SESSION
Software Development, Digital Business Intelligent, and Computer Engineering

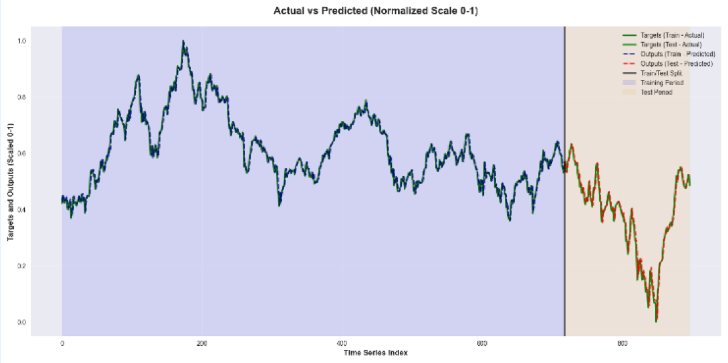
VOL. 05
NO. 01
SEPTEMBER 2026

SEPTEMBER 2026 / VOL. 05 / NO. 01

POLA YANG MEMANDU KEPUTUSAN

Sistem aman, pembelajaran, pengalaman pengguna, dan peramalan

5 ARTIKEL / KOMPUTASI TERAPAN



SOROTAN EDISI

TERAMATI + TERPREDIKSI

Peramalan hibrida linear dan LSTM dengan pembagian data latih–uji

DARI ARTIKEL 434

Peramalan ElasticNet / LSTM

Gambar asli dari edisi ini

DALAM EDISI INI

ARTIKEL PILIHAN

01 | Dasbor administrasi terproteksi AES-128
02 | SMOTE untuk sentimen opini publik
03 | Media edukasi augmented reality
04 | Penyewaan lapangan olahraga berbasis pengguna
05 | Peramalan harga reksa dana hibrida

E-ISSN 2963-9026
JURUSAN BISNIS DAN INFORMATIKA
POLITEKNIK NEGERI BANYUWANGI
VOL. 05 / NO. 01

Tentang Jurnal

PENERBIT

SESSION (*Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering*) adalah jurnal akses terbuka yang menerbitkan hasil penelitian orisinil, tinjauan sistematis, dan kajian terapan pada bidang rekayasa perangkat lunak, kecerdasan artifisial terapan, kecerdasan bisnis digital, sistem komputer, aplikasi berbasis data, dan *Internet of Things*. Jurnal diterbitkan oleh Jurusan Bisnis dan Informatika, Politeknik Negeri Banyuwangi, dan telah terbit sejak tahun 2022.

RUANG LINGKUP

Rekayasa Perangkat Lunak • Kecerdasan Artifisial • Pengenalan Pola • Komputasi Awan • Komputasi Berkinerja Tinggi • Internet of Things • Sistem Tertanam • Robotika • Jaringan dan Keamanan Komputer • Visi Komputer • Pengolahan Sinyal dan Citra Digital • Kecerdasan Bisnis Digital • Penambangan Data • *Big Data*

MODEL PENERBITAN

Akses terbuka penuh • **Telaah sejawat ganda** (*double-blind*) oleh sekurang-kurangnya dua penelaah independen • Dua nomor per tahun (Maret dan September) • Biaya publikasi (APC) Rp250.000 per artikel yang diterima; tidak ada biaya pengiriman naskah • Lisensi **Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)**.

IDENTITAS TERBITAN

E-ISSN	2963-9026
Penerbit	Jurusan Bisnis dan Informatika, Politeknik Negeri Banyuwangi
Alamat	Jl. Raya Jember Km. 13, Labanasem, Kabat, Banyuwangi, Jawa Timur 68461, Indonesia
Telepon	(0333) 636780
Surel	session@poliwangi.ac.id
Laman	https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/session
Akreditasi	Peringkat 5 (SINTA 5) — SK No. 10/C/C3/DT.05.00/2025 (21 Maret 2025)

INDEKSASI & ABSTRAKSI

SINTA 5 — Kemendiktisaintek • GARUDA • Google Scholar • Indonesia OneSearch • Dimensions • Portal ISSN

ABSTRAK TERBITAN

Terbitan ini menghimpun lima artikel yang bergerak dari pengamanan sistem hingga peramalan: dasbor administrasi terproteksi AES-128, penerapan SMOTE pada analisis sentimen, media edukasi berbasis augmented reality, redesain antarmuka sistem penyewaan lapangan, serta peramalan harga reksa dana.

Dewan Editor dan Penelaah

EDITOR

Furiansyah Dipraja	Politeknik Negeri Banyuwangi
Ruth Ema Febrita	Politeknik Negeri Banyuwangi
Lutfi Hakim	Politeknik Negeri Banyuwangi
Khoirul Umam	Politeknik Negeri Banyuwangi
Galih Hendra Wibowo	Politeknik Negeri Banyuwangi
Sepyan Purnama Kristanto	Politeknik Negeri Banyuwangi
Mohamad Dimyati Ayatullah	Politeknik Negeri Banyuwangi
Muhammad Afif Hendrawan	Politeknik Negeri Malang
Junaedi Adi Prasetyo	Politeknik Negeri Malang

PENELAAH SEJAWAT

Penelaah berikut berasal dari lembaga mitra di luar institusi penerbit. Jurnal mengucapkan terima kasih atas kontribusi mereka dalam menjaga mutu telaah.

Endi Sailul Haq	Politeknik Negeri Banyuwangi
Herman Yuliandoko	Politeknik Negeri Banyuwangi
Muhammad Fuad Al Haris	Politeknik Negeri Banyuwangi
Nur Shodiq	Politeknik Negeri Banyuwangi
Dianni Yusuf	Politeknik Negeri Banyuwangi
Ika Yuniwati	Politeknik Negeri Banyuwangi
Subono	Politeknik Negeri Banyuwangi
Junaedi Adi Prasetyo	Politeknik Negeri Malang
Prof. Dr. Mochammad Junus	Politeknik Negeri Malang
Usman Nurhasan	Politeknik Negeri Malang
Ahmad Sumarudin	Politeknik Negeri Indramayu
Nurul Fahmi	Politeknik Negeri Bengkalis
Supardianto	Politeknik Negeri Batam
Rina Yulius	Politeknik Negeri Batam
Dr. Soetam Rizky Wicaksono	Universitas Ma Chung
Atyanta Nika Rumaksari	Universitas Kristen Satya Wacana
Ir. Maria Ulfah Siregar, Ph.D.	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Mochammad Darip	Universitas Bina Bangsa

CATATAN KELEMBAGAAN

Dewan editor jurnal ini berasal dari dua lembaga yang berbeda, yaitu Politeknik Negeri Banyuwangi dan Politeknik Negeri Malang. Penelaah sejawat mencakup sembilan lembaga mitra di dalam negeri. Seluruh nama pada halaman ini adalah personel yang tercatat pada sistem pengelolaan jurnal.

Daftar Isi

VOL. 05 NO. 01 • SEPTEMBER 2026 • 5 ARTIKEL

ARTIKEL 01 hal. 1-6

WEB Dashboard Admin Statistics Corner Based on AES-128 Encryption for Authentication Security

Mochammad Darip

https://doi.org/10.57203/session.v5i1.2026.1-6

ARTIKEL 02 hal. 7-13

PENERAPAN SMOTE PADA ANALISIS SENTIMEN OPINI PUBLIK TERHADAP PROGRAM MAKAN SIANG GRATIS PADA MEDIA SOSIAL X MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES

Widya Kurniawan, Nur Salsabila Citra Indriani, Amelia Utami

https://doi.org/10.57203/session.v5i1.2026.7-13

ARTIKEL 03 hal. 14-19

Pengembangan Media Edukasi Berbasis Augmented Reality dengan Algoritma Pseudorandom Number Generation (PRNG) untuk Pengenalan Tanaman Obat

Juwita Nurqomariah, Muhlis Tahir

https://doi.org/10.57203/session.v5i1.2026.14-19

ARTIKEL 04 hal. 20-27

Redesain UI/UX Sistem Sewa Lapangan API Sport Dengan Metode User Centered Design

Rizki Dwi Yulianto, Alfin Hidayat, Agus Priyo Utomo

https://doi.org/10.57203/session.v5i1.2026.20-27

ARTIKEL 05 hal. 28-36

Peramalan Harga Reksa Dana di Indonesia dengan Pendekatan Linear dan Hibrida

Gymnastiar Al Khoarizmy, Feryadi Yulius, Elok Fiola

https://doi.org/10.57203/session.v5i1.2026.28-36

JURNAL SESSION
Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering

Vol. 5, No. 1, September 2026, Halaman 1–6
DOI: 10.57203/session.v5i1.2026.1-6

E-ISSN: 2963-9026 (Online)
https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/session

WEB Dashboard Admin Pojok Statistik Berbasis Enkripsi AES-128 untuk Keamanan Autentikasi

WEB Dashboard Admin Statistics Corner Based on AES-128 Encryption for Authentication Security

Mochammad Darip[1]

[1]Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Bangsa, Kota Serang - Banten, Indonesia

[*]*Penulis korespondensi: darif.uniba@gmail.com*

Abstract

The rapid development of information technology has increased the demand for statistical data management systems that are integrated, efficient, and supported by reliable security mechanisms. In practice, however, many statistical systems are still developed in a fragmented manner and lack adequate data protection, which increases the risk of unauthorized access and information leakage. Such conditions may reduce the effectiveness of data management and weaken user trust in the implemented information systems. This study aims to design and develop a web-based admin dashboard for Pojok Statistik that implements AES-128 encryption to protect sensitive data, particularly administrator authentication credentials. The research methodology includes system requirement analysis, application architecture design, web-based dashboard development, and testing of encryption and decryption processes. The cryptographic algorithm applied is the Advanced Encryption Standard (AES) with a 128-bit key using Cipher Block Chaining (CBC) mode and PKCS7 padding. The encryption implementation focuses on the admin login process to ensure that credential data are neither stored nor transmitted in plaintext form. The results indicate that the system is capable of providing secure login authentication, centralized statistical data management, and more structured administrative access control. The encryption and decryption processes operate consistently without causing significant system performance degradation. Therefore, the developed web-based admin dashboard improves the efficiency of statistical data management while strengthening information security and has the potential to be adopted as a secure and scalable solution for institutional statistical data management.

