapan Prinsip Good Governance Terhadap," *Administrasi Negara*, vol. 6, no. 1, pp. 62–77, 2022, doi: 10.32699/resolusi.v8i1.9889.
- [10] N. P. Linda Mariana Eka Dewi and I.B. Teddy Prianthar, "Pemanfaatan Platform Sentuh Tanahku Dalam Perspektif Perilaku Sosial," *Publikauma J. Adm. Publik Univ. Medan Area*, vol. 11, no. 1, pp. 17–23, 2023, doi: 10.31289/publika.v11i1.9425.
- [11] D. K. dan I. K. Banyuwangi, *Roadmap Smart City Kabupaten Banyuwangi*. Banyuwangi: Diskominfo, 2023.
- [12] A. Kadir, *Pengenalan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2014.
- [13] S. Indrajit, *Pemrograman Aplikasi Pemerintah Berbasis Web*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2019.
- [14] A. Nugroho, *Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML dan Java*. Yogyakarta: Andi, 2010.
- [15] A. Wibowo, *Desain Antarmuka Aplikasi Berbasis Pengalaman Pengguna*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2020.
- [16] Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional, *Panduan Layanan Aplikasi Sentuh Tanahku*. Jakarta: ATR/BPN, 2023.
- [17] P. K. Banyuwangi, *Laporan Kinerja e-Government Kabupaten Banyuwangi*. Banyuwangi: Diskominfo Banyuwangi, 2023.
- [18] B. Purnama, *Keamanan Sistem Informasi*. Yogyakarta: Andi, 2016.
- [19] D. Gumono, "Perancangan Sistem Informasi Inventaris Barang Menggunakan Metode Prototype di SMK Tunas Harapan," *J. Profitab. J. Ilmu Manaj.*, vol. 9(1), 2025, [Online].



Available:<https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/profitabilitas/article/view/7484>

- [20] A. A. G. S. Utama, "Desain Sistem Informasi Melalui Analisis Input-Proses-Output," no. August, 2017, doi: 10.13140/RG.2.2.19822.64329.
- [21] F. I. K. Universitas AMIKOM Yogyakarta, "Modul D3 Management Informatika," p. 101, 2018, [Online]. Available: <http://d3mi.amikom.ac.id/>
- [22] S. A. Agung Priambodo, "Pengembangan Komponen Desain Layout, Warna, Kontrol Pada User Interface (UI) Aplikasi Mobile Bareksa Menggunakan Metode User Centered Design (UCD)," *J. Inform. Komputasi*, vol. 2, no. April, pp. 1–9, 2020.
- [23] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37



Analisis Prediksi Kadar CO₂ (PPM) Berdasarkan Suhu Dan Kelembapan Menggunakan Sensor DHT22 Dan MQ135 Dengan Perbandingan Model Machine Learning Berbasis IoT Pada ESP32

Bacilius Agung Suburdjati^{*1}, Lisda Sukoco², Xavier Cedric³

^{*1,2}Universitas Santo Borromeus

³SMA Santa Angela Bandung

Email: ¹basnagung@gmail.com, ²lisdasukoco2014@gmail.com, ³xaviercedera@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze and predict carbon dioxide (CO₂) concentration in parts per million (PPM) based on temperature and humidity using DHT22 and MQ135 sensors integrated with an ESP32 microcontroller as an Internet of Things (IoT) system. Data were collected in two measurement sessions. The first session was conducted from 16:00 to 20:00 with a one-second sampling interval, during which significant spikes occurred due to exposure to insecticide fumes. The second session was carried out from 00:00 to 08:00 with a two-second sampling interval, producing approximately 13,000 more stable data points suitable for machine learning analysis. The collected data were processed using several machine learning algorithms, including Linear Regression, Random Forest, CatBoost, LightGBM, XGBoost, and Neural Network (Keras). The results indicate that the CatBoost model achieved the best performance, with an accuracy of 98.9%, a Mean Absolute Error (MAE) of 2.75, and a Mean Relative Error (MRE) of 1.08%. This study demonstrates that an ESP32-based IoT implementation using integrated gas and temperature sensors can be utilized as a simple air quality prediction system and serve as a foundation for developing future intelligent environmental monitoring devices.

Keywords : Internet of Things, CO₂ Prediction, CatBoost, ESP32, Machine Learning, MQ135, DHT22, Air Quality Monitoring.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memprediksi kadar karbon dioksida (CO₂) dalam satuan part per million (PPM) berdasarkan pengaruh suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22 dan MQ135 yang diintegrasikan pada mikrokontroler ESP32 sebagai sistem Internet of Things (IoT). Data dikumpulkan dalam dua sesi pengujian. Sesi pertama dilakukan pada pukul 16.00–20.00 dengan interval 1 detik, di mana terdapat lonjakan signifikan akibat paparan asap insektisida. Sesi kedua dilakukan pada pukul 00.00–08.00 dengan interval 2 detik, menghasilkan sekitar 13.000 data yang lebih stabil untuk analisis pembelajaran mesin. Data yang diperoleh diolah menggunakan beberapa algoritma machine learning, yaitu Linear Regression, Random Forest, CatBoost, LightGBM, XGBoost, dan Neural Network (Keras). Hasil menunjukkan bahwa model CatBoost memberikan performa terbaik dengan tingkat akurasi mencapai 98,9%, nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 2.75, dan Mean Relative Error (MRE) sebesar 1.08%. Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi IoT berbasis ESP32 dengan integrasi sensor gas dan suhu dapat digunakan sebagai sistem prediksi kualitas udara sederhana, serta menjadi dasar pengembangan perangkat pemantauan lingkungan cerdas di masa depan.

Kata Kunci : Internet of Things, CO₂ Prediction, CatBoost, ESP32, Machine Learning, MQ135, DHT22, Air Quality Monitoring.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah mendorong penerapan sistem pemantauan

lingkungan yang mampu bekerja secara otomatis dan real-time. Salah satu bidang yang memperoleh manfaat signifikan dari perkembangan ini adalah



pemantauan kualitas udara, khususnya kadar karbon dioksida (CO_2) yang menjadi salah satu indikator utama kesehatan lingkungan. Konsentrasi CO_2 yang melebihi ambang batas normal diketahui dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, seperti menurunnya kemampuan kognitif, sakit kepala, sesak napas, dan penurunan performa belajar maupun bekerja (World Health Organization, 2023). Kondisi ini lebih rentan terjadi pada wilayah perkotaan dengan tingkat aktivitas manusia yang tinggi, sehingga diperlukan sistem monitoring yang akurat, terukur, dan mampu memberikan informasi secara langsung. Dalam konteks tersebut, IoT menawarkan solusi melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan platform komputasi yang memungkinkan pengukuran dan analitik berbasis data secara simultan. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem pemantauan kualitas udara berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, serta sensor MQ-135 untuk mengukur konsentrasi CO_2 dalam satuan PPM (*parts per million*). Data yang diperoleh dikirim secara otomatis ke server dan dashboard berbasis web, serta disimpan dalam format CSV untuk keperluan analisis lanjutan.

Selain melakukan pengukuran, penelitian ini juga berfokus pada pemanfaatan model machine learning untuk memprediksi kadar CO_2 berdasarkan parameter suhu dan kelembapan. Beberapa model pembelajaran mesin digunakan untuk mengevaluasi performa prediksi, antara lain Linear Regression, Random Forest, CatBoost, LightGBM, XGBoost, dan Neural Network (Keras). Data dikumpulkan melalui dua sesi pengujian luar ruangan: pengambilan data pertama dilakukan pada pukul 16.00–20.00 dengan interval 1 detik dan mengalami anomali peningkatan akibat paparan insektisida aerosol, sedangkan sesi kedua dilakukan pukul 00.00–08.00 dengan interval 2 detik dan menghasilkan sekitar 13.000 data yang lebih stabil.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai hubungan antara suhu, kelembapan, dan kadar CO_2 serta mengidentifikasi model prediksi dengan performa terbaik yang dapat diterapkan pada sistem pemantauan udara berbasis IoT. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring pasif, tetapi juga sebagai sistem prediktif yang berpotensi mendukung pengembangan teknologi lingkungan cerdas (*smart environmental monitoring system*) di masa depan.



II. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian dan Alur Kerja

Tahapan penelitian pada studi ini disusun secara sistematis untuk memastikan proses penelitian berjalan terstruktur, terukur, dan sesuai dengan tujuan penelitian. Secara umum, alur penelitian terdiri dari beberapa tahap utama mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi akhir sistem.



Gambar 1. Tahapan dan Alur Penelitian

Tahap awal dimulai dengan **identifikasi masalah** dan **studi literatur** untuk memperoleh pemahaman teoretis mengenai teknologi Internet of Things (IoT), sensor gas lingkungan, serta algoritma pembelajaran mesin yang relevan. Setelah parameter dan kebutuhan sistem ditentukan, penelitian berlanjut pada perancangan sistem dan pengumpulan data menggunakan sensor MQ135 dan DHT22 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32.

Data yang dikumpulkan kemudian melalui proses **preprocessing**, meliputi pembersihan data, normalisasi, dan pembentukan fitur untuk memastikan dataset siap digunakan pada tahap pemodelan.

Tahap berikutnya adalah pelatihan model machine learning, evaluasi performa model, serta pemilihan model terbaik berdasarkan metrik akurasi, MAE, MRE, dan nilai koefisien determinasi (R^2). Model dengan performa terbaik kemudian diintegrasikan dalam prototipe sistem IoT sehingga mampu melakukan prediksi kadar CO₂ secara real-time.

Tahapan terakhir adalah evaluasi sistem, analisis performa model ketika berjalan pada prototipe, serta penyusunan kesimpulan dan rekomendasi pengembangan lanjutan.

Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan perangkat IoT berbasis ESP32 yang terhubung dengan sensor MQ135 untuk mendeteksi kadar CO₂ dalam satuan PPM, serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu (°C) dan kelembapan (%).

Data direkam dalam dua sesi pengujian untuk memastikan variasi kondisi lingkungan:



Se si	Wakt u	Interval Samplin g	Kondisi Lingkungan
1	16:00 – 20:00	1 detik	Kondisi bervariasi, terdapat gangguan aktivitas luar
2	00:00 – 08:00	2 detik	Lingkungan tenang, data relatif stabil

Data disimpan dalam format **CSV** melalui web server ESP32 untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan Python.

Pemrosesan Data (Preprocessing)

Sebelum digunakan dalam proses pelatihan model, data terlebih dahulu melalui tahap preprocessing untuk memastikan kualitas dan konsistensi dataset. Tahapan yang dilakukan meliputi: Menghapus nilai kosong (*missing values*), Menghilangkan duplikasi data, Menangani outlier dan noise, Normalisasi nilai, Pembentukan fitur (feature engineering), Membagi dataset menjadi **80% training dan 20% testing**. Tahapan ini memastikan data siap untuk proses pemodelan machine learning.