Keywords: Web Dashboard, Statistics Corner, AES-128 Encryption, Data Security, Admin Authentication, Statistics Information System

Abstrak

Abstrak Perkembangan teknologi informasi mendorong kebutuhan akan sistem pengelolaan data statistik yang terintegrasi, efisien, dan didukung oleh mekanisme keamanan yang andal. Namun, pada praktiknya masih banyak sistem statistik yang dikembangkan secara terpisah dan belum dilengkapi perlindungan data yang memadai, sehingga meningkatkan risiko akses tidak sah dan kebocoran informasi. Kondisi tersebut berpotensi menghambat efektivitas pengelolaan data serta menurunkan tingkat kepercayaan terhadap sistem informasi yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan web dashboard admin Pojok Statistik yang menerapkan enkripsi AES-128 guna melindungi data sensitif, khususnya data autentikasi administrator. Metode penelitian yang digunakan meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan arsitektur aplikasi, pengembangan dashboard berbasis web, serta pengujian proses enkripsi dan dekripsi data. Algoritma kriptografi yang diterapkan adalah Advanced Encryption Standard (AES) dengan panjang kunci 128-bit menggunakan mode Cipher Block Chaining (CBC) dan padding PKCS7. Implementasi enkripsi difokuskan pada proses login admin agar data kredensial tidak disimpan maupun dikirimkan dalam bentuk plaintext. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menyediakan autentikasi login yang aman, pengelolaan data statistik secara terpusat, serta pengaturan hak akses admin yang lebih terstruktur. Proses enkripsi dan dekripsi berjalan secara konsisten tanpa menimbulkan penurunan kinerja sistem yang signifikan. Dengan demikian, web dashboard admin Pojok Statistik yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data statistik sekaligus memperkuat aspek keamanan informasi dan berpotensi diterapkan sebagai solusi yang aman dan skalabel pada lingkungan institusi.

Kata kunci: Web Dashboard, Pojok Statistik, Enkripsi AES-128, Keamanan Data, Autentikasi Admin, Sistem Informasi Statistik

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah menjadi agenda strategis dalam pengelolaan organisasi, baik pada instansi pemerintah maupun institusi akademik[1],[2],[3]. Perkembangan teknologi informasi mendorong pemanfaatan sistem informasi berbasis web sebagai sarana utama dalam pengelolaan, penyimpanan, dan penyajian data secara terstruktur [4],[5]. Salah satu jenis data yang memiliki peranan krusial dalam mendukung proses pengambilan keputusan adalah data statistik [2],[6]. Data statistik berfungsi sebagai dasar perumusan kebijakan, perencanaan program, serta evaluasi kinerja institusi, sehingga keakuratan, konsistensi, dan ketersediaannya menjadi aspek yang tidak dapat diabaikan [7],[8].

Namun, pada praktiknya, pengelolaan data statistik masih sering dilakukan menggunakan sistem yang tidak terintegrasi [4],[5]. Data disimpan pada berbagai media dan format yang berbeda, seperti file spreadsheet terpisah atau basis data lokal, sehingga menyulitkan proses pengolahan dan pemantauan secara menyeluruh [2],[7]. Kondisi ini tidak hanya memperlambat proses penyajian informasi, tetapi juga meningkatkan risiko terjadinya inkonsistensi data akibat perbedaan versi atau kesalahan input [7],[9]. Selain itu, keterbatasan sistem konvensional dalam menyediakan akses data secara real-time turut menghambat efektivitas pengambilan keputusan yang berbasis data [6],[10],[11].

Permasalahan lain yang tidak kalah penting adalah aspek keamanan sistem informasi [8]. Dalam banyak kasus,

© 2026 Penulis. Diterbitkan oleh Politeknik Negeri Banyuwangi. Lisensi CC BY 4.0.

keamanan data belum menjadi prioritas utama, khususnya dalam perlindungan data sensitif seperti kredensial administrator dan informasi pengelolaan sistem [12],[13]. Penyimpanan data tanpa mekanisme pengamanan yang memadai berpotensi menimbulkan risiko kebocoran data, penyalahgunaan akses, serta serangan siber yang dapat merugikan institusi [13],[8]. Oleh karena itu, diperlukan penerapan mekanisme keamanan yang mampu menjamin kerahasiaan dan integritas data dalam sistem informasi [12],[14],[9].

Dashboard interaktif berbasis web telah terbukti efektif dalam menyajikan data statistik secara visual dan mudah dipahami oleh pengambil Keputusan [6],[15],[10]. Implementasi dashboard memungkinkan akses data secara real-time, meningkatkan transparansi, dan mempercepat proses analisis data [10],[11]. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dashboard visualisasi dapat meningkatkan akurasi pengambilan keputusan hingga 40% dan mengurangi waktu analisis data secara signifikan [15],[11].

Kriptografi merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam meningkatkan keamanan sistem informasi [12],[13],[14]. Advanced Encryption Standard (AES) dengan panjang kunci 128 bit merupakan algoritma kriptografi simetris yang telah banyak digunakan karena memiliki tingkat keamanan yang tinggi serta efisiensi komputasi yang baik [12],[13], khususnya untuk aplikasi berbasis web [16]. AES-128 menggunakan 10 putaran transformasi (rounds) untuk mengenkripsi data dalam blok 128-bit, dengan tingkat keamanan yang memadai untuk melindungi informasi rahasia tingkat SECRET menurut standar NIST [14]. Implementasi algoritma AES-128 dapat digunakan untuk melindungi data sensitif, seperti informasi autentikasi admin, sehingga hanya pihak yang berwenang yang dapat mengakses sistem [12],[16].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan perancangan dan implementasi web dashboard admin Pojok Statistik yang terintegrasi dan dilengkapi dengan mekanisme enkripsi AES-128 [1],[6],[12]. Sistem ini diharapkan mampu menyediakan pengelolaan data statistik secara terpusat, aman, dan mudah diakses [4],[15],[16]. Dashboard yang dirancang dilengkapi dengan visualisasi data interaktif yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data real-time [6],[10],[11]. Selain itu, dashboard admin yang dirancang juga memiliki fleksibilitas untuk dikembangkan di masa mendatang sesuai dengan kebutuhan institusi [2],[17], sehingga dapat mendukung pengelolaan data statistik secara berkelanjutan dan adaptif terhadap perkembangan teknologi [3],[5].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa perangkat lunak (software engineering) dengan pendekatan pengembangan sistem. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian suatu sistem informasi berbasis web yang dilengkapi dengan mekanisme kriptografi.

A. ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM

Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan utama dalam pengelolaan data statistik. Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap proses bisnis yang berjalan, keterbatasan sistem yang ada, serta risiko keamanan yang mungkin timbul akibat penyimpanan dan transmisi data yang belum terenkripsi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengelolaan data statistik masih dilakukan secara terpisah dan belum terintegrasi dalam satu sistem terpusat. Selain itu, mekanisme autentikasi belum dilengkapi dengan perlindungan data sensitif, sehingga berpotensi menimbulkan risiko kebocoran data. Berdasarkan kondisi tersebut, ditetapkan kebutuhan fungsional sistem meliputi autentikasi login admin, pengelolaan konten statistik, pengaturan hak akses pengguna, serta penyimpanan data pada basis database. Kebutuhan nonfungsional sistem mencakup aspek keamanan, keandalan, dan kemudahan pengembangan sistem.

B. PERANCANGAN SISTEM

Tahap perancangan sistem difokuskan pada penyusunan arsitektur sistem dan alur kerja aplikasi. Sistem dirancang sebagai aplikasi berbasis web yang terdiri atas antarmuka dashboard admin, server aplikasi, dan basis data. Antarmuka dashboard admin berfungsi sebagai media interaksi pengguna dalam mengelola data statistik.

Pada tahap ini juga dirancang mekanisme keamanan sistem dengan menerapkan algoritma kriptografi simetris Advanced Encryption Standard (AES) 128-bit. Algoritma ini dipilih karena memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan efisiensi komputasi yang baik untuk aplikasi berbasis web.[1] Mode operasi yang digunakan adalah Cipher Block Chaining (CBC) dengan skema padding PKCS7, yang bertujuan memastikan kesesuaian ukuran data dengan blok enkripsi AES.

C. IMPLEMENTASI ALGORITMA ENKRIPSI

Tahap implementasi dilakukan dengan mengembangkan sistem sesuai rancangan yang telah ditetapkan. Implementasi algoritma AES-128 dimulai dengan proses penyiapan plaintext berupa data kredensial admin. Plaintext contoh yang digunakan adalah admin:admin123 dengan panjang 14 byte. Karena AES-128 bekerja pada blok berukuran 16 byte, maka dilakukan proses padding menggunakan skema PKCS7 dengan menambahkan dua byte bernilai 02.

Secara matematis, proses penyesuaian panjang data dapat dituliskan sebagai berikut:

(1)

dengan adalah panjang plaintext setelah padding,

adalah panjang data awal, dan adalah panjang padding yang ditambahkan.

Plaintext yang telah dipadding kemudian dilakukan operasi XOR dengan initialization vector (IV) sebelum dienkripsi menggunakan AES-128. Proses enkripsi ini menghasilkan ciphertext dalam bentuk biner yang selanjutnya dikodekan menggunakan Base64 untuk memudahkan peny-

Tabel 1. Kebutuhan fungsional system

No	Kebutuhan Fungsional	Deskripsi
1	Autentikasi Admin	Sistem menyediakan login admin menggunakan username dan password terenkripsi
2	Enkripsi Kredensial	Data login admin dienkripsi menggunakan algoritma AES-128
3	Manajemen Data Statistik	Admin dapat menambah, mengubah, dan menghapus data
4	Manajemen Konten	Admin mengelola infografis, berita, dan dokumentasi
5	Hak Akses Admin	Sistem membatasi akses berdasarkan peran admin

Tabel 2. Kebutuhan non fungsional system

No	Kebutuhan Fungsional	Deskripsi
1	Keamanan	Data sensitif tidak disimpan dalam bentuk plaintext
2	Kinerja	Proses enkripsi tidak menurunkan performa sistem
3	Usability	Antarmuka mudah dipahami oleh admin.
4	Scalability	Sistem mudah dikembangkan di masa depan
5	Realibility	Sistem berjalan stabil dan konsisten

impanan dan transmisi data.

D. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memverifikasi bahwa seluruh fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan serta memastikan mekanisme enkripsi AES-128 diterapkan dengan benar. Metode pengujian yang digunakan meliputi pengujian fungsional dan pengujian keamanan sistem.

Pengujian fungsional difokuskan pada proses autentikasi admin, navigasi dashboard, serta pengelolaan data statistik. Setiap fungsi diuji dengan skenario input yang sesuai untuk memastikan sistem dapat merespons dengan benar.

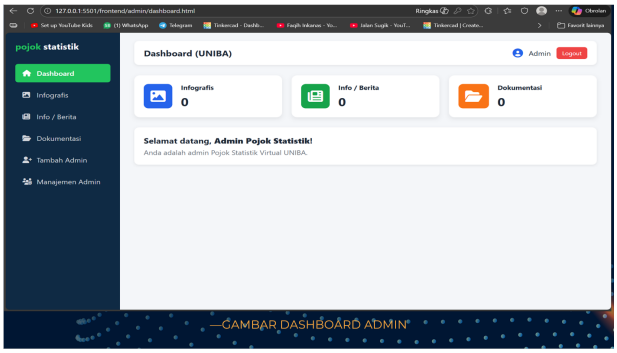
Pengujian keamanan dilakukan dengan mengevaluasi proses enkripsi dan dekripsi data kredensial admin menggunakan algoritma AES-128 dengan mode Cipher Block Chaining (CBC) dan padding PKCS7. Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa data sensitif tidak diproses maupun disimpan dalam bentuk plaintext.

Selain itu, dilakukan pengujian kinerja untuk mengamati dampak penerapan algoritma enkripsi terhadap waktu respons sistem, khususnya pada proses login admin dan pengelolaan data statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem web dashboard admin Pojok Statistik yang dikembangkan berdasarkan metode penelitian pada Bab II. Pembahasan difokuskan pada perancangan antarmuka sistem, penerapan mekanisme autentikasi admin menggunakan algoritma enkripsi AES-128, serta pengujian sistem untuk memastikan keamanan dan kinerja sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan.

Selain menyajikan hasil implementasi sistem, bagian ini juga membahas keterkaitan antara rancangan sistem dan kebutuhan operasional pengelolaan data statistik di lingkungan institusi. Evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga mampu mendukung proses kerja admin secara efektif dan aman.



Gambar 1. Tampilan dashboard admin Pojok Statistik

PERANCANGAN DAN IMPLEMINTASI

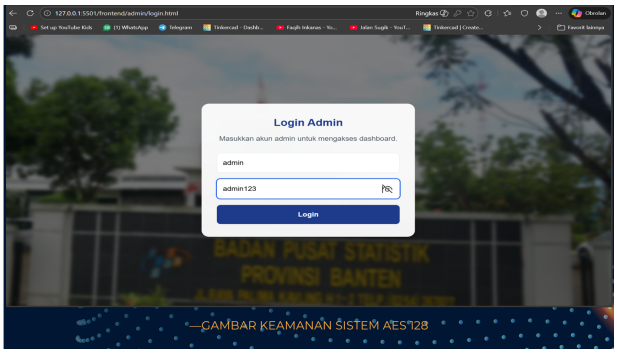
Perancangan difokuskan pada penyusunan tata letak antarmuka yang sederhana, informatif, dan mudah digunakan agar admin dapat mengakses serta mengelola data secara terpusat dan efisien.

Perancangan sistem mencakup penyusunan struktur menu utama, penempatan elemen informasi, serta pengelompokan fitur pengelolaan data statistik. Menu utama dirancang untuk memberikan akses langsung ke fitur-fitur penting seperti pengelolaan infografis, informasi atau berita, dokumentasi, serta manajemen admin. Pendekatan ini bertujuan untuk meminimalkan kompleksitas navigasi dan meningkatkan efisiensi penggunaan sistem.

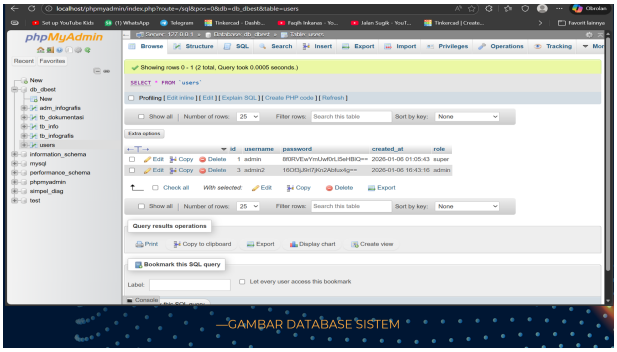
Tampilan hasil perancangan dashboard admin Pojok Statistik ditunjukkan pada gambar 1.

Tata letak yang sederhana dan konsisten memudahkan admin dalam melakukan pemantauan serta pengolahan data statistik tanpa memerlukan proses navigasi yang rumit.

Selain itu, perancangan antarmuka juga mempertimbangkan aspek usability dan user experience (UX), sehingga sistem dapat digunakan oleh admin dengan berbagai tingkat pengalaman. Dengan rancangan yang fleksibel dan terstruktur, sistem diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut apabila diperlukan penambahan fitur di masa mendatang.



Gambar 2. Tampilan proses autentikasi login dengan penerapan enkripsi AES-128



Gambar 3. Penyimpanan password admin dalam basis data dalam bentuk terenkripsi.

IMPLEMENTASI SISTEM

Hasil Berdasarkan hasil perancangan yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem web dashboard admin Pojok Statistik. Pada tahap ini, seluruh rancangan antarmuka dan arsitektur sistem direalisasikan ke dalam bentuk aplikasi berbasis web yang dapat dioperasikan oleh administrator.

Implementasi sistem diawali dengan penerapan mekanisme autentikasi login admin sebagai lapisan keamanan awal sistem. Pada halaman login, admin diwajibkan memasukkan username dan password untuk dapat mengakses dashboard. Data kredensial yang dimasukkan tidak diproses secara langsung, melainkan terlebih dahulu dienkripsi menggunakan algoritma AES-128 sebelum dilakukan proses verifikasi oleh sistem. Tampilan proses autentikasi login dengan penerapan enkripsi AES-128 ditunjukkan pada gambar 2.

Halaman login pada Gambar 2 menunjukkan implementasi mekanisme autentikasi admin sebagai lapisan keamanan awal sistem. Penerapan enkripsi pada tahap ini bertujuan untuk melindungi data sensitif dari potensi penyadapan maupun akses tidak sah selama proses autentikasi berlangsung.

Setelah proses autentikasi berhasil, sistem akan mengarahkan admin ke halaman dashboard utama. Tampilan dashboard admin setelah login ditunjukkan pada gambar 3.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa dashboard hanya dapat diakses setelah kredensial admin berhasil diverifikasi oleh sistem. Dashboard menampilkan informasi ringkas serta menu pengelolaan data statistik yang siap digunakan oleh admin.

Selain pada proses autentikasi, implementasi sistem juga mencakup pengamanan penyimpanan data kredensial. Password admin disimpan dalam basis data dalam bentuk ciphertext hasil enkripsi AES-128 yang telah melalui proses encoding Base64. Dengan mekanisme ini, informasi password tidak dapat dibaca secara langsung meskipun basis data diakses secara manual, sehingga meningkatkan keamanan data sistem secara keseluruhan.

PENGUJIAN SISTEM

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem web dashboard admin Pojok Statistik untuk memastikan bahwa seluruh fungsi yang telah diimplementasikan dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan rancangan sistem. Pengujian sistem bertujuan untuk mengevaluasi keandalan mekanisme autentikasi admin, efektivitas penerapan algoritma enkripsi AES-128, serta kinerja sistem dalam mendukung aktivitas pengelolaan data statistik.

Pengujian sistem difokuskan pada beberapa aspek utama, yaitu pengujian fungsional autentikasi admin, pengujian keamanan data kredensial, dan pengujian kinerja sistem setelah penerapan mekanisme enkripsi. Dengan pengujian ini, diharapkan dapat diketahui apakah sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional sekaligus memberikan tingkat keamanan yang memadai tanpa mengganggu performa sistem. Pengujian sistem diawali dengan pengujian proses enkripsi data kredensial admin menggunakan algoritma Advanced Encryption Standard (AES) dengan panjang kunci 128-bit. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap tahapan enkripsi, mulai dari proses padding data, penggunaan initialization vector (IV), hingga pembentukan ciphertext, telah diimplementasikan sesuai dengan spesifikasi algoritma AES-128 yang digunakan. Melalui pengujian ini, sistem dievaluasi untuk memastikan bahwa data kredensial tidak diproses maupun disimpan dalam bentuk plaintext, serta menghasilkan output terenkripsi yang konsisten dan aman sebelum digunakan pada proses autentikasi admin. Berdasarkan hasil pengujian proses enkripsi AES-128 pada sistem, tahapan enkripsi data kredensial admin dapat dijelaskan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Pengujian autentikasi dilakukan dengan memasukkan data username dan password melalui halaman login admin. Berdasarkan hasil pengujian, setiap data kredensial yang dimasukkan terlebih dahulu diproses menggunakan algoritma enkripsi AES-128 dengan mode Cipher Block Chaining (CBC) dan padding PKCS7 sebelum dilakukan proses verifikasi oleh sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem tidak memproses data kredensial dalam bentuk plaintext, baik pada saat proses autentikasi maupun pada tahap penyimpanan data.

Selain pengujian proses autentikasi, dilakukan pula pengujian terhadap mekanisme penyimpanan data kredensial pada basis data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa password admin tersimpan dalam bentuk ciphertext hasil

Tabel 3. Proses enkripsi AES-128

No	Tahapan	Deskripsi Proses
1	Plaintext	Admin: admin123
2	Padding PKCS7	Penambahan 02 02 untuk memenuhi ukuran blok
3	XOR dengan IV	Proses pengacakan awal menggunakan initialization vector.
4	Enkripsi AES-128	Pembentukan ciphertext biner
5	Encoding Base64	j0LIizBWgf1iXJwXenn5lA

enkripsi AES-128 yang telah melalui proses encoding Base64. Dengan demikian, meskipun basis data diakses secara langsung, informasi password tidak dapat dibaca atau dikenali secara langsung. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu melindungi data sensitif dari potensi kebocoran data akibat akses tidak sah.