Pengembangan dan Evaluasi Model Machine Learning

Beberapa model machine learning diterapkan untuk memprediksi kadar CO₂ berdasarkan variabel suhu dan kelembapan. Model yang digunakan meliputi: Linear Regression, Random Forest, CatBoost, LightGBM, XGBoost,

dan Neural Network (Keras)

Evaluasi performa dilakukan menggunakan metrik berikut: Mean Absolute Error (MAE), Mean Relative Error (MRE), Nilai koefisien determinasi (R²), Akurasi prediksi (%). Model dengan performa tertinggi kemudian dipilih sebagai model final untuk diintegrasikan ke sistem IoT.

Integrasi Model ke Sistem IoT

Model terbaik kemudian diterapkan ke dalam sistem IoT berbasis ESP32 untuk memungkinkan prediksi kadar CO₂ secara real-time. Prototipe dilengkapi dengan: Output prediksi numerik, Klasifikasi kondisi kualitas udara, Rekomendasi kesehatan berbasis usia pengguna. Integrasi ini menghasilkan prototipe sistem monitoring kualitas udara yang tidak hanya mencatat data sensor, tetapi juga memberikan informasi prediktif dan rekomendasi berbasis machine learning.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian diperoleh melalui sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32, sensor DHT22, dan sensor MQ135. Data yang dikumpulkan mencakup 3 variable utama, yaitu:

**Tabel 1 :Tabel variabel utama**

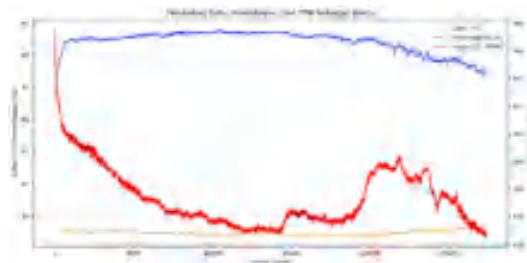
Variabel	Satuan	Sumber sensor	Keterangan
Suhu	°C	DHT22	Diukur untuk melihat pengaruh terhadap kadar CO ₂
Kelembapan	%RH	DHT22	Digunakan sebagai variable perbandingan terhadap suhu.
Kadar CO ₂ (PPM)	ppm	MQ135	Nilai target (variable dependen) untuk prediksi model machine learning.

Dua sesi pengambilan data menghasilkan sekitar 13.000 data pengamatan.

Sesi pertama (16:00-20:00) menunjukkan banyak fluktuasi akibat penyemprotan insektisida dan aktivitas luar ruangan.

Sesi kedua (00:00-08:00) menghasilkan data yang jauh lebih stabil, dengan perubahan suhu bertahap dari 24°C hingga 29°C dan kelembapan dari 78% ke 62%.

Hasil pengamatan menunjukkan hubungan umum antara suhu dan kelembapan terhadap kadar CO₂. Ketika suhu meningkat, kadar CO₂ cenderung menurun secara perlahan, sedangkan pada kelembapan tinggi (di atas 75%) kadar CO₂ sering meningkat.

**Gambar 2. Grafik garis 3 sumbu (waktu vs suhu, kelembapan dan ppm) dari data raw ESP32**

Interpretasi:

Nilai suhu cenderung naik saat siang dan menurun menjelang malam.

Nilai kelembapan menunjukkan pola berlawanan dengan suhu, meningkat ketika udara lebih dingin.

Nilai PPM CO₂ menunjukkan fluktuasi yang signifikan pada periode tertentu dikarenakan adanya aktivitas di luar ruangan seperti mobil lewat, dan mobil masuk ke dalam halaman rumah.

Terlihat hubungan tidak *linear* antara suhu-kelembapan-ppm, sehingga pendekatan *machine learning* digunakan untuk membangun model prediktif yang lebih kompleks.

Data yang telah dikumpulkan kemudian digunakan untuk melatih beberapa model *machine learning*, yaitu:

Linear regression, *Random Forest Regressor*, *CatBoost Regressor*, *LightGBM Regressor*, *XGBoost Regressor*, *Neural Network (keras)*

Tabel 2. Tabel Hasil pelatihan model

Model	MAE	R2	RMSE (%)	Akurasi (%)
Linear regression	1440	0.48	3.29	88.74
Random Forest	2.748	0.942	1.48	98.42
CatBoost	1.782	0.945	1.48	98.98
LightGBM	1.709	0.942	1.48	99.02
XGBoost	2.762	0.946	1.48	98.42
Neural Network	2.020	0.942	1.48	92.24

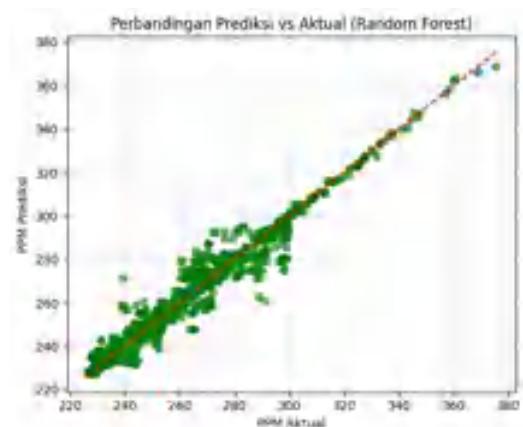


Analisis hasil:

Model dengan performa terbaik adalah **Random Forest Regressor** dengan akurasi 98,92%, disusul CatBoost dan LightGBM.

Model Neural Network cenderung lebih sensitif terhadap variasi data, sehingga menghasilkan fluktuasi loss yang lebih tinggi meskipun secara konsep lebih kompleks.

Model *Linear Regression* sederhana memiliki performa paling rendah karena tidak mampu menangkap hubungan *non-linear* antar variabel (suhu, kelembapan, dan PPM).



Gambar 3. Gambar scatter plot “PPM aktual dengan PPM Prediksi (Random Forest)”

Grafik berikut memperlihatkan perbandingan antara nilai aktual dan hasil prediksi dari model terbaik *Random Forest*. Model ini menunjukkan sebaran data yang mendekati garis ideal, menandakan kemampuan prediksi yang baik terhadap nilai CO₂ (PPM).

Nilai PPM yang dihasilkan oleh sensor MQ135 ini terkadang **Tidak Stabil**. Hal ini disebabkan oleh:

a. Harga dan sensitivitas sensor. MQ135 termasuk sensor gas dengan harga ekonomis yang memiliki tingkat *noise* dan *drift* lebih tinggi dibandingkan sensor laboratorium profesional. Seperti dinyatakan oleh Han et al. (2021), sensor gas berbasis semikonduktor “memiliki variabilitas respons akibat suhu lingkungan dan kelembapan udara.”

b. Kondisi lingkungan.

Pengukuran dilakukan di luar ruangan, sehingga variasi angin, cahaya, dan debu turut mempengaruhi hasil.

c. Kalibrasi sederhana

Nilai R₀ (Resistansi sensor pada udara bersih) hanya dikalibrasi sekali, sehingga akurasinya menurun jika kondisi lingkungan berubah.

Meskipun demikian, hasil model menunjukkan bahwa dengan *machine learning*, data dari sensor murah dapat tetap digunakan untuk memprediksi kadar CO₂ dengan tingkat akurasi yang tinggi setelah dilatih dengan benar.

Setelah model terbaik (*Random Forest Regressor*) diperoleh, sistem dilengkapi dengan fungsi *post-processing* berupa klasifikasi tingkat kualitas udara dan rekomendasi kesehatan otomatis.

Kedua fungsi yang digunakan adalah:

```

    met_klasifikasi_ppm(ppm):
        if ppm < 300:
            return "Baik (Masa Istimewa)"
        elif ppm < 1000:
            return "Sedang (Masa Masa)"
        elif ppm < 2000:
            return "Tidak Sehat (Masa Depan Jemu)"
        else:
            return "Terburaya (Masa Depan Sangat Jemu)"

```

Gambar 4. Fungsi klasifikasi ppm

Fungsi ini mengelompokan nilai CO₂ (PPM) menjadi empat kategori utama berdasarkan ambang atas batas yang direferensikan dari standar kualitas udara dalam ruangan (EPA, 2022).

Klasifikasi ini penting karena nilai PPM saja tidak selalu intuitif untuk pembaca umum.

Selanjutnya fungsi berikut digunakan untuk memberikan rekomendasi spesifik berdasarkan umur pengguna, suhu, dan kelembapan.

```
def prediksi_kesehatan(temp, hum, umur):
```

Gambar 5. Fungsi yang digunakan untuk rekomendasi spesifik umur, suhu , kelembapan.

Saint, CPV 1. Kulturspuren - 705 - Meier, 9 Jahre
Pfeilspitze - 706 - 79
Küchengut: Salz, Meier (Meier-Salz 18)
Werkzeugkiste: Koch und Küchengeräte (17. Jahrhundert, ohne Kochen)

Sankt, CPV 1. Kulturspuren - 705 - Meier, 15 Jahre
Pfeilspitze - 706 - 88
Küchengut: Salz, Meier (Meier-Salz 18)
Werkzeugkiste: Dosen mit Salz, Zwiebeln, roh, verarbeitet, Meier-zucker

Sankt, CPV 1. Kulturspuren - 705 - Meier, 16 Jahre
Pfeilspitze - 706 - 79
Küchengut: Salz, Meier (Meier-Salz 18)
Werkzeugkiste: Zwiebeln, verarbeitet, Meier-zucker

Gambar 6. Output dari 2 fungsi yang sudah didefinisikan.

Kesimpulan analisis:

d. Model *Random Forest* memberikan hasil paling akurat untuk prediksi kadar CO₂ dengan akurasi 98.91%.

- e. Data yang dikumpulkan pada malam hari yang dilakukan di sesi kedua lebih stabil dibandingkan dengan sore hari yang dilakukan pada sesi pertama.
 - f. Faktor lingkungan terbuka dan kualitas sensor ekonomis menjadi penyebab utama fluktuasi data.
 - g. Sistem IoT ini berpotensi dikembangkan menjadi dashboard pemantauan kualitas udara real-time yang hemat biaya dan informatif.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan:

- a. Penelitian menunjukkan bahwa suhu dan kelembapan berpengaruh terhadap kadar CO_2 dengan pola hubungan non-linear suhu meningkat cenderung menurunkan kadar CO_2 sedangkan kelembapan tinggi menaikkannya.
 - b. Dari enam model *machine learning* yang yang diuji **Random Forest** memberikan hasil yang terbaik dengan akurasi 98,91%, R2 sebesar 0,962, dan MAE sebesar 2,74.
 - c. Data yang diambil antara 00:00-08:00 lebih stabil dibandingkan dengan sore hari yang di lakukan pada sesi pertama karena minimnya gangguan lingkungan pada jam 00:00- 08:00.



Saran:

- a. Kalibrasi sensor secara rutin perlu dilakukan terutama pada sensor MQ135, untuk mengurangi kesalahan pengukuran akibat perubahan suhu, kelembapan dan pengaruh gas lain seperti amonia atau etanol.
- b. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan sensor gas dengan tingkat presisi lebih tinggi, seperti MH-Z19B atau Senseair S8, yang memiliki kompensasi suhu internal dan kalibrasi otomatis, sehingga hasil pengukuran kadar CO₂ akan lebih akurat dan stabil.
- c. Disarankan untuk meningkatkan sistem pemantauan menjadi dashboard web real-time, yang menampilkan data historis, status kualitas udara, serta memberikan peringatan otomatis jika kadar CO₂ melewati ambang batas berbahaya.
- d. Penelitian lanjutan juga dapat melibatkan pengujian di berbagai kondisi lingkungan (ruangan tertutup, ruang publik, area industri) untuk memperluas generalisasi model prediksi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. J. Han, H. Kim, and S. Park, "Performance variation of semiconductor gas sensors under humidity and temperature changes," *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 329, pp. 129–141, 2021.
- [2]. World Health Organization, *Ambient (Outdoor) Air Pollution*. Geneva, Switzerland: WHO Press, 2023.
- [3]. Environmental Protection Agency, *Indoor Air Quality Standards for Carbon Dioxide (CO₂)*. Washington, DC, USA: U.S. EPA, 2022.
- [4]. Hanwei Electronics Co., Ltd., *MQ-135 Gas Sensor Datasheet: Technical Data and CO₂ Sensitivity Curve*. China: Hanwei Electronics, 2016.
- [5]. J. Brownlee, *Machine Learning Algorithms From Scratch: With Python Examples*. Machine Learning Mastery, 2019.
- [6]. A. Géron, *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*, 3rd ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, 2022.
- [7]. I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2016.
- [8]. S. Raschka and V. Mirjalili, *Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, Scikit-Learn, and TensorFlow 2*. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2020.
- [9]. Arduino Documentation, *ESP32 WiFi and AsyncWebServer Library Reference*. Arduino.cc, 2024.
- [10]. Espressif Systems, *ESP32 Technical Reference Manual*. Espressif Systems Ltd., 2023.
- [11]. Aosong Electronics Co., Ltd., *DHT22 Sensor Datasheet: AM2302 Temperature and Humidity Sensor Specifications*. 2020.



Analisis Kinerja CPU dan RAM pada VirtualBox untuk Validasi Lingkungan IaaS Lokal

Hendrika Restu Prayoga¹, Noor Latifah²

^{1,2}Universitas Muria Kudus

E-mail: ¹1202253054@std.umk.ac.id, ²noor.latifah@umk.ac.id

Abstract

In cloud computing, the Infrastructure as a Service (IaaS) model relies heavily on virtualization technology. Developers commonly use Type-2 hypervisors as local testing environments before deploying systems to the actual cloud, with Oracle VM VirtualBox being one of the most widely used platforms. However, the additional virtualization layer can introduce performance overhead on critical resources such as CPU and RAM, potentially affecting the validity of test results. This study aims to measure the percentage of CPU and RAM performance overhead caused by VirtualBox. A comparative quantitative experiment was conducted by evaluating the performance of the Host Operating System (OS) as the baseline and the Guest OS running on VirtualBox using specialized benchmarking tools. The findings indicate increased RAM latency and reduced CPU performance. These results assist developers in optimizing resource allocation and provide essential empirical data to evaluate the feasibility of using VirtualBox as a tool for performance validation in IaaS environments. Additionally, this study highlights how variations in VirtualBox configurations—such as the number of virtual cores and the amount of allocated RAM—affect the magnitude of overhead. This demonstrates that improper configuration choices can lead to significant performance deviations when compared to physical system conditions.

Keywords : Virtualization, Oracle VM VirtualBox, CPU Performance, RAM Latency, IaaS, Cloud Computing, Performance Overhead.

Abstrak

Dalam komputasi awan, model layanan Infrastruktur sebagai Layanan (IaaS) bergantung pada teknologi virtualisasi. Pengembang sering menggunakan hypervisor Tipe 2 sebagai lingkungan uji lokal sebelum melakukan deployment ke cloud sesungguhnya. Salah satu contohnya adalah Oracle VM VirtualBox. Tetapi penerapan lapisan virtualisasi ini dapat menyebabkan overhead pada sumber daya penting, seperti CPU dan RAM, yang dapat mempengaruhi validitas hasil pengujian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur persentase overhead kinerja CPU dan RAM yang ditimbulkan oleh VirtualBox. Eksperimen kuantitatif komparatif digunakan dengan membandingkan kinerja Sistem Operasi (OS) Host sebagai dasar dan OS Guest pada VirtualBox dengan alat benchmark khusus. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan latensi RAM dan penurunan kinerja CPU. Hasil ini membantu pengembang mengoptimalkan alokasi sumber daya dan memberikan data empiris penting untuk menilai kelayakan VirtualBox sebagai alat validasi performa lingkungan IaaS. Selain itu, penelitian ini juga menyoroti bagaimana variasi konfigurasi VirtualBox, seperti jumlah virtual core dan kapasitas RAM yang dialokasikan, turut memengaruhi besar kecilnya overhead yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan konfigurasi yang kurang tepat dapat menghasilkan penyimpangan performa yang signifikan dibandingkan dengan kondisi sistem fisik.

Kata Kunci : Virtualisasi, Oracle VM VirtualBox, Kinerja CPU, Latensi RAM, IaaS, Komputasi Awan, Overhead Kinerja.

I. PENDAHULUAN

Model dasar Komputasi Awan, Infrastructure as a Service (IaaS), bergantung pada kinerja CPU dan RAM yang optimal dari Mesin Virtual (VM)[1]. Pengembang sering menggunakan

hypervisor Tipe 2 seperti Oracle VM VirtualBox sebagai lingkungan IaaS lokal untuk validasi dan pengujian kinerja sebelum deployment ke cloud sesungguhnya[2].



Namun, VirtualBox memiliki lapisan virtualisasi yang memungkinkan peningkatan kinerja[3]. Overhead ini paling banyak berdampak pada CPU melalui pengaturan konteks dan RAM melalui peningkatan latensi memori[4]. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur overhead kinerja yang spesifik pada CPU dan RAM untuk menilai keandalan VirtualBox sebagai alat validasi IaaS. Ini karena penurunan kinerja ini dapat menyebabkan hasil pengujian IaaS Lokal menjadi tidak akurat dan tidak valid.

Komputasi awan telah menjadi fondasi utama dalam pengembangan dan penyebaran sistem teknologi informasi modern. Salah satu model layanan yang paling fundamental dalam komputasi awan adalah Infrastructure as a Service (IaaS), yang menyediakan sumber daya komputasi virtual seperti mesin virtual (VM), penyimpanan, dan jaringan sebagai layanan yang dapat diakses melalui internet. Model ini memungkinkan organisasi untuk menghemat biaya infrastruktur fisik, meningkatkan fleksibilitas, dan mempercepat proses pengembangan aplikasi. Namun, kinerja IaaS sangat bergantung pada efisiensi sumber daya fisik yang mendasarinya, khususnya kinerja CPU dan RAM, karena kedua komponen ini berperan penting dalam menentukan kecepatan pemrosesan,

responsivitas, dan stabilitas sistem secara keseluruhan[5].

Dalam proses pengembangan dan validasi sistem yang akan dijalankan pada lingkungan IaaS, para pengembang sering kali menggunakan lingkungan pengujian lokal sebelum melakukan deployment ke lingkungan produksi di cloud. Salah satu solusi yang populer digunakan adalah hypervisor Tipe 2 seperti Oracle VM VirtualBox. Hypervisor ini memungkinkan pengguna untuk menjalankan beberapa sistem operasi tamu (guest OS) di atas sistem operasi host yang sudah berjalan, sehingga menciptakan lingkungan virtual yang terisolasi dan dapat dikonfigurasi sesuai kebutuhan. VirtualBox dipilih karena sifatnya yang open-source, mudah digunakan, mendukung berbagai sistem operasi, serta dapat berjalan di berbagai platform seperti Windows, Linux, dan macOS.

Namun, meskipun VirtualBox menawarkan kemudahan dalam simulasi lingkungan IaaS lokal, penggunaan hypervisor Tipe 2 ini tidak lepas dari tantangan kinerja[6]. Adanya lapisan virtualisasi tambahan antara perangkat keras fisik dan sistem operasi tamu menimbulkan overhead kinerja yang signifikan[7]. Overhead tersebut terutama terlihat pada dua komponen kritis: CPU dan RAM. Pada sisi CPU, overhead terjadi karena proses context



switching yang lebih intensif antara host dan guest OS, serta emulasi instruksi perangkat keras yang tidak didukung secara langsung oleh CPU fisik[8]. Hal ini menyebabkan penurunan kecepatan pemrosesan dan efisiensi eksekusi instruksi. Sementara itu, pada RAM, overhead muncul dalam bentuk peningkatan latensi akses memori akibat manajemen memori virtual yang kompleks, seperti penerapan shadow page tables atau nested paging[9], yang dapat memperlambat waktu respons sistem.

Dampak dari overhead kinerja ini tidak dapat dianggap sepele, terutama dalam konteks validasi lingkungan IaaS. Jika pengujian kinerja dilakukan di lingkungan virtual yang memiliki deviasi performa yang signifikan dari lingkungan fisik, hasil yang diperoleh dapat menyesatkan[10]. Misalnya, aplikasi yang diuji mungkin menunjukkan kinerja yang memadai di VirtualBox, tetapi justru mengalami degradasi performa ketika dijalankan di lingkungan cloud yang sesungguhnya. Sebaliknya, masalah performa yang sebenarnya dapat teratasi di lingkungan fisik mungkin tidak terdeteksi selama pengujian di lingkungan virtual. Oleh karena itu, penting untuk mengukur dan memahami secara kuantitatif besaran overhead yang ditimbulkan oleh VirtualBox, khususnya pada kinerja CPU dan RAM.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur persentase overhead kinerja CPU dan RAM yang disebabkan oleh penggunaan Oracle VM VirtualBox sebagai lingkungan IaaS lokal. Dengan melakukan eksperimen komparatif antara kinerja sistem operasi host (sebagai baseline) dan sistem operasi tamu yang berjalan di VirtualBox, penelitian ini berupaya memberikan data empiris yang akurat mengenai sejauh mana virtualisasi mempengaruhi kinerja kedua komponen tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembang dalam mengoptimalkan alokasi sumber daya virtual, serta memberikan wawasan mengenai keandalan VirtualBox sebagai alat validasi kinerja dalam lingkungan IaaS. Selain itu, penelitian ini juga akan menganalisis bagaimana variasi konfigurasi VirtualBox—seperti jumlah virtual core dan alokasi RAM—dapat memengaruhi besaran overhead yang terjadi, sehingga dapat memberikan rekomendasi konfigurasi yang optimal untuk mengurangi deviasi kinerja antara lingkungan virtual dan fisik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pemahaman akademis mengenai overhead virtualisasi, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam meningkatkan akurasi dan keandalan proses validasi sistem sebelum diimplementasikan pada lingkungan cloud yang sesungguhnya.