Pengujian keamanan sistem juga dilakukan untuk memastikan bahwa penerapan enkripsi dapat memberikan perlindungan terhadap data selama proses penggunaan sistem. Berdasarkan hasil pengujian, mekanisme enkripsi yang diterapkan mampu menjaga kerahasiaan data kredensial admin dan mencegah penyalahgunaan data pada proses autentikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi prinsip dasar keamanan informasi, khususnya terkait aspek kerahasiaan data (confidentiality).

Selain aspek keamanan, dilakukan pula pengujian kinerja sistem untuk mengetahui dampak penerapan algoritma enkripsi terhadap performa sistem secara keseluruhan. Pengujian kinerja dilakukan dengan mengamati waktu respons sistem pada saat proses login dan pengelolaan data statistik. Berdasarkan hasil pengujian, proses enkripsi dan dekripsi dapat dijalankan dengan waktu eksekusi yang relatif singkat dan tidak menimbulkan keterlambatan yang signifikan dalam penggunaan sistem.

Hasil pengujian kinerja menunjukkan bahwa sistem tetap responsif dan stabil saat digunakan oleh admin. Proses login dapat dilakukan dengan lancar, dan fitur pengelolaan data statistik dapat diakses tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan enkripsi AES-128 tidak memberikan dampak negatif yang signifikan terhadap kinerja sistem.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem web dashboard admin Pojok Statistik telah berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan yang ditetapkan. Penerapan algoritma enkripsi AES-128 terbukti mampu meningkatkan keamanan autentikasi admin dan perlindungan data kredensial tanpa mengorbankan kinerja sistem. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pengelolaan data statistik yang aman, efisien, dan andal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem web dashboard admin Pojok Statistik berhasil dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengelolaan data statistik pada lingkungan institusi. Sistem ini mampu menyediakan antarmuka yang sederhana, terstruktur, dan mudah digunakan, sehingga memudahkan admin dalam melakukan pemantauan serta pengolahan data statistik secara terpusat.

Penerapan mekanisme autentikasi admin dengan algoritma enkripsi AES-128 menggunakan mode Cipher Block Chaining (CBC) dan padding PKCS7 terbukti mampu meningkatkan keamanan sistem. Data kredensial admin tidak diproses maupun disimpan dalam bentuk plaintext, melainkan dalam bentuk ciphertext hasil proses enkripsi dan encoding Base64. Dengan demikian, sistem mampu menjaga kerahasiaan data kredensial dan meminimalkan risiko kebocoran data akibat akses tidak sah.

Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa mekanisme enkripsi yang diterapkan dapat berjalan secara konsisten dan tidak menimbulkan kesalahan pada proses autentikasi. Selain itu, penerapan enkripsi AES-128 tidak memberikan dampak signifikan terhadap kinerja sistem. Proses login dan pengelolaan data statistik tetap berjalan dengan responsif dan stabil, sehingga sistem dapat digunakan secara optimal dalam mendukung aktivitas admin.

Secara keseluruhan, sistem web dashboard admin Pojok Statistik yang dikembangkan telah memenuhi aspek fungsionalitas, keamanan, dan kinerja sistem. Dengan karakteristik tersebut, sistem ini layak diterapkan sebagai solusi pengelolaan data statistik yang aman dan efisien. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan fitur pengelolaan data yang lebih kompleks serta penerapan mekanisme keamanan tambahan guna meningkatkan tingkat perlindungan sistem di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. H. Nasrullah, “Secure Web-Based File Encryption Using AES-128,” J. Embed. Syst. Secur. Intell. Syst., vol. 6, no. 2, pp. 146–155, 2025, doi: 10.59562/jessi.v6i2.8436.

[2] A. N. Oghenekevwe, O. A. Daniel, A. B. Elohor, A. M. Ifioko, O. A. Micheal, and A. O. Regha, “Strengthening Web3 Data Confidentiality Through Blockchain-Enabled Multifactor Authentication : A Comparative Security Evaluation,” vol. 10, no. 10, 2025.

[3] J. Simarmata, T. Limbong, M. B. R. Ginting, R. Damanik, and M. I. Padli, “Implementation of AES Algorithm for Information Security of Web-Based Application,” vol. 7, pp. 318–320, 2018.

[4] E. Bertino and R. Sandhu, “Database Security — Concepts , Approaches , and Challenges,” vol. 2, no. 1, pp. 2–19, 2005.

[5] R. Ganesh, B. Ul, I. Khan, A. Raouf, K. Amirrudin,

and B. Kamsin, A panoramic survey of the advanced encryption standard : from architecture to security analysis , key management , real-world applications , and post-quantum challenges. 2025.

[6] C. A. License, K. Shen, R. Hu, Y. Yang, and R. Deng, "Retracted: Optimization of AES-128 Encryption Algorithm for Security Layer in ZigBee Networking of Internet of Things," vol. 2022, 2023, doi: 10.1155/2022/8424100.

[7] J. M. A. Baluro and G. Kumar, "A Systematic Study of E-Governance Infrastructure for Smart Campus Development in CBSUA," vol. 0, pp. 337–345, 2025.

[8] C. E. O. Skilloxy, "The Integration of Information Systems in Strategic Decision-Making : A Management Perspective," vol. 10, no. 2, 2025.

[9] B. Szedmák, L. Varga, and R. Z. Szabó, "Digital Transformation of Public Services : The Case of the Document Management Application Digital Transformation of Public Services : The Case of the Document," Int. J. Public Adm., vol. 00, no. 00, pp. 1–18, 2025, doi: 10.1080/01900692.2025.2520522.

[10] G. Stahlman, I. Yanovitzky, and M. Kim, "Design , Application , and Actionability of US Public Health Data Dashboards : Scoping Review Corresponding Author :," vol. 27, pp. 1–20, 2025, doi: 10.2196/65283.

[11] G. Neri, S. Marshall, H. K. Chan, A. Yaghi, D. Tabor, and R. Sinha, "Data visualization in AI-assisted decision-making : a systematic review," no. 2016, 2022.

[12] M. Yang, Y. Hou, L. Li, R. Chang, and W. Zeng, "Dashboard Vision : Using Eye-Tracking to Understand and Predict Dashboard Viewing Behaviors," IEEE Trans. Vis. Comput. Graph., vol. 31, no. 10, pp. 6930–6945, 2025, doi: 10.1109/TVCG.2025.3532497.

[13] S. An and D. Han, "Information Management System of University Education Based on Big Data Analysis," 2023, doi: 10.4108/eai.23-12-2022.2329181.

[14] H. S. Mamede and F. Branco, "The relationship between digital transformation and digital literacy - an explanatory model : Systematic literature José Arnaud," 2025.

[15] D. Frempong et al., "Real-Time Analytics Dashboards for Decision-Making Using Tableau in Public Sector and Business Intelligence Applications Received : 03-09-2022 Accepted : 05-10-2022 Page No : 65-80," pp. 65–80, 2022.

[16] "Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information website . Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories , such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source . These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active .," no. January, 2020.

[17] H. A. Mahmoud and H. M. Yasin, "Data Integrity and Consistency Challenges in Distributed Database Systems," vol. 10, no. 05, pp. 5077–5086, 2025, doi: 10.47191/etj/v10i05.36.

JURNAL SESSION
Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering

Vol. 5, No. 1, September 2026, Halaman 7–13
DOI: 10.57203/session.v5i1.2026.7-13

E-ISSN: 2963-9026 (Online)
https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/session

Penerapan SMOTE pada Analisis Sentimen Opini Publik terhadap Program Makan Siang Gratis pada Media Sosial X Menggunakan Algoritma Naïve Bayes

Application of SMOTE in Public Opinion Sentiment Analysis towards the Free Lunch Program on Social Media X Using the Naïve Bayes Algorithm

Widya Kurniawan[1], Nur Salsabila Citra Indriani[2], dan Amelia Utami[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Informatika, Universitas Darussalam Gontor, Ponorogo, Indonesia
[*]*Penulis korespondensi: widya.kurniawan@unida.gontor.ac.id*

Abstract
The Free Lunch Program is a government policy to improve public welfare. Evaluation of the effectiveness of this program is important to ensure that the benefits are as expected. This study analyzes public opinion about the Free Lunch Program through social media X with the sentiment analysis method using the Naïve Bayes algorithm. Data was obtained using the web crawling technique using the keyword "free lunch," resulting in 2,104 tweets that were processed through the preprocessing stage, including text cleaning and removing stopwords. Weighting was done using the TF-IDF method. The model was developed with Multinomial Naïve Bayes, using 80% of the data for training and 20% for testing and applying the SMOTE technique for data imbalance. The results showed an accuracy of 92% and challenges in identifying neutral sentiment. It is expected that the application of SMOTE to sentiment analysis with Naïve Bayes can improve the accuracy of imbalanced data classification, resulting in a more objective and in-depth analysis.

Keywords: Sentiment Analysis, Naïve Bayes, Free Lunch

Abstrak
Program Makan Siang Gratis adalah kebijakan pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Evaluasi efektivitas program ini penting untuk memastikan manfaat sesuai harapan. Penelitian ini menganalisis opini publik tentang Program Makan Siang Gratis melalui media sosial X dengan metode analisis sentimen menggunakan algoritma Naïve Bayes. Data diperoleh dengan teknik web crawling menggunakan kata kunci "makan siang gratis," menghasilkan 2. 104 tweet yang diproses melalui tahap preprocessing, termasuk pembersihan teks dan penghapusan stopwords. Pembobotan dilakukan dengan metode TF-IDF. Model dikembangkan dengan Multinomial Naïve Bayes, menggunakan 80% data untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian serta menerapkan teknik SMOTE untuk ketidakseimbangan data. Hasil menunjukkan akurasi 92% dan tantangan dalam mengidentifikasi sentimen netral. Diharapkan penerapan SMOTE pada analisis sentimen dengan Naïve Bayes dapat meningkatkan akurasi klasifikasi data tidak seimbang, menghasilkan analisis yang lebih objektif dan mendalam.

Kata kunci: Analisis Sentimen, Naïve Bayes, Makan Siang Gratis.