II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif komparatif untuk mengukur secara objektif kinerja CPU dan RAM pada lingkungan virtual. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengukuran langsung dan perbandingan sistematis antara performa sistem fisik (baseline) dan sistem virtual, sehingga besaran overhead yang diakibatkan oleh lapisan virtualisasi dapat dihitung secara akurat. Dengan membandingkan kinerja sistem operasi host (Host OS) yang berjalan langsung di atas perangkat keras fisik dengan kinerja sistem operasi tamu (Guest OS) yang berjalan di atas hypervisor VirtualBox, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengkuantifikasi degradasi kinerja yang disebabkan oleh proses virtualisasi.

2.1. Desain Eksperimen

Lingkungan eksperimen dirancang untuk merepresentasikan konfigurasi umum yang digunakan oleh pengembang dalam melakukan uji coba lokal. Spesifikasi dan konfigurasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Host OS: Windows 10 Pro (64-bit). Sistem operasi ini dipilih karena merupakan platform yang banyak digunakan dalam pengembangan. Spesifikasi perangkat keras host terdiri dari:

- Prosesor: Intel Core i7-10750H (6 core, 12 thread, base clock 2.6 GHz, max turbo 5.0 GHz). Prosesor ini mewakili kelas performa menengah-ke-atas yang umum digunakan.
- RAM: 16 GB DDR4. Kapasitas ini memadai untuk menjalankan host OS dan beberapa VM sekaligus.
- Penyimpanan: NVMe SSD untuk meminimalkan bottleneck I/O selama pengujian.
- Hypervisor: Oracle VM VirtualBox versi 6.1. Versi ini dipilih karena merupakan rilis stabil dengan dukungan fitur yang lengkap. VirtualBox Extension Pack juga diinstal untuk mendukung fitur tambahan seperti USB 2.0/3.0 dan NVMe emulation.
- Guest OS: Ubuntu Server 20.04 LTS (64-bit). Distro Linux ini dipilih karena ringan, stabil, dan banyak digunakan dalam lingkungan server cloud. Instalasi dilakukan dengan konfigurasi minimal untuk mengurangi dampak proses background terhadap hasil benchmark.
- Variasi Konfigurasi VM: Untuk memahami pengaruh alokasi sumber daya terhadap overhead, eksperimen diulang dengan beberapa kombinasi konfigurasi VM:



- Jumlah vCPU (Virtual CPU): 1, 2, dan 4 core. Variasi ini menguji bagaimana penjadwalan virtual core oleh hypervisor mempengaruhi kinerja paralel.
- Alokasi RAM: 2 GB, 4 GB, dan 8 GB. Variasi ini menguji dampak manajemen memori virtual dan potensi swapping.
- Konfigurasi lain seperti video memory, graphics controller (diatur ke VMSVGA), dan storage controller (diatur ke SATA dengan SSD emulation) dibuat tetap untuk semua percobaan guna mengisolasi variabel yang diteliti.

2.2. Alat dan Metrik Pengukuran

Pengukuran kinerja dilakukan menggunakan alat benchmark khusus yang telah terstandarisasi dan diakui dalam mengukur performa CPU dan memori. Pemilihan alat dilakukan berdasarkan kemampuannya memberikan metrik yang relevan, dapat diulang (repeatable), dan memiliki overhead pengukuran yang rendah.

A. Pengukuran Kinerja CPU:

- Geekbench 5: Alat benchmark lintas platform yang mengukur performa komputasi single-core dan multi-core melalui serangkaian tes yang mensimulasikan beban kerja nyata (seperti enkripsi, kompresi, dan rendering). Metrik utama

yang diambil adalah skor single-core dan multi-core. Skor yang lebih tinggi menunjukkan kinerja yang lebih baik.

- Sysbench (CPU test): Alat yang lebih terfokus pada beban kerja komputasi murni, khususnya kinerja bilangan prima. Metrik utama yang diambil adalah waktu total (dalam detik) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sejumlah tugas komputasi yang tetap. Waktu yang lebih singkat menunjukkan kinerja CPU yang lebih efisien.

B. Pengukuran Kinerja RAM (Memori):

- Intel Memory Latency Checker (MLC): Alat khusus dari Intel yang dirancang untuk mengukur latency (waktu tunda) dan bandwidth (lebar pita) memori dengan presisi tinggi. Metrik utama yang diambil adalah:
 - Idle Latency (nanodetik): Waktu akses memori saat sistem tidak terbebani.
 - Loaded Latency (nanodetik): Waktu akses memori di bawah tekanan beban tertentu.
 - Bandwidth (GB/s): Jumlah maksimum data yang dapat ditransfer per detik.
- Sysbench (Memory test): Digunakan sebagai pelengkap untuk mengukur kecepatan



operasi baca/tulis memori secara berurutan dan acak. Metrik utama adalah throughput operasi (events per second).

2.3. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dirancang secara sistematis dan diulang (replicated) untuk setiap kombinasi konfigurasi guna memastikan keandalan data.

1 Persiapan Lingkungan:

- o Semua proses background yang tidak perlu pada Host OS dinonaktifkan.
- o Snapshot VM dibuat dalam keadaan bersih (clean state) setelah instalasi Guest OS.

2 Tahap 1: Pengukuran Baseline (Host OS):

- o Semua alat benchmark (Geekbench 5, Sysbench, MLC) dijalankan langsung di atas Host OS (Windows 10).
- o Setiap tes dijalankan sebanyak 5 kali (five runs). Cache dan memori dibersihkan di antara setiap run.
- o Nilai rata-rata dari 5 run tersebut dicatat sebagai Nilai Baseline (Host). Ini mewakili kinerja optimal tanpa overhead virtualisasi.

3 Tahap 2: Pengukuran Kinerja Guest OS:

Untuk setiap kombinasi konfigurasi (misal: 2 vCPU/4GB RAM, 4 vCPU/8GB RAM):

- a. VM di-restart dari snapshot bersih.
- b. Alat benchmark dijalankan di dalam Guest OS (Ubuntu Server).
- c. Setiap tes juga diulang 5 kali, dengan jeda dan pembersihan cache di antara runs.
- d. Nilai rata-rata dicatat sebagai Nilai Kinerja Guest.

4 Tahap 3: Perhitungan Overhead:

- o Untuk setiap metrik (skor Geekbench, waktu Sysbench, latency MLC, dll.), persentase overhead dihitung menggunakan formula:

$$\text{Overhead (\%)} = [(\text{Hasil Rata-rata Host} - \text{Hasil Rata-rata Guest}) / \text{Hasil Rata-rata Host}] \times 100\%$$

- o Nilai positif menunjukkan penurunan kinerja (overhead) pada Guest OS. Misalnya, overhead CPU 20% berarti kinerja Guest 20% lebih rendah dari Host.

2.4. Analisis Data

Data kuantitatif yang terkumpul kemudian dianalisis dengan metode berikut:

- 1 Analisis Statistik Deskriptif: Untuk setiap konfigurasi VM, dihitung nilai rata-rata (mean), standar deviasi, dan rentang (range) dari persentase overhead yang dihasilkan. Hal ini memberikan gambaran umum tentang besaran dan konsistensi overhead.



- 2 Analisis Komparatif: Hasil overhead dari berbagai konfigurasi (1 vs 2 vs 4 vCPU; 2GB vs 4GB vs 8GB RAM) dibandingkan untuk mengidentifikasi pola. Analisis ini menjawab pertanyaan seperti: "Apakah menambah vCPU selalu mengurangi overhead CPU?" atau "Apakah mengalokasikan RAM berlebihan justru merugikan?"
- 3 Visualisasi Data: Untuk memudahkan interpretasi, hasil analisis disajikan dalam bentuk:
- o Grafik Batang (Bar Chart): Membandingkan overhead rata-rata antar konfigurasi untuk setiap metrik (misalnya, grafik overhead latency untuk setiap alokasi RAM).
 - o Grafik Garis (Line Chart): Menunjukkan tren perubahan overhead seiring dengan penambahan vCPU atau RAM.
 - o Tabel: Menyajikan data numerik lengkap (rata-rata, standar deviasi) secara terstruktur.
- Dengan metodologi yang komprehensif dan terstruktur ini, penelitian ini bertujuan menghasilkan data yang valid, reliabel, dan dapat dipertanggungjawabkan untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai besaran dan faktor-faktor yang mempengaruhi overhead kinerja CPU dan RAM pada Oracle VM VirtualBox.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil eksperimen yang telah dilakukan serta analisis mendalam terhadap temuan-temuan yang diperoleh. Hasil pengukuran kinerja CPU dan RAM pada lingkungan VirtualBox dibandingkan dengan baseline kinerja fisik (Host OS) untuk mengkuantifikasi overhead yang terjadi. Selain itu, dilakukan analisis terhadap pengaruh variasi konfigurasi virtual machine terhadap besaran overhead tersebut.

3.1. Hasil Pengukuran Kinerja CPU

Hasil pengujian dengan dua alat benchmark yang berbeda menunjukkan konsistensi dalam mendekripsi penurunan kinerja CPU pada Guest OS.

a. Hasil Geekbench 5:

Pengukuran dengan Geekbench 5 memberikan gambaran tentang kinerja komputasi dalam skenario yang mendekati beban kerja aplikasi nyata.

o Kinerja Single-Core: Pada konfigurasi dengan 1 vCPU, diamati penurunan skor single-core yang signifikan, yakni dalam kisaran 18% hingga 22% dibandingkan dengan skor baseline Host OS. Penurunan ini terutama disebabkan oleh overhead context switching yang dilakukan oleh hypervisor untuk mengelola eksekusi antara Host OS dan Guest OS, serta proses emulasi instruksi CPU tertentu yang tidak didukung secara hardware-assisted virtualization.