PENDAHULUAN

Kebijakan pemerintah sering menjadi perhatian publik, terutama ketika berkaitan dengan program yang memengaruhi kesejahteraan masyarakat secara langsung. Program Makan Siang Gratis atau Makan Bergizi Gratis (MBG) yang dicanangkan oleh pasangan Prabowo-Gibran secara resmi telah dibahas dalam perencanaan anggaran tahun 2025 dan menekankan pentingnya program ini dalam mendukung tumbuh kembang anak serta meningkatkan kualitas pendidikan dengan memastikan pemenuhan kebutuhan gizi [1]. Program Makan Siang Gratis adalah salah satu kebijakan baru-baru ini yang menarik perhatian publik. Program ini adalah bagian dari upaya untuk meningkatkan gizi anak sekolah, ibu hamil, dan ibu yang sedang hamil. [2].

Namun, pelaksanaan Program Makan Siang Gratis mendapat tanggapan yang beragam, seperti pada kebijakan lainnya. Program ini dianggap sangat bermanfaat bagi masyarakat, terutama untuk memenuhi kebutuhan gizi anak-anak. Karena itu, beberapa kelompok mendukungnya. Sebaliknya, transparansi anggaran, efektivitas distribusi makanan, dan metode implementasi semuanya mendapat kritik. Media sosial telah menjadi platform utama bagi masyarakat di era komputer dan internet untuk menyampaikan pendapat mereka tentang kebijakan pemerintah. Platform seperti X (sebelumnya Twitter) memungkinkan masyarakat untuk mengirimkan dukungan, kritik, dan saran dengan cepat dan mudah. Pengambil kebijakan dapat melihat bagaimana masyarakat menerima dan menanggapi program dengan menganalisis data media sosial. Pemerintah dapat menilai kebijakan, menyesuaikan pelaksanaan program, dan mengatasi masalah dengan memahami persepsi publik[3].

Pada konteks ini, analisis sentimen berbasis data menjadi metode yang tepat untuk mengidentifikasi pola opini masyarakat secara lebih sistematis. Analisis sentimen adalah proses mengekstraksi informasi dari teks untuk menentukan apakah suatu opini bersifat positif, negatif, atau netral. Analisis sentimen sering digunakan untuk mema-

© 2026 Penulis. Diterbitkan oleh Politeknik Negeri Banyuwangi. Lisensi CC BY 4.0.

hami reaksi publik terhadap suatu topik tertentu, baik dalam ranah bisnis, politik, maupun kebijakan publik. Dengan metode ini, pola respons masyarakat dapat dipetakan dengan lebih jelas, memungkinkan pemangku kebijakan untuk mengambil langkah strategis berdasarkan data.

Salah satu metode analisis sentimen yang paling populer adalah algoritma Naïve Bayes. Algoritma ini dikenal karena kesederhanaannya dalam mengklasifikasikan teks dan mampu menangani jumlah data yang besar. Algoritma ini didasarkan pada prinsip probabilitas dan teorema Bayes, dan prediksi sentimen dibuat berdasarkan pola kata dalam dataset yang telah diklasifikasikan sebelumnya. Dengan kata lain, model ini akan memeriksa teks berdasarkan kemungkinan bahwa pendapat termasuk dalam kategori netral, negatif, atau positif[4].

Penelitian sebelumnya menggunakan metode Naïve Bayes, yang mana menganalisis persepsi pengguna X terhadap program makan siang gratis. Data dikumpulkan dari 1 November 2023 hingga 15 April 2024 melalui crawling kata kunci "program makan siang gratis", yang menghasilkan 1008 dataset setelah proses preprocessing. Pengumpulan data, preprocessing, pelabelan data, klasifikasi dengan Naïve Bayes, dan evaluasi adalah tahapan penelitian. Preprocessing dilakukan untuk meningkatkan kualitas data melalui pembersihan, penyusunan case, normalisasi, penghapusan stopword, tokenisasi, dan stemming. Pelabelan data dilakukan menggunakan TextBlob, dengan hasil 68% positif, 23% negatif, dan 9% netral. Hasil evaluasi menggunakan Multinomial Naive Bayes, dengan nilai akurasi 89%, presisi 90%, dan recall 89%, menunjukkan bahwa model bekerja baik dalam mengklasifikasikan sentimen, mengimbangi presisi dan recall. [5].

Dengan menggunakan algoritma Naive Bayes, penelitian ini meneliti persepsi publik terhadap Program Makan Siang Gratis. X mengumpulkan data untuk penelitian ini dari berbagai unggahan atau tweet yang membahas program ini. Data yang dikumpulkan akan diproses melalui berbagai proses, termasuk tokenisasi, pembersihan teks (preprocessing), penghapusan kata umum (stopwords removal), dan stemming, sebelum akhirnya diklasifikasikan dengan algoritma Naïve Bayes. Salah satu tahap yang menjadikan sebuah data memiliki nilai akurasi yang tingggi adalah SMOTE, yang digunakan untuk menyeimbangkan distribusi kelas dalam dataset yang memiliki ketimpangan jumlah sampel antara kelas mayoritas dan minoritas, jadi data yang lebih sedikit akan diseimbkan dengan data dengan jumlah lebih banyak[6]. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data cuitan pada aplikasi X dari bulan Agustus 2024 hingga Maret 2025 dengan jumlah 2013 data. Diharapkan dengan penerapan SMOTE pada analisis sentimen opini publik terhadap program Makan Siang Gratis di media sosial X menggunakan algoritma Naïve Bayes, model yang dikembangkan dapat lebih akurat dalam mengklasifikasikan sentimen, terutama dalam menangani ketidakseimbangan data antara opini positif, negatif, dan netral. Sehingga, hasil analisis dapat memberikan wawasan yang lebih objektif dan komprehensif bagi pemangku kebijakan dalam mengevaluasi respons publik terhadap program tersebut.

METODE PENELITIAN

DALAM PENELITIAN INI, KAMI MENGADOPSI PENDEKATAN SISTEMATIS YANG MENCAKUP BEBERAPA TAHAPAN KRITIS UNTUK MEMASTIKAN VALIDITAS DAN KEANDALAN HASIL ANALISIS SENTIMEN TERHADAP PROGRAM MAKAN SIANG GRATIS, BERIKUT BEBERAPA TAHAPAN PENELITIAN YANG AKAN PENELITI LAKUKAN :

PENGUMPULAN DAN PELABELAN DATA

Penelitian ini menggunakan teknik crawling data untuk mengumpulkan data dari media sosial X (sebelumnya dikenal sebagai Twitter). Dengan teknik crawling ini, peneliti dapat mengambil data secara otomatis berdasarkan kata kunci tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya[6]. Penelitian ini menggunakan kata kunci "makan siang gratis" untuk mengumpulkan pendapat publik tentang program Makan Siang Gratis yang sedang dibahas di masyarakat.

Penelitian ini menetapkan batas paling tinggi untuk pengambilan data sebanyak 2.000 tweet untuk mendapatkan sampel data yang cukup besar dan representatif. Batas ini ditetapkan untuk memastikan bahwa jumlah data yang dikumpulkan mencukupi untuk menganalisis sentimen dan tetap memungkinkan proses analisis dilakukan dengan efisien. Jumlah kata yang berhasil dikumpulkan dari semua tweet mencapai 2.013 kata, yang kemudian akan dianalisis secara lebih lanjut.

PREPROCESSING

Setelah data terkumpul, dilakukan preprocessing untuk membersihkan teks dari elemen yang tidak diperlukan. Langkah ini mencakup penghapusan duplikasi, menghilangkan karakter khusus seperti mention, hashtag, dan tautan, serta normalisasi teks dengan mengganti kata-kata tidak baku ke bentuk yang lebih umum. Selain itu, stopwords juga dihapus agar teks yang dianalisis lebih fokus pada kata-kata yang memiliki makna signifikan terhadap sentimen.

PEMBOBOTAN

Selanjutnya, dilakukan pembobotan menggunakan metode TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency). Pembobotan ini bertujuan untuk mengubah teks menjadi vektor numerik yang dapat dipahami oleh model. Pada tahap ini, stopwords dalam bahasa Indonesia dan Inggris dihilangkan agar tidak mempengaruhi bobot fitur. Dengan metode ini, kata-kata yang sering muncul tetapi kurang informatif mendapatkan bobot lebih rendah, sedangkan kata-kata unik yang lebih penting dalam menentukan sentimen diberi bobot lebih tinggi.

PROCESSING

Tahap berikutnya adalah processing, yaitu pelatihan model menggunakan data yang telah diolah. Data dibagi menjadi 80% untuk training dan 20% untuk testing menggunakan

metode train_test_split(). Model Naïve Bayes (MultinomialNB) kemudian dilatih untuk mengenali pola dalam teks dan mengklasifikasikan sentimen dengan akurasi yang optimal. Untuk mengatasi ketidak seimbangan jumlah data antar kategori sentimen, diterapkan SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) sehingga model dapat bekerja dengan lebih baik dalam mendeteksi kategori yang sebelumnya kurang terwakili.

PENGUJIAN DAN EVALUASI

Terakhir, dilakukan pengujian dan evaluasi untuk mengukur performa model. Model diuji menggunakan data testing, dan hasil prediksi dibandingkan dengan label asli untuk menghitung akurasi. Selain itu, digunakan metrik Precision, Recall, dan F1-score untuk memberikan gambaran lebih mendetail tentang performa model dalam mengklasifikasikan sentimen. Untuk analisis lebih lanjut, confusion matrix divisualisasikan dalam bentuk heatmap, sedangkan distribusi sentimen ditampilkan dalam bentuk bar chart. Selain itu, word cloud digunakan untuk mengidentifikasi kata-kata yang paling sering muncul dalam setiap kategori sentimen, memberikan wawasan tambahan mengenai pola bahasa yang digunakan oleh pengguna dalam menyampaikan opini mereka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sub bab ini, kami akan menyajikan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan dengan mengikuti beberapa tahapan metodologis yang terstruktur, berikut hasil dari pembahasan :

PENGUMPULAN DAN PELABELAN DATA

Dataset yang digunakan pada penelitian ini dikumpulkan melalui proses crawling data dari media sosial X menggunakan kata "makan siang gratis", dengan batasan pengambilan sebanyak 2.000 tweet dari tab "Latest", sehingga hanya tweet terbaru yang dikumpulkan. Dari hasil crawling ini, terkumpul sebanyak 2104 data, yang kemudian dianalisis lebih lanjut. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dalam bentuk file CSV yang berisi teks opini atau ulasan dari pengguna. Data yang digunakan memiliki beberapa kolom, di antaranya full_text (teks asli ulasan), username (pengguna yang memberikan ulasan), dan created_at (waktu ulasan dibuat). Dari sekian banyak data yang tersedia, hanya kolom full_text yang digunakan untuk analisis sentimen.

Setelah data dikumpulkan, dilakukan proses pelabelan sentimen. Pelabelan dilakukan secara otomatis menggunakan pendekatan berbasis kata kunci. Jika dalam teks terdapat kata yang menunjukkan sentimen positif, seperti baik, bagus, atau mantap, maka teks tersebut diberi label Positif. Sebaliknya, jika terdapat kata-kata negatif seperti buruk, jelek, atau parah, maka teks diberi label Negatif. Jika teks tidak mengandung kata-kata tersebut atau memiliki makna yang tidak jelas, maka diberi label Netral. Dari hasil pelabelan awal, ditemukan bahwa data cenderung tidak seimbang, dengan sentimen Netral mendominasi jumlah data.

	full_text	username	created_at	clean_text	text	sentiment
0	jadi hari pertama setelah gua vakum alias hari...	apccrosse	Tue Feb 04 09:12:24 +0000 2025	jadi hari pertama setelah gua vakum alias hari...	jadi hari pertama setelah gua vakum alias hari...	Netral
1	Udah cukup lama gak terdengar ceplosan Program...	andi_chairil	Tue Feb 04 09:00:59 +0000 2025	udah cukup lama gak terdengar ceplosan program...	udah cukup lama gak terdengar ceplosan program...	Netral
2	Makan siang nya gratis tapi biaya makan di rum...	arifin34533	Tue Feb 04 08:58:46 +0000 2025	makan siang nya gratis tapi biaya makan di rum...	makan siang nya gratis tapi biaya makan di rum...	Netral
3	Woi ndut mana makan siang gratis gue	kartiaksari	Tue Feb 04 08:52:31 +0000 2025	woi ndut mana makan siang gratis gue	woi ndut mana makan siang gratis gue	Netral
4	Ternyata pepatah yang mengatakan tidak ada mak...	iblekyy	Tue Feb 04 08:50:47 +0000 2025	ternyata pepatah yang mengatakan tidak ada mak...	ternyata pepatah yang mengatakan tidak ada mak...	Netral

Gambar 1. hasil pembersihan text.

PREPROCESSING

Seperti halnya tabel, pastikan setiap gambar mempunyai nomor urut dan judul. Buatlah gambar yang Anda gunakan nampak seperti buatan profesional dan tidak perlu diberi bingkai. Pastikan gunakan gambar hitam-putih. Periksa bahwa resolusi gambar cukup untuk mengungkapkan rincian penting pada gambar.

PREPROCESSING

Proses pembersihan data dilakukan untuk memastikan bahwa setiap entri dalam dataset bersifat unik dan siap untuk dianalisis. Langkah pertama adalah menghapus duplikasi menggunakan df.drop_duplicates(subset=['full_text']), sehingga tidak ada teks yang berulang, yang dapat menyebabkan bias dalam analisis sentimen dan terkumpul 2098 data. Setelah itu, dilakukan pembersihan teks melalui fungsi clean_text(text), yang mencakup beberapa teknik penting. Case folding diterapkan untuk mengubah teks menjadi huruf kecil agar lebih konsisten. Kemudian, mention (@username) dan hashtag (#topik) dihapus karena tidak berkontribusi pada analisis. Tautan (URL) dan retweet (RT) juga dihilangkan agar teks lebih ringkas dan fokus pada opini utama. Selain itu, karakter non-alfabet, angka, serta tanda baca dihapus untuk memastikan hanya teks utama yang dipertahankan. Terakhir, spasi berlebih dihapus agar format teks tetap rapi. Proses ini diterapkan pada kolom full_text menggunakan df['full_text'].apply(clean_text), dan hasilnya disimpan dalam kolom baru clean_text. Dengan langkah-langkah ini, data menjadi lebih bersih, terstruktur, dan siap untuk diproses lebih lanjut ,berikut hasil dari pembersihan text pada gambar 1 .

NORMALISASI

Pada tahap ini, teks dinormalisasi dengan mengubah kata-kata yang tidak baku menjadi kata baku dengan menggunakan kamus yang telah ditentukan sebelumnya. Tujuan normalisasi ini adalah untuk mempermudah analisis variasi kata dengan makna yang sama. Misalnya, kata "yg" akan berubah menjadi "yang", kata "tp" akan berubah menjadi "tetapi", dan kata "gak" akan berubah menjadi "tidak". Teks menjadi lebih bersih dan seragam setelah normalisasi ini, yang dapat meningkatkan keakuratan analisis lebih lanjut. berikut hasil dari normalisasi pada gambar 2.

PENGHAPUSAN STOPWORD

Kata-kata umum yang tidak memiliki makna spesifik dalam analisis sentimen, seperti dan, di, ke, dari, adalah, dan sebagainya, dihapus menggunakan daftar stopwords dari NLTK.

	full_text	username	created_at	clean_text	text	sentiment
0	jadi hari pertama setelah gua vakum alias hari...	apccrosse	Tue Feb 04 09:12:24 +0000 2025	jadi hari pertama setelah gua vakum alias hari...	jadi hari pertama setelah gua vakum alias hari...	Netral
1	Udah cukup lama gak terdengar ceplosan Program...	andi_chairil	Tue Feb 04 09:00:59 +0000 2025	Udah cukup lama tidak terdengar ceplosan Progr...	udah cukup lama gak terdengar ceplosan program...	Netral
2	Makan siang nya gratis tapi biaya makan di rum...	arifin34533	Tue Feb 04 08:58:46 +0000 2025	Makan siang nya gratis tapi biaya makan di rum...	makan siang nya gratis tapi biaya makan di rum...	Netral
3	Woi ndut mana makan siang gratis gue	kartiaksari	Tue Feb 04 08:52:31 +0000 2025	Woi ndut mana makan siang gratis gue	woi ndut mana makan siang gratis gue	Netral
4	Ternyata pepatah yang mengatakan tidak ada mak...	iblekyy	Tue Feb 04 08:50:47 +0000 2025	Ternyata pepatah yang mengatakan tidak ada mak...	ternyata pepatah yang mengatakan tidak ada mak...	Netral
...	...	...	...	...	...	...
2099	@missmagerr makan siang gratis sj kk	ganyangdong	Mon Jan 20 06:15:39 +0000 2025	@missmagerr makan siang gratis sj kk	makan siang gratis sj kk	Netral
2100	@BuddhisGL Disesuaikan dengan topik Makan Sian...	PedagangMikro	Mon Jan 20 06:14:35 +0000 2025	@BuddhisGL Disesuaikan dengan topik Makan Sian...	disesuaikan dengan topik makan siang gratis	Netral
2101	@MINGYU7 Mau makan siang gratis	juxgsungchan	Mon Jan 20 06:12:55 +0000 2025	@MINGYU7 Mau makan siang gratis	mau makan siang gratis	Netral
2102	Bisa-bisa 5 tahun menjabat cuma ngurusin makan...	HabiebBass	Mon Jan 20 06:11:37 +0000 2025	Bisa-bisa 5 tahun menjabat cuma ngurusin makan...	bisabisa tahun menjabat cuma ngurusin makan si...	Netral
2103	@aromapetrikorr tanda belum dapet makan siang ...	Rolldepaaan	Mon Jan 20 06:09:48 +0000 2025	@aromapetrikorr tanda belum dapet makan siang ...	tanda belum dapet makan siang gratis	Netral

Gambar 2. hasil normalisasi text

Penghapusan ini dilakukan agar model dapat lebih fokus pada kata-kata yang memiliki nilai informasi tinggi.

PEMBOBOTAN

Pada tahap pembobotan, teks yang telah melalui tahap preprocessing dikonversi ke dalam bentuk numerik agar dapat digunakan sebagai input dalam model klasifikasi. Salah satu metode yang digunakan adalah TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency), yang memberikan bobot pada setiap kata berdasarkan frekuensinya dalam dokumen tertentu serta keberadaannya di seluruh dataset. Tahap ini terdiri dari beberapa langkah utama, yaitu stopword filtering, pembobotan TF-IDF, dan pembuatan vektor fitur.

STOPWORD FILTERING

Stopword filtering adalah proses menghapus kata-kata umum yang tidak memiliki makna signifikan dalam analisis teks. Kata-kata seperti dan, atau, adalah, dengan, serta berbagai kata sambung dan kata hubung lainnya sering kali tidak memberikan informasi yang relevan dalam klasifikasi sentimen. Oleh karena itu, kata-kata ini dihapus agar model dapat lebih fokus pada kata-kata yang memiliki nilai informasi tinggi.

Dalam penelitian ini, daftar stopwords yang digunakan berasal dari NLTK (Natural Language Toolkit) untuk bahasa Inggris dan Sastrawi. untuk bahasa Indonesia. Beberapa langkah yang dilakukan dalam tahap ini adalah:

Memuat daftar stopwords dari pustaka NLTK dan Sastrawi.

Mengekstrak kata-kata dalam teks yang akan diproses.

Memeriksa apakah kata tersebut termasuk dalam daftar stopwords, jika iya maka kata tersebut dihapus.

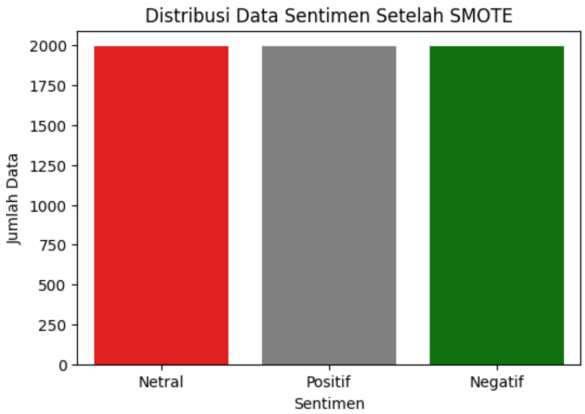
Menyimpan hasil teks yang telah difilter, yang nantinya akan digunakan untuk proses pembobotan.