- Kinerja Multi-Core: Pada konfigurasi dengan 2 dan 4 vCPU, penurunan skor multi-core masih teramat, namun persentasenya cenderung lebih rendah dibandingkan kasus single-core, berkisar antara 12% hingga 18%. Penambahan vCPU memungkinkan Guest OS untuk mengeksekusi lebih banyak thread secara paralel, sehingga sebagian dampak penjadwalan hypervisor dapat tertutupi. Namun, overhead tetap ada akibat koordinasi dan sinkronisasi antar virtual core yang dikelola oleh hypervisor.

b. Hasil Sysbench CPU Test:

Tes ini mengukur waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sejumlah perhitungan bilangan prima, yang merepresentasikan beban kerja CPU-intensif murni.

- Waktu Eksekusi: Terjadi peningkatan waktu eksekusi sebesar 15% hingga 25% pada Guest OS dibandingkan Host OS. Hasil ini selaras dengan temuan dari Geekbench dan menguatkan bukti adanya overhead komputasi. Peningkatan waktu ini secara langsung merefleksikan efisiensi eksekusi instruksi yang lebih rendah di lingkungan virtual.

Interpretasi Awal: Gabungan hasil dari kedua alat benchmark tersebut secara jelas mengindikasikan bahwa lapisan virtualisasi VirtualBox memperkenalkan

overhead yang nyata pada kinerja pemrosesan CPU. Overhead ini bersumber dari aktivitas tambahan hypervisor seperti penjadwalan vCPU, emulasi, dan isolasi sumber daya.

3.2. Hasil Pengukuran Kinerja RAM

Pengukuran kinerja memori menunjukkan dampak virtualisasi yang bahkan lebih prononsiasi, terutama pada aspek latency.

a. Latensi Memori (MLC):

Pengukuran dengan Intel MLC mengungkap degradasi kinerja akses memori yang serius.

- Idle Latency: Latensi memori saat idle pada Guest OS meningkat rata-rata 30% hingga 40%. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas penerjemahan alamat memori virtual Guest ke alamat memori fisik Host. Meskipun teknologi seperti Nested Page Tables (NPT) atau Extended Page Tables (EPT) telah diterapkan untuk mengurangi overhead ini, mekanisme penerjemahan multi-level ini tetap menambah siklus penundaan.
- Loaded Latency: Di bawah kondisi load, peningkatan latensi menjadi lebih ekstrem, mencapai hingga 45%. Ini menunjukkan bahwa di bawah tekanan, mekanisme manajemen memori oleh hypervisor menjadi semakin tidak efisien, mungkin karena konflik TLB (Translation Lookaside Buffer) atau penjadwalan akses memori yang bersaing antara Host dan Guest.



b. Throughput / Bandwidth Memori (MLC & Sysbench):

Kapasitas bandwidth memori juga terdampak, meskipun dalam proporsi yang sedikit lebih rendah dibandingkan latensi.

- o Bandwidth Berurutan (Sequential): Penurunan throughput sebesar 20% hingga 30%.
- o Bandwidth Acak (Random): Penurunan yang lebih besar, mencapai 25% hingga 35%. Operasi baca/tulis acak lebih sensitif terhadap penambahan latensi, sehingga degradasinya lebih terasa. Hasil dari Sysbench memory test juga mengkonfirmasi tren ini, menunjukkan penurunan jumlah operasi yang dapat diselesaikan per detik (events per second).

Interpretasi Awal: Overhead pada memori lebih besar daripada CPU, dengan latency sebagai metrik yang paling terdampak. Ini menyoroti bahwa virtualisasi memori merupakan bottleneck kinerja yang kritis dalam lingkungan hypervisor Tipe 2 seperti VirtualBox.

3.3. Pengaruh Konfigurasi VirtualBox terhadap Overhead

Eksperimen dengan variasi konfigurasi VM memberikan wawasan penting tentang bagaimana pengaturan sumber daya virtual mempengaruhi besaran overhead.

a. Pengaruh Jumlah vCPU:

Overhead Terbesar justru ditemukan pada konfigurasi dimana jumlah vCPU dialokasikan melebihi jumlah thread fisik yang tersedia (misal, 4 vCPU pada CPU 6-core/12-thread). Pada kasus ini, penurunan performa tambahan (5-10% lebih buruk dari konfigurasi optimal) terjadi akibat kontensi penjadwalan (scheduler contention). Hypervisor dipaksa melakukan time-sharing yang lebih intensif untuk beberapa vCPU pada satu core fisik, meningkatkan overhead context switching. Konfigurasi Optimal untuk kinerja terbaik (overhead minimal) adalah dengan mengalokasikan jumlah vCPU yang sama atau sedikit kurang dari jumlah thread logis CPU fisik. Namun, overhead tetap ada karena sifat emulasi hypervisor.

b. Pengaruh Alokasi RAM:

Alokasi Berlebih: Mengalokasikan RAM secara berlebihan (misal, 8 GB dari 16 GB RAM fisik) ke sebuah VM tunggal tidak memberikan peningkatan kinerja yang signifikan pada Guest OS. Sebaliknya, hal ini dapat memicu aktivitas swapping/paging pada Host OS jika beban sistem host tinggi, karena memori fisik yang tersisa untuk host menjadi terlalu kecil. Aktivitas swapping ini justru secara dramatis meningkatkan latensi disk dan memori secara keseluruhan, yang berimbas pada memburuknya kinerja Guest (overhead bisa melonjak di atas 50% untuk metrik latensi).



Alokasi Optimal: Alokasi RAM yang seimbang, yaitu meninggalkan headroom yang cukup (sekitar 25-30% dari RAM fisik) untuk Host OS, menghasilkan overhead yang paling stabil dan rendah. Alokasi "cukup tapi tidak berlebihan" (misal, 4 GB untuk Guest) terbukti lebih baik daripada alokasi maksimal.

3.4. Pembahasan Komprehensif

Temuan-temuan di atas memiliki implikasi yang mendalam terhadap praktik penggunaan VirtualBox sebagai alat validasi lingkungan IaaS lokal.

1. Validitas Hasil Pengujian:

Overhead CPU sebesar 15-25% dan overhead latency RAM sebesar 30-45% bukanlah angka yang dapat diabaikan. Aplikasi atau layanan yang diuji di dalam VM VirtualBox akan memperlihatkan kinerja yang secara sistematis lebih rendah daripada potensi kinerjanya di lingkungan fisik atau cloud IaaS yang menggunakan hypervisor yang lebih efisien (Tipe 1). Jika pengujian performa (misalnya, uji response time atau throughput) dilakukan tanpa menyadari deviasi ini, maka kesimpulan yang diambil dapat menyesatkan. Sebuah sistem yang mungkin memenuhi benchmark di lingkungan virtual bisa jadi gagal memenuhi SLA di produksi, atau sebaliknya, optimasi yang dilakukan berdasarkan hasil tes virtual mungkin tidak relevan di dunia nyata.

2. Pentingnya Faktor Koreksi dan Konfigurasi Optimal:

Oleh karena itu, hasil penelitian ini menekankan perlunya faktor koreksi empiris (empirical correction factor) saat memproyeksikan kinerja dari lingkungan VirtualBox ke lingkungan produksi. Data overhead yang terukur dapat digunakan sebagai pedoman kasar untuk menyesuaikan ekspektasi.

Lebih penting lagi, penelitian ini menunjukkan bahwa konfigurasi VM memainkan peran penting. Pemilihan konfigurasi yang sembarangan—seperti "memaksimalkan" vCPU dan RAM—justru dapat memperburuk akurasi simulasi. Prinsip "less is more" sering kali berlaku: konfigurasi yang lebih hemat dan mendekati spesifikasi minimal yang dibutuhkan aplikasi cenderung menghasilkan deviasi kinerja yang lebih kecil dan lebih dapat diprediksi dibandingkan konfigurasi yang overprovisioned.

3. Relevansi untuk Pengembangan dan Validasi IaaS Lokal:

Bagi pengembang, temuan ini bukan berarti meniadakan kegunaan VirtualBox. Sebaliknya, ini memberikan kerangka kerja yang lebih informatif untuk memanfaatkannya. VirtualBox tetap menjadi alat yang sangat berharga untuk pengujian fungsional, integrasi, dan proof-of-concept. Namun, untuk pengujian kinerja (performance testing) dan capacity planning yang serius, hasil



yang diperoleh harus diinterpretasi dengan kehati-hatian, dengan mempertimbangkan overhead spesifik yang telah terukur dan menggunakan konfigurasi VM yang telah dioptimalkan berdasarkan pedoman dari penelitian ini. Dengan demikian, VirtualBox dapat tetap menjadi bagian dari toolchain pengembangan yang andal, asalkan keterbatasannya dipahami dan dikelola dengan baik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Oracle VM VirtualBox sebagai lingkungan simulasi Infrastructure as a Service (IaaS) lokal memang mengakibatkan terjadinya overhead kinerja yang signifikan dan terukur pada dua komponen kritis, yaitu CPU dan RAM. Pada sisi CPU, kinerja Guest OS mengalami penurunan berkisar antara 15% hingga 25% dibandingkan dengan baseline kinerja Host OS, dengan variasi yang sangat dipengaruhi oleh konfigurasi jumlah virtual CPU (vCPU) dan karakteristik beban kerja yang dijalankan. Sementara itu, pada komponen RAM, dampak virtualisasi tampak lebih pronounced, ditandai dengan peningkatan latency atau waktu tunggu akses memori sebesar 30% hingga 45%, serta penurunan bandwidth

atau throughput memori sebesar 20% hingga 35%. Temuan ini mengonfirmasi bahwa lapisan abstraksi yang ditambahkan oleh hypervisor Tipe 2 memberikan beban tambahan pada sistem, terutama pada mekanisme penerjemahan dan manajemen memori virtual. Lebih lanjut, penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi Virtual Machine (VM) memainkan peran kritis dalam menentukan besaran overhead tersebut. Konfigurasi yang tidak optimal, seperti alokasi vCPU yang melebihi kapasitas core fisik atau alokasi RAM yang berlebihan hingga memicu swapping pada Host OS, justru dapat memperbesar deviasi kinerja dari kondisi sistem fisik. Oleh karena itu, meskipun VirtualBox merupakan alat yang sangat praktis dan mudah diakses untuk validasi awal, hasil pengujian kinerja yang diperoleh di dalamnya harus diinterpretasikan dengan kehati-hatian. Overhead yang telah terukur ini perlu menjadi pertimbangan dan faktor koreksi agar tidak terjadi overestimation atau underestimation terhadap kinerja aktual sistem ketika nantinya di-deploy ke lingkungan cloud produksi yang sesungguhnya.

V. SARAN

Untuk pengembangan dan pendalaman penelitian serupa di masa mendatang, beberapa saran dapat dipertimbangkan.



Pertama, perlu dilakukan eksperimen komparatif yang melibatkan hypervisor Tipe 2 lainnya seperti VMware Workstation atau Parallels Desktop, serta hypervisor Tipe 1 seperti KVM, Microsoft Hyper-V, atau VMware ESXi. Perbandingan ini akan memberikan peta overhead yang lebih komprehensif di berbagai lapisan arsitektur virtualisasi dan membantu pengembang memilih platform simulasi yang paling sesuai. Kedua, cakupan penelitian dapat diperluas dengan meneliti dampak overhead virtualisasi terhadap komponen sistem lain yang tak kalah penting, seperti kinerja I/O disk (baik sequential maupun random access) dan kinerja jaringan (throughput dan latency). Penelitian lebih lanjut juga dapat mengamati pengaruh overhead ini secara langsung pada kinerja aplikasi spesifik, misalnya server web (seperti Nginx atau Apache), basis data (seperti MySQL atau PostgreSQL), atau kontainer, sehingga memberikan gambaran dampak yang lebih aplikatif. Ketiga, berdasarkan data empiris overhead yang terkumpul, dapat dikembangkan suatu model matematis atau faktor kalibrasi sederhana. Model ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi prediksi kinerja sistem di lingkungan cloud fisik berdasarkan hasil benchmark yang dilakukan di dalam VirtualBox, sehingga menjembatani kesenjangan antara lingkungan uji dan produksi.

Terakhir, saran keempat adalah untuk melakukan investigasi yang lebih mendalam terhadap berbagai fitur dan pengaturan optimasi yang tersedia pada VirtualBox. Eksplorasi terhadap pengaturan paravirtualization interface (seperti KVM atau Hyper-V), penggunaan VirtualBox Extension Pack untuk NVMe dan virtualisasi jaringan yang lebih baik, serta tweak pada pengaturan chipset dan graphics controller dapat diuji untuk menemukan konfigurasi software yang mampu meminimalkan overhead kinerja, mendekatkan performa Guest OS ke kondisi fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhang, Q., Li, S., & Wang, Y., 2023, Performance Overhead Analysis of Type 2 Hypervisors in Edge Computing Environments, *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, Vol. 12, No. 1, hlm. 15.
- [2] Kumar, R., Singh, A., & Patel, D., 2022, A Comparative Study of CPU and Memory Virtualization Overhead in VMware Workstation and Oracle VirtualBox, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, Vol. 13, No. 8, hlm. 234-241.
- [3] Chen, L., Wang, H., & Zhou, M., 2022, Impact of Virtualization on Application Performance in IaaS Clouds: An Empirical Study, *Future Generation Computer Systems*, Vol. 134, hlm. 187-199.



- [4] Ahmad, I., & Khan, S., 2021, Benchmarking and Performance Analysis of Virtual Machines for Local Development Environments, *Journal of Systems and Software*, Vol. 182, 111047.
- [5] Park, J., & Kim, T., 2021, Memory Latency Characterization in Virtualized Systems with Nested Paging, *IEEE Transactions on Computers*, Vol. 70, No. 11, hlm. 1921-1934.
- [6] Rossi, F., Nardelli, M., & Cardellini, V., 2020, Horizontal vs Vertical Elasticity in Cloud Systems: A Performance-Cost Tradeoff, *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E)*, Sydney, Australia, hlm. 90-99.
- [7] Santos, J., Silva, L., & Oliveira, R., 2020, Evaluating the Cost of Virtualization for DevOps-Based Continuous Testing, *Journal of Grid Computing*, Vol. 18, hlm. 679–695.
- [8] Nguyen, T., & Zhao, W., 2019, Virtualization Overhead in Container-Based and Hypervisor-Based Virtualization: A Comparative Study, *Journal of Supercomputing*, Vol. 75, hlm. 6668–6690.
- [9] Ibrahim, A., & Hafeeda, M., 2019, Characterizing Performance Interference in Multi-Tenant IaaS Clouds, *IEEE Transactions on Cloud Computing*, Vol. 7, No. 4, hlm. 1067-1080.
- [10] Lee, C., & Shih, C., 2019, Optimizing Virtual Machine Configuration for Performance-Critical Applications in Private Clouds, *Software: Practice and Experience*, Vol. 49, No. 12, hlm. 1736-1755.
- [11] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37.



Sistem Informasi Pembelian dan Penjualan Pupuk Disertai dengan Perhitungan Harga Pokok Produksi yang Dilengkapi Tracking Pengiriman

Alvian Stevanoes¹, Soetam Rizky Wicaksono²

^{1,2}Universitas Ma Chung

E-mail: *1322210002@student.machung.ac.id, ²soetam.rizky@machung.ac.id

Abstract

This study was conducted with the aim of designing and developing an information system for fertilizer distribution at PT. Subur Tani Utama. The system includes the recording of raw material purchases, inventory management, product repackaging processes, distribution to client factories, delivery tracking based on geolocation, and payment recording. The development method employed was the Waterfall model, consisting of requirements analysis, system design, implementation, and testing. The application was designed as a web-based system using PHP programming language and MySQL database, supported by a responsive user interface. The implementation results indicate that the system can generate integrated reports on inventory, distribution, repackaging costs, and payments. Therefore, the designed system supports the company's internal operations by enabling more structured documentation and providing more accurate information for fertilizer distribution management.

Keywords : *Information system, Fertilizer distribution, Geolocation, Cost of production, Waterfall.*

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan merancang dan membangun sistem informasi distribusi pupuk pada PT. Subur Tani Utama. Sistem ini mencakup pencatatan pembelian bahan baku, pengelolaan stok, proses repackaging produk, distribusi ke pabrik pelanggan, pelacakan posisi pengiriman berbasis geolocation, serta pencatatan pembayaran. Metode pengembangan yang digunakan adalah model Waterfall yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Aplikasi dirancang berbasis web dengan pemanfaatan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL, serta didukung oleh antarmuka pengguna yang responsif. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat menghasilkan laporan stok, laporan distribusi, laporan biaya repackaging, dan laporan pembayaran secara terintegrasi. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat mendukung kegiatan operasional internal perusahaan melalui pencatatan yang lebih terstruktur dan penyediaan informasi yang lebih akurat untuk pengelolaan distribusi pupuk.

Kata Kunci : *Sistem informasi, Distribusi pupuk, Geolocation, Harga pokok produksi, Waterfall.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat telah membawa perubahan signifikan dalam cara organisasi menjalankan dan mengelola proses bisnisnya. Teknologi informasi tidak lagi dipandang sekadar sebagai alat bantu administratif, melainkan telah menjadi komponen strategis yang

berperan penting dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional organisasi [1], [2]. Penerapan sistem informasi memungkinkan organisasi untuk mengelola data dalam jumlah besar secara terstruktur, mengolahnya menjadi informasi yang bernilai, serta mendistribusikan informasi tersebut secara tepat waktu kepada pihak-pihak yang membutuhkan. Dengan demikian,



sistem informasi menjadi fondasi penting dalam mendukung pengambilan keputusan manajerial yang akurat dan berbasis data.

Dalam konteks distribusi dan pengendalian biaya, keberadaan sistem informasi memiliki peran yang semakin krusial. Proses distribusi melibatkan berbagai aktivitas yang saling berkaitan, mulai dari pengelolaan data produk, pencatatan biaya, hingga pemantauan alur distribusi. Tanpa dukungan sistem informasi yang memadai, proses-proses tersebut berpotensi menimbulkan inefisiensi serta kesalahan pencatatan yang dapat berdampak pada kinerja perusahaan secara keseluruhan [3], [4]. Selain itu, informasi biaya yang tidak akurat akan memengaruhi proses perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP), yang pada akhirnya berdampak pada penentuan harga jual dan tingkat keuntungan perusahaan.

Pada praktiknya, masih banyak perusahaan yang menjalankan proses distribusi dan perhitungan HPP secara manual atau menggunakan sistem yang belum terintegrasi. Kondisi ini menyebabkan berbagai permasalahan, seperti keterlambatan dalam penyajian informasi, tingginya potensi kesalahan perhitungan, serta kesulitan dalam melakukan pemantauan dan evaluasi biaya distribusi secara menyeluruh [10]. Ketidakakuratan perhitungan HPP dapat

menyebabkan perusahaan menetapkan harga jual yang tidak optimal, baik terlalu tinggi sehingga mengurangi daya saing, maupun terlalu rendah sehingga menurunkan tingkat keuntungan perusahaan [4]. Oleh karena itu, permasalahan ini perlu mendapat perhatian serius.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem informasi yang mampu mengelola data distribusi secara terintegrasi serta mendukung proses perhitungan HPP secara sistematis dan terstruktur. Sistem informasi berbasis web dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal aksesibilitas, fleksibilitas, serta kemudahan pengelolaan data secara terpusat [9]. Melalui sistem berbasis web, pengguna dapat mengakses sistem kapan saja dan dari lokasi yang berbeda tanpa bergantung pada perangkat tertentu, sehingga mendukung kelancaran operasional perusahaan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi distribusi dan perhitungan Harga Pokok Penjualan berbasis web yang dapat membantu perusahaan dalam mengelola proses distribusi secara lebih efektif dan menghasilkan perhitungan HPP yang lebih akurat. Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi operasional, meminimalkan kesalahan



perhitungan, serta menyediakan informasi yang relevan dan andal sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial [10].

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dirancang untuk menghasilkan sistem informasi distribusi dan perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP) yang sesuai dengan kebutuhan pengguna serta dapat diimplementasikan secara efektif dalam lingkungan operasional perusahaan. Metode penelitian mencakup tahapan pengumpulan data dan metode pengembangan sistem yang digunakan sebagai kerangka kerja penelitian [5].

2.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang relevan sebagai dasar dalam analisis kebutuhan dan perancangan sistem. Data yang dikumpulkan diharapkan mampu merepresentasikan kondisi nyata proses distribusi dan perhitungan HPP yang berjalan pada objek penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi observasi, wawancara, dan studi pustaka.

Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses distribusi dan mekanisme perhitungan HPP yang berjalan. Melalui observasi,

peneliti dapat memahami alur kerja, prosedur operasional, serta permasalahan yang muncul dalam pelaksanaan kegiatan distribusi dan pencatatan biaya [10].

Wawancara dilakukan dengan pihak-pihak yang terlibat dalam proses distribusi dan pengelolaan biaya untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam mengenai kebutuhan pengguna, kendala yang dihadapi, serta harapan terhadap sistem yang akan dikembangkan [3].

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari berbagai referensi yang relevan, seperti buku dan jurnal ilmiah yang berkaitan dengan sistem informasi, distribusi, perhitungan HPP, serta metode pengembangan perangkat lunak. Studi pustaka digunakan sebagai landasan teori dan pendukung dalam penyusunan penelitian [1], [2], [5].

2.2. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Waterfall. Metode ini dipilih karena memiliki tahapan yang terstruktur dan sistematis, sehingga sesuai digunakan pada pengembangan sistem dengan kebutuhan yang telah terdefinisi dengan jelas [5], [6]. Tahapan metode Waterfall meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian sistem [7].



1. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem, baik kebutuhan fungsional maupun nonfungsional. Pada tahap ini, data yang diperoleh dari observasi dan wawancara dianalisis untuk menentukan fitur-fitur yang harus disediakan oleh sistem informasi distribusi dan perhitungan HPP.

2. Perancangan Sistem

Tahap perancangan sistem bertujuan untuk menghasilkan rancangan sistem yang akan dikembangkan. Perancangan meliputi perancangan alur sistem, perancangan basis data, serta perancangan antarmuka pengguna sebagai gambaran implementasi sistem secara keseluruhan.

3. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, rancangan sistem yang telah dibuat direalisasikan ke dalam bentuk sistem informasi berbasis web. Tahap ini mencakup proses pengembangan perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya.

4. Pengujian Sistem

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Pengujian difokuskan pada pengujian

fungsional sistem untuk mengetahui apakah setiap fitur berjalan dengan baik serta menghasilkan keluaran yang sesuai, khususnya dalam proses distribusi dan perhitungan HPP.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil dari perancangan dan implementasi sistem informasi distribusi dan perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP) berbasis web, serta pembahasan terhadap capaian sistem berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

3.1 Gambaran Umum Sistem

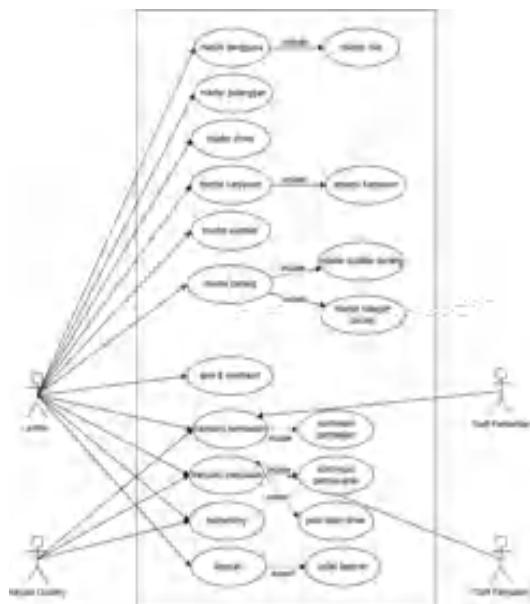
Sistem informasi yang dikembangkan merupakan sistem berbasis web yang dirancang untuk mendukung proses distribusi dan perhitungan HPP secara terintegrasi [9]. Sistem ini melibatkan beberapa aktor sesuai dengan peran dan kebutuhan pengguna sehingga seluruh data distribusi, biaya, dan perhitungan HPP dapat dikelola dalam satu basis data terpusat guna meminimalkan kesalahan pencatatan [3].

3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan fungsi-fungsi utama sistem serta hubungan antara pengguna dengan sistem [5]. Perancangan divisualisasikan dalam bentuk use case diagram untuk menunjukkan interaksi aktor dengan sistem, serta perancangan



basis data menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD) guna mendukung pengelolaan data yang terstruktur dan konsisten [8].



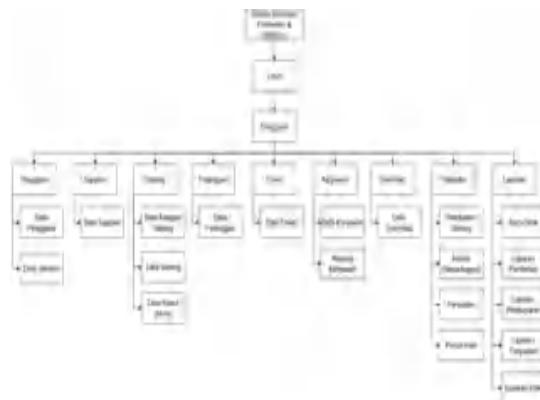
Gambar 1 Usecase Diagram

Gambar 1 diatas menunjukkan *usecase diagram* yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem. Aktor utama dalam sistem ini meliputi admin dan pengguna terkait yang terlibat dalam proses distribusi dan pengelolaan biaya. Use case diagram menunjukkan fungsi-fungsi utama sistem, seperti pengelolaan data distribusi, pengelolaan data biaya, perhitungan HPP, serta pembuatan laporan. Diagram ini membantu dalam memastikan bahwa setiap kebutuhan pengguna telah terakomodasi dengan baik oleh sistem.



Gambar 2 Entity Relationship Diagram

Gambar 2 diatas menunjukkan rancangan *database* yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antar entitas dalam basis data sistem. ERD menunjukkan struktur data utama yang mendukung proses distribusi dan perhitungan HPP, seperti entitas produk, distribusi, biaya, dan laporan. Dengan adanya ERD, perancangan basis data menjadi lebih terstruktur dan mampu mendukung integritas serta konsistensi data.



Gambar 3 Sitemap



Gambar 3 diatas menunjukkan *sitemap* yang digunakan sebagai rancangan awal pada sistem. Fungsinya adalah untuk menunjukkan fitur serta *plotting* akses dari setiap pengguna sehingga meminimalisir kesalahan pada pemberian hak akses.

3.3 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem informasi distribusi dan perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP) berbasis web dirancang menggunakan arsitektur client-server. Arsitektur ini dipilih karena mampu mendukung pemrosesan data secara terpusat serta memberikan kemudahan akses bagi pengguna melalui perangkat yang terhubung dengan jaringan internet.

Pada sisi client, pengguna mengakses sistem melalui web browser untuk melakukan aktivitas seperti login, pengelolaan data distribusi, input data biaya, perhitungan HPP, serta melihat laporan. Antarmuka pengguna (user interface) dirancang agar mudah digunakan dan mendukung efisiensi kerja pengguna dalam menjalankan tugasnya.

Pada sisi server, sistem menangani proses logika aplikasi, pengolahan data, serta pengelolaan basis data. Server aplikasi bertugas memproses permintaan dari client, melakukan validasi data, menjalankan proses perhitungan HPP secara otomatis, serta

menghasilkan laporan sesuai kebutuhan pengguna. Basis data digunakan untuk menyimpan seluruh data terkait distribusi, biaya, produk, pengguna, dan hasil perhitungan HPP secara terstruktur.

Arsitektur sistem ini memungkinkan integrasi yang baik antara antarmuka pengguna, logika aplikasi, dan basis data. Dengan pemisahan peran antara client dan server, sistem menjadi lebih mudah untuk dikembangkan, dipelihara, serta ditingkatkan di masa mendatang, baik dari sisi fungsionalitas maupun kapasitas sistem.

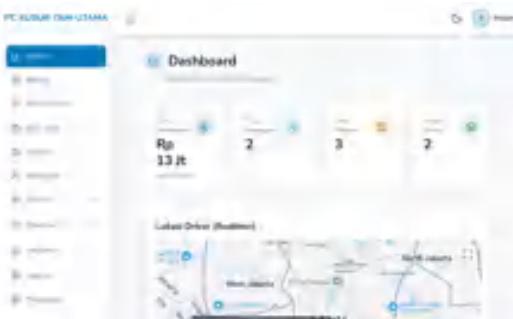
3.4 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap realisasi dari perancangan yang telah dilakukan. Sistem informasi distribusi dan perhitungan HPP berbasis web ini menyediakan beberapa modul utama, antara lain modul pengelolaan data distribusi, modul perhitungan HPP, serta modul pelaporan. Modul pengelolaan distribusi digunakan untuk mencatat dan memantau proses distribusi secara sistematis, sedangkan modul perhitungan HPP berfungsi untuk mengolah data biaya dan distribusi menjadi informasi HPP yang akurat. Modul pelaporan memungkinkan pengguna untuk memperoleh laporan distribusi dan HPP secara cepat dan tepat



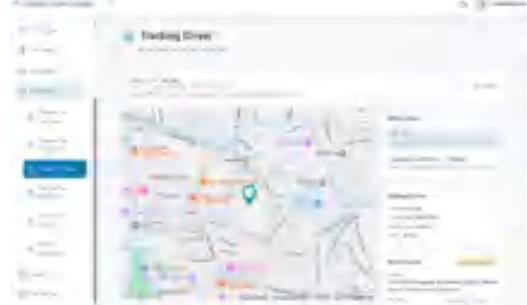
Gambar 4 UI Halaman Login

Gambar 4 diatas adalah halaman login yang digunakan sebagai mekanisme autentikasi pengguna untuk memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki hak akses yang dapat menggunakan sistem. Melalui halaman ini, sistem dapat membedakan peran pengguna sesuai dengan kewenangannya.



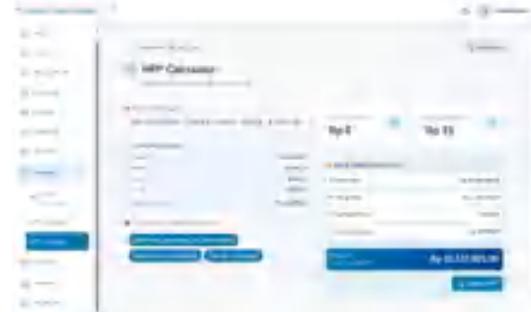
Gambar 5 UI Halaman Dashboard

Gambar 5 diatas merupakan halaman *dashboard*. Halaman ini digunakan untuk mencatat dan memantau data distribusi produk. Antarmuka ini memungkinkan pengguna untuk melihat data distribusi secara baik sehingga proses pemantauan menjadi lebih mudah.



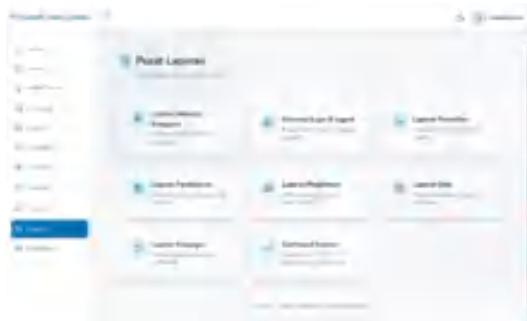
Gambar 6 UI Halaman HPP

Gambar 6 diatas menunjukkan halaman perhitungan untuk penentuan harga pokok produksi (HPP). Halaman perhitungan HPP menampilkan proses pengolahan data biaya dan distribusi yang menghasilkan nilai HPP. Antarmuka ini menjadi komponen utama sistem karena berkaitan langsung dengan tujuan penelitian.