Setelah proses stopword filtering, jumlah kata dalam setiap teks menjadi lebih sedikit tetapi lebih bermakna. Hal ini membantu mengurangi noise dalam data dan meningkatkan efisiensi pemrosesan.

Setelah proses stopword filtering, jumlah kata dalam setiap teks menjadi lebih sedikit tetapi lebih bermakna. Hal ini membantu mengurangi noise dalam data dan meningkatkan efisiensi pemrosesan.

Setelah proses stopword filtering, jumlah kata dalam setiap teks menjadi lebih sedikit tetapi lebih bermakna. Hal ini membantu mengurangi noise dalam data dan meningkatkan

Gambar 3. hasil daftar stopwords



efisiensi pemrosesan

PEMBOBOTAN TF-IDF

Teknik yang digunakan untuk memberi bobot pada kata-kata dalam teks berdasarkan frekuensi kemunculan di dalam dokumen serta seberapa unik kata tersebut dalam keseluruhan dataset. TF (Term Frequency) mengukur seringnya sebuah kata muncul dalam dokumen tertentu. Semakin sering kata muncul, semakin tinggi bobotnya. IDF (Inverse Document Frequency) mengukur seberapa umum atau jarangnya sebuah kata dalam dokumen. Kata-kata yang sering muncul dibanyak dokumen memiliki nilai IDF yang lebih rendah, sementara kata-kata yang jarang muncul memiliki nilai IDF yang lebih tinggi.

Proses pembobotan TF-IDF dilakukan dengan menggunakan pustaka scikit-learn (TfidfVectorizer), dengan parameter sebagai berikut:

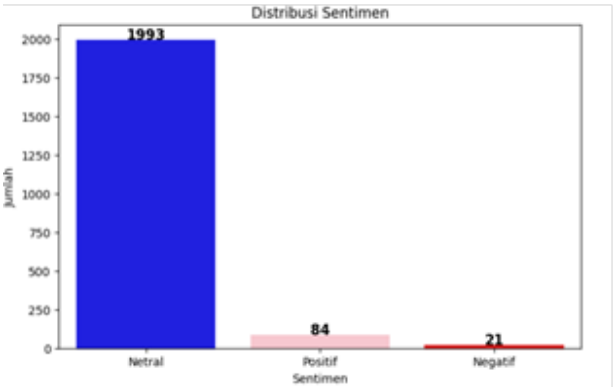
max_features=5000 → Hanya mempertahankan 5.000 kata dengan bobot tertinggi untuk menghindari banyak fitur yang tidak relevan.

2. ngram_range=(1,2) → Menggunakan unigram (kata tunggal) dan bigram (dua kata berurutan) untuk menangkap lebih banyak konteks dalam teks.

3. stop_words=None → Tidak menggunakan stopword tambahan karena sudah dilakukan dalam tahap sebelumnya.

4. smooth_idf=True → Menghindari pembagian dengan nol dalam perhitungan IDF jika kata muncul di semua dokumen.

Hasil dari pembobotan TF-IDF adalah matriks berbentuk



Gambar 4. hasil destribusi sentimen

sparse matrix, di mana setiap baris mewakili dokumen dan setiap kolom mewakili kata dengan bobot tertentu.

VEKTOR FITUR

Setelah nilai TF-IDF dihitung, teks diubah menjadi vektor fitur yang dapat digunakan sebagai input dalam model klasifikasi. Proses ini melibatkan:

1. Mengubah teks menjadi representasi numerik menggunakan hasil dari TF-IDF.
2. Menyusun vektor dalam bentuk matriks dengan dimensi (jumlah dokumen x jumlah fitur).
3. Menyesuaikan skala data jika diperlukan agar model dapat belajar lebih optimal.

PROCESSING

Setelah teks dikonversi menjadi vektor fitur, dilakukan pembagian dataset menjadi 80% data training dan 20% data testing menggunakan train_test_split(). Pemodelan dilakukan menggunakan Naïve Bayes (MultinomialNB), yang merupakan algoritma yang sering digunakan untuk klasifikasi teks karena kemampuannya dalam menangani data dengan distribusi kata yang berbeda.

Namun, karena distribusi data sentimen tidak seimbang (kategori netral mendominasi), diterapkan SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) untuk meningkatkan jumlah data dalam kategori minoritas. SMOTE menghasilkan sampel baru berdasarkan karakteristik data yang ada, sehingga tidak sekadar melakukan duplikasi. Hasil dari SMOTE menunjukkan bahwa distribusi data menjadi lebih seimbang, yang diharapkan dapat meningkatkan performa model dalam mengenali sentimen minoritas.

hasil destribusi sentimen

PENGUJIAN DAN EVALUASI

Model diuji menggunakan data testing yang telah dipisahkan sebelumnya. Hasil prediksi model dibandingkan dengan label asli, dan evaluasi dilakukan menggunakan metrik Accuracy, Precision, Recall, dan F1-score

AKURASI MODEL

Model Naïve Bayes tanpa SMOTE memiliki akurasi 96%, sedangkan setelah diterapkan SMOTE, akurasi justru menurun menjadi 91%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kasus ini, penyeimbangan data dengan SMOTE tidak selalu meningkatkan performa model.

Meskipun SMOTE umumnya digunakan untuk mengatasi ketidakseimbangan data, hasil ini mengindikasikan bahwa model Naïve Bayes tanpa SMOTE lebih mampu menangkap pola yang ada dalam data asli tanpa perlu augmentasi tambahan. Penurunan akurasi setelah SMOTE mungkin disebabkan oleh data sintetis yang tidak cukup akurat, sehingga justru menambah noise pada proses pembelajaran model.

Namun, akurasi bukan satu-satunya metrik evaluasi. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metrik seperti precision, recall, dan F1-score, terutama untuk melihat bagaimana performa model dalam mengklasifikasikan kelas minoritas setelah diterapkan SMOTE.

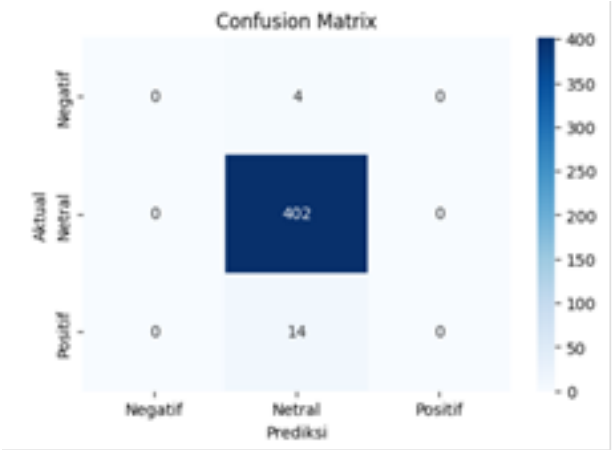
Classification Report:

	precision	recall	f1-score	support
Negatif	0.94	1.00	0.97	398
Netral	1.00	0.76	0.87	405
Positif	0.85	1.00	0.92	393
accuracy			0.92	1196
macro avg	0.93	0.92	0.92	1196
weighted avg	0.93	0.92	0.92	1196

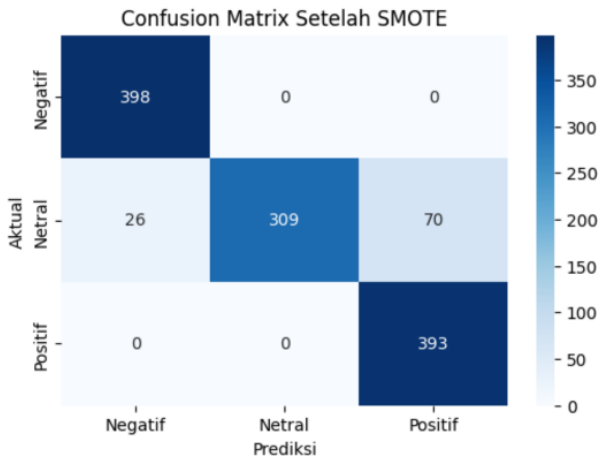
Gambar 5. hasil Classification Report

CLASSIFICATION REPORT

Berdasarkan Classification Report yang ditampilkan, model menunjukkan performa yang baik dalam mengenali sentimen Positif dan Negatif, dengan nilai recall masing-masing mencapai 1.00. Hal ini mengindikasikan bahwa model mampu mengklasifikasikan semua sampel dalam kategori tersebut tanpa ada yang terlewat. Namun, pada kategori Netral, recall hanya mencapai 0.76, yang berarti sekitar 24% data dalam kategori ini salah diklasifikasikan sebagai Negatif atau Positif. Salah satu penyebabnya adalah karakteristik kata dalam kategori Netral yang lebih bervariasi, sehingga sulit untuk mentukan pola yang jelas. Meskipun recall untuk kategori Netral lebih rendah, precision untuk kelas ini mencapai 1.00, yang menunjukkan bahwa setiap prediksi Netral hampir selalu benar. Namun, model cenderung melewatkan beberapa sampel yang seharusnya masuk dalam kategori ini, sehingga keseimbangan antara precision dan recall masih perlu diperbaiki. Hal ini terlihat dari F1-score kategori Netral yang hanya 0.87, lebih rendah dibandingkan kategori Negatif (0.97) dan Positif (0.92).Secara keseluruhan, model memiliki akurasi 92%, yang tergolong sangat baik. Namun, performa dalam mengenali kategori Netral masih perlu ditingkatkan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah menambah jumlah data latih untuk kategori Netral, menyesuaikan threshold klasifikasi, atau menerapkan teknik feature engineering yang lebih baik agar model lebih akurat dalam membedakan sentimen Netral dari kategori lainnya.



Gambar 6. hasil Confusion Matrix sebelum SMOTE



Gambar 7. hasil Confusion Matrix setelah SMOTE

CONFUSION MATRIX

Berdasarkan Confusion Matrix setelah diterapkan SMOTE, model menunjukkan performa yang sangat baik dalam mengklasifikasikan sentimen Negatif dan Positif, dengan tidak adanya kesalahan klasifikasi pada kedua kategori tersebut. Namun, pada kategori Netral, terdapat beberapa kesalahan prediksi, yaitu 26 sampel Netral diklasifikasikan sebagai Negatif dan 70 sampel Netral diklasifikasikan sebagai Positif.