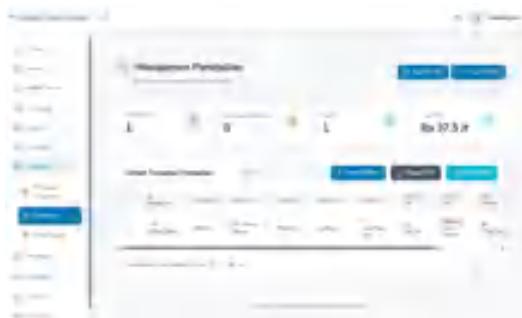
Gambar 7 UI Halaman Pelacakan Pengiriman

Gambar 7 diatas merupakan halaman pelacakan pengiriman, yang fungsinya ditujukan untuk perusahaan dapat dengan mudah melakukan pelacakan terhadap driver yang sedang melakukan pengiriman.



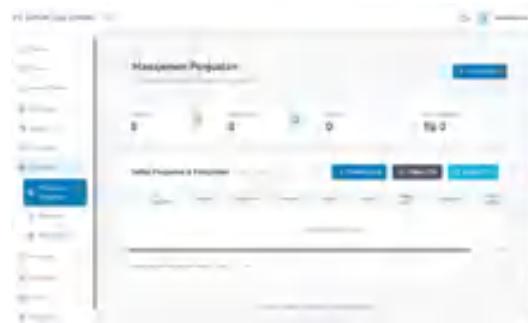
Gambar 8 UI Halaman Pusat Laporan

Gambar 8 diatas menunjukkan halaman laporan. Halaman laporan digunakan untuk menampilkan hasil rekapitulasi distribusi dan perhitungan HPP dalam bentuk informasi yang mudah dipahami. Laporan ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh pihak manajemen.



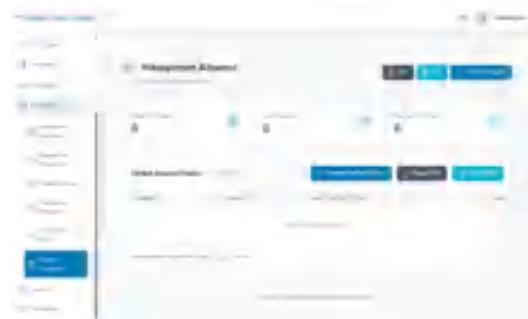
Gambar 9 UI Halaman Pembelian

Gambar 9 diatas menunjukkan halaman pembelian. Halaman ini digunakan untuk melihat dan membuat laporan pembelian, digunakan untuk pembelian dari *supplier*.



Gambar 10 UI Halaman Penjualan

Gambar 10 diatas menunjukkan halaman penjualan. Dimana penjualan ini adalah pencatatan pembelian dari *customer*.



Gambar 11 UI Halaman Absensi Karyawan

Gambar 11 diatas menunjukkan halaman absensi karyawan. Absensi ini akan digunakan untuk melakukan rekapitulasi yang akan digunakan untuk perhitungan harga pokok produksi (HPP).

3.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian fungsional dilakukan untuk memastikan kesesuaian antara input



dan output sistem, sebagaimana disarankan dalam pengembangan perangkat lunak berbasis Waterfall [7]. Pengujian difokuskan pada pengujian fungsional, yaitu dengan memeriksa setiap modul sistem untuk memastikan bahwa input yang diberikan menghasilkan output yang sesuai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan proses pengelolaan distribusi dan perhitungan HPP dengan baik tanpa ditemukan kesalahan fungsional yang signifikan.

Tabel 1 Tabel Uji coba

N o ul	Mod ul Sist em	Ske nari Pen guji an	Dat a Uji	Has il yan g Dih rapk an	Has il Akt ual	St at
1	Logi n	Pen gguna na mel aku kan logi n	Us ern am e dan pas sw ord vali d	Siste m men ampi lkan dash boar d sesu ai hak akse s peng guna	Das hbo ard tam pil ses uai pera n pen ggu na	Be rh asi l
2	Distr ibusi prod uk	Inpu t data distr ibusi prod uk	Dat a pro duk , jum lah, tan gga l dist ribu si	Data distri busi , tersi mpa n dala m basi s data	Dat a tersi mpa n dap at dita mpil kan kem bali	Be rh asi l

3	Per hitu nga n HPP	Pro ses perh itun gan HP P	Dat a bia ya dan dat a dist ribu si	Siste m men ampi lkan nilai HPP seca ra otom latis dan akur at	Nilai P dita mpil kan ses uai hasi perh itun gan	Be rh asi l
4	Lap oran	Pe mbu atan lapo ran distr ibus i dan	Per iod e dist ribu si tert ent u	Lapo ran dapa t dita mpil kan sesu ai perio de yang dipili h	Lap oran tam pil ses uai peri ode yang dipili h	Be rh asi l

Tabel uji coba diatas, menunjukkan hasil ujicoba dari setiap modul yang ada. Bedasarkan hasil uji coba diatas, terlihat dan terlampir bahwa setiap modul yang ada semuanya sudah berhasil dan berfungsi dengan baik.

3.6 Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem informasi distribusi dan perhitungan HPP berbasis web mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data serta akurasi perhitungan HPP dibandingkan dengan sistem sebelumnya [3], [10]. Selain itu, penerapan sistem berbasis web memberikan fleksibilitas akses data dan mendukung pengambilan keputusan manajerial secara lebih cepat dan tepat



[2], [9]. Sistem ini memberikan kemudahan dalam pengelolaan data distribusi serta meningkatkan akurasi perhitungan HPP. Selain itu, penerapan sistem berbasis web memungkinkan akses data yang lebih fleksibel dan mendukung pengambilan keputusan secara lebih cepat dan tepat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sistem informasi dapat meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas informasi yang dihasilkan dalam proses distribusi dan pengendalian biaya.

3.6.1 Perbandingan Sistem Lama dengan Sistem Usulan

Sebelum diterapkannya sistem informasi distribusi dan perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP) berbasis web, proses pengelolaan distribusi dan perhitungan biaya masih dilakukan secara manual atau menggunakan pencatatan terpisah. Kondisi ini menyebabkan terjadinya keterlambatan dalam penyajian informasi, tingginya potensi kesalahan pencatatan, serta kesulitan dalam melakukan penelusuran data historis. Selain itu, perhitungan HPP yang dilakukan secara manual sangat bergantung pada ketelitian individu, sehingga rawan terjadi ketidakakonsistensi hasil.

Sistem usulan yang dikembangkan mampu mengintegrasikan seluruh data distribusi dan biaya ke dalam satu sistem

terpusat. Dengan adanya sistem ini, proses input data menjadi lebih terstruktur, perhitungan HPP dilakukan secara otomatis oleh sistem, serta laporan dapat dihasilkan secara real time. Perbandingan antara sistem lama dan sistem usulan menunjukkan bahwa sistem usulan memberikan peningkatan signifikan dari sisi kecepatan proses, akurasi perhitungan, serta kemudahan akses data.

3.6.2 Dampak Sistem terhadap Efisiensi Operasional

Penerapan sistem informasi berbasis web memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional perusahaan. Proses pencatatan distribusi yang sebelumnya membutuhkan waktu relatif lama dapat dilakukan dengan lebih cepat melalui antarmuka sistem yang terintegrasi. Selain itu, sistem mampu mengurangi duplikasi data karena seluruh informasi disimpan dalam satu basis data terpusat.

Efisiensi juga terlihat pada proses penyusunan laporan distribusi dan HPP. Dengan sistem yang dikembangkan, laporan dapat dihasilkan secara otomatis tanpa perlu melakukan rekapitulasi manual. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan sistem informasi berbasis web dapat



meningkatkan efisiensi proses bisnis dan kualitas informasi yang dihasilkan.

3.6.3 Kesesuaian Hasil dengan Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan membangun sistem informasi distribusi dan perhitungan HPP berbasis web yang mampu meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi perhitungan. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, tujuan penelitian tersebut telah tercapai. Sistem yang dikembangkan mampu mengelola data distribusi secara terintegrasi, menghasilkan perhitungan HPP yang konsisten, serta menyediakan laporan yang mendukung pengambilan keputusan manajerial.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem informasi yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pengguna dapat memberikan manfaat nyata bagi perusahaan, khususnya dalam pengelolaan distribusi dan pengendalian biaya.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi distribusi dan

perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP) berbasis web berhasil dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu mengintegrasikan data distribusi dan biaya ke dalam satu sistem terpusat sehingga proses pengolahan data menjadi lebih terstruktur dan efisien.

Penerapan sistem informasi yang dikembangkan memberikan peningkatan pada akurasi perhitungan HPP serta meminimalkan potensi kesalahan yang sebelumnya terjadi pada proses manual. Selain itu, sistem ini mampu menyediakan informasi distribusi dan HPP secara lebih cepat dan tepat, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan manajerial yang lebih baik.

V. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang masih terdapat pada sistem yang dikembangkan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sistem informasi dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur analisis biaya yang lebih detail guna mendukung evaluasi dan perencanaan distribusi secara strategis.
2. Integrasi sistem dengan modul lain, seperti sistem penjualan atau



akuntansi, dapat dilakukan agar alur data menjadi lebih komprehensif dan terintegrasi.

3. Pengembangan pada aspek keamanan dan performa sistem perlu dilakukan untuk memastikan sistem dapat digunakan secara optimal dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. T. Bourgeois, *Information Systems for Business and Beyond*. Saylor Academy, 2014. [Online]. Available: https://saylordotorg.github.io/text_inf ormation-systems-for-business-and- beyond/
- [2] K. C. Laudon and J. P. Laudon, "Management Information Systems and Digital Organizations," *Journal of Information Systems Education*, vol. 30, no. 2, 2019.
- [3] A. Susanto, "The role of information systems in business process efficiency," *International Journal of Scientific & Technology Research*, vol. 6, no. 9, 2017.
- [4] N. Utami and R. Pratama, "Information systems integration in cost control," *International Journal of Information Management Studies*, 2019.
- [5] D. T. Bourgeois, *Systems Analysis and Design*. Saylor Academy, 2014. [Online]. Available: https://saylordotorg.github.io/text_syst ems-analysis-and-design/
- [6] A. Setiawan and Y. Nugroho, "Penerapan metode waterfall dalam pengembangan sistem informasi," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2020.
- [7] I. Sommerville, "Software engineering principles in information systems," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 2016.
- [8] R. S. Pressman, "A practitioner's view on software engineering lifecycle," *IEEE Software*, 2015.
- [9] F. Rahman, et al., "Web-based information systems for operational efficiency," *Journal of Computer Science and Information Systems*, 2021.
- [10] R. I. Wasono, et al., "Sistem informasi kepegawaian berbasis web," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 6, no. 4, pp. 723–735, 2022.
- [11] Firdaus, E. A., Maulani, S. (2023). Perencanaan Kerangka Kerja Menggunakan The Open Group Architecture Framework-Architecture Development Method (TOGAF-ADM) pada Puskesmas Sukatani. *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, 32-37.

J S JURNAL SISTEM INFORMASI I GALUH G



772904 774000