Hal ini menunjukkan bahwa meskipun SMOTE telah membantu dalam menyeimbangkan jumlah data untuk setiap kelas, model masih kesulitan dalam membedakan kategori Netral dari kategori lainnya. Penyebab utama kemungkinan karena kata-kata dalam kategori Netral memiliki kemiripan baik dengan kategori Negatif maupun Positif, sehingga model mengalami ambiguitas dalam melakukan prediksi.

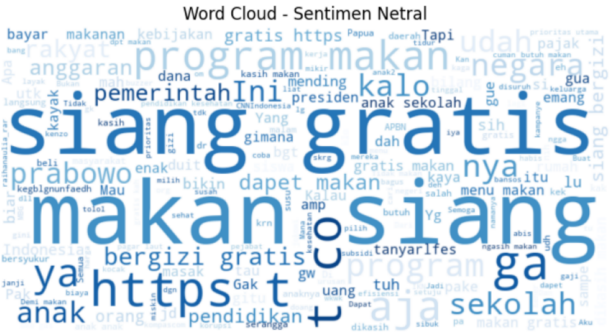
Dibandingkan dengan model sebelum penerapan SMOTE, kesalahan klasifikasi pada kategori Netral tampaknya sudah berkurang, yang menandakan bahwa teknik ini membantu meningkatkan generalisasi model. Namun, untuk lebih meningkatkan akurasi prediksi, dapat dilakukan pendekatan lain seperti feature selection yang lebih spesifik, penggunaan model yang lebih kompleks, atau penyesuaian threshold keputusan untuk kategori Netral.

Dibandingkan dengan model sebelum penerapan SMOTE, kesalahan klasifikasi pada kategori Netral tampaknya sudah berkurang, yang menandakan bahwa teknik ini membantu meningkatkan generalisasi model. Namun, untuk lebih meningkatkan akurasi prediksi, dapat dilakukan pendekatan lain seperti feature selection yang lebih spesifik, penggunaan model yang lebih kompleks, atau penyesuaian threshold keputusan untuk kategori Netral.

VISUALISASI DATA

Word cloud dibuat untuk memunculkan setiap kategori sentimen, yang menunjukkan kata-kata yang paling sering muncul dalam masing-masing kategori. Word cloud untuk sentimen Positif didominasi oleh kata-kata seperti baik, bagus, dan mantap, sedangkan sentimen Negatif didominasi

Gambar 8. Wordcloud pada sentiment positif



Gambar 9. Wordcloud pada sentiment netral

oleh kata buruk, jelek, dan parah

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, proses klasifikasi sentimen dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu pengumpulan dan pelabelan data, preprocessing, pembobotan TF-IDF, pembuatan vektor fitur, pemrosesan model, serta evaluasi performa. Pada tahap preprocessing, teknik seperti stopword filtering digunakan untuk menghilangkan kata-kata yang tidak memiliki makna penting, sementara pembobotan TF-IDF diterapkan untuk memberikan nilai bobot pada setiap kata berdasarkan frekuensinya dalam dataset.

Dari hasil evaluasi menggunakan metrix Precision, Recall, dan F1-score, model menunjukkan performa yang

Gambar 10. Wordcloud pada sentiment negatif

sangat baik dalam mengenali sentimen Negatif dan Positif, tetapi mengalami kesulitan dalam mengklasifikasikan sentimen Netral. Hal ini dikarenakan variasi kata dalam kategori Netral yang lebih luas, sehingga sering salah diklasifikasikan sebagai Negatif atau Positif.

Setelah diterapkan teknik SMOTE untuk menangani ketidakseimbangan data, model mengalami peningkatan dalam mendeteksi kategori minoritas. Namun, hasil evaluasi menunjukkan bahwa akurasi model setelah SMOTE justru sedikit menurun dibandingkan sebelum penerapan teknik ini. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun SMOTE membantu dalam menyeimbangkan data, model masih perlu dilakukan optimasi lebih lanjut, misalnya dengan pemilihan fitur yang lebih relevan, penggunaan model yang lebih kompleks, atau penyesuaian threshold keputusan.

Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil membangun model klasifikasi sentimen dengan performa yang cukup baik, terutama dalam mengenali kategori Negatif dan Positif. Namun, tantangan utama yang masih dihadapi adalah meningkatkan akurasi dalam mengklasifikasikan sentimen Netral, sehingga memerlukan pendekatan lebih lanjut untuk mengurangi kesalahan klasifikasi pada kategori tersebut..

DAFTAR PUSTAKA

[1] Asiva Noor Rachmayani. 2024. “ANALISIS SENTIMEN PENGGUNA TWITTER TERHADAP PROGRAMMAKAN SIANG GRATIS MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES,” 6

[2] Cisdi. 2024. “Makan Bergizi Gratis : Menilik Tujuan , Anggaran Dan Tata Kelola Program” 2023 (17): 1–16.

[3] Darwis, Dedi, Nery Siskawati, and Zaenal Abidin. 2021. “Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Analisis Sentimen Review Data Twitter Bmkg Nasional.” Jurnal Tekno Kompak 15 (1): 131. https://doi.org/10.33365/jtk.v15i1.744.

[4] Ilham, Muhammad, and Bagus Priambodo. 2024. “Analisis Sentimen Publik Terhadap Program Makan Siang Gratis Menggunakan BERT Neural Network Pada Platform X” 6 (2): 1039–47.

[5] Utomo, Muchammad Chandra Cahyo, Mukhamad Taukhid, and Syamsul Mujahidin. 2023. “Analisis Sentimen Media Sosial Twitter Pada Kasus Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Dengan Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier.” EQUIVA JOURNAL Journal of Mathematics & Information Technology 01 (01): 41–48..

[6] Vebrian, Yoga Zaen, Teknik Informatika, and Universitas Ngudi Waluyo. 2025. “A SENTIMENT ANALYSIS OF FREE MEAL PLANS ON SOCIAL MEDIA USING NAÏVE BAYES ALGORITHMS ANALISIS SENTIMEN TERHADAP RENCANA MAKAN GRATIS DI SOSIAL MEDIA X MENGGUNAKAN” 10 (1).

JURNAL SESSION
Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering

Vol. 5, No. 1, September 2026, Halaman 14–19
DOI: 10.57203/session.v5i1.2026.14-19

E-ISSN: 2963-9026 (Online)
https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/session

Pengembangan Media Edukasi Berbasis Augmented Reality dengan Algoritma Pseudorandom Number Generation (PRNG) untuk Pengenalan Tanaman Obat

Development of Augmented Reality-Based Educational Media with Pseudorandom Number Generation (PRNG) Algorithm for the Introduction of Medicinal Plants

Juwita Nurqomariah[1] dan Muhlis Tahir[2]

[1,2]Pendidikan Informatika, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan, Indonesia

[*]*Penulis korespondensi: juwitanurqomariah21@gmail.com*

Abstract

The development of digital technology in education enables more interactive and innovative learning methods. This study aims to develop Herba Quest-AR, an Augmented Reality (AR)-based educational application designed to introduce medicinal plants in an engaging way. The application was developed using the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) model and equipped with an interactive quiz feature based on Pseudorandom Number Generation (PRNG) to increase question variety. Evaluation was conducted through small group trials (5 students) and large group trials (27 students), showing high feasibility based on expert and user assessments, with a score percentage of more than 85%. This application is expected to enhance students' understanding of medicinal plants while enriching technology-based learning methods that are adaptive.

Keywords: Augmented Reality, Pseudorandom Number Generation, Learning Media, Medicinal Plants, Educational Game

Abstrak

Perkembangan teknologi digital dalam dunia pendidikan memungkinkan terciptanya metode pembelajaran yang lebih interaktif dan inovatif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Herba Quest-AR, aplikasi edukasi berbasis Augmented Reality (AR) untuk memperkenalkan tanaman obat secara menarik. Aplikasi ini dirancang menggunakan model Multimedia Development Life Cycle (MDLC) dan dilengkapi fitur kuis interaktif berbasis Pseudorandom Number Generation (PRNG) untuk meningkatkan variasi soal. Evaluasi dilakukan melalui uji coba kelompok kecil (5 siswa) dan kelompok besar (27 siswa), dengan hasil menunjukkan kelayakan tinggi berdasarkan penilaian ahli maupun pengguna, yaitu persentase nilai lebih dari 85%. Aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa mengenai tanaman obat sekaligus memperkaya metode pembelajaran berbasis teknologi yang adaptif.

Kata kunci: Augmented Reality, Game Edukasi, Pseudorandom Number Generation, Media Pembelajaran, Tanaman Obat

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa transformasi besar dalam dunia pendidikan Indonesia, termasuk perubahan kurikulum sebanyak sebelas kali sejak tahun 1947 [1]. Salah satu transformasi terkini adalah peralihan dari Kurikulum 2013 ke Kurikulum Merdeka, yang memberikan ruang bagi guru untuk menjadi fasilitator kreatif serta memberikan keleluasaan bagi siswa dalam mengeksplorasi materi sesuai minat dan kemampuan [2]. Salah satu materi yang penting namun kurang mendapat perhatian adalah edukasi tentang tanaman obat dan herba, yang memiliki nilai strategis dalam pelestarian budaya lokal dan kesehatan.

Sayangnya, di tengah kemajuan zaman, pengetahuan tradisional tentang tanaman obat mulai tergerus [3]. Ariani menyatakan bahwa generasi muda kini mengalami penurunan pemahaman terhadap manfaat tanaman obat karena pergeseran dari pengobatan tradisional ke metode modern yang lebih praktis [4]. Hal ini memicu kekhawatiran akan hilangnya kearifan lokal terkait pengobatan herbal, termasuk di lingkungan pendidikan.

Di SMKS Kesehatan Yannas Husada Bangkalan, pengenalan tanaman obat masuk dalam kurikulum Farmakognosi. Namun, metode pengajaran yang dominan masih konvensional seperti buku ajar dan presentasi, yang dinilai kurang interaktif. Penelitian sebelumnya oleh [5], [6] menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis web dan AI seperti klasifikasi simplisia fructus dan rimpang dengan CNN belum mampu menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif, serta cenderung membuat siswa merasa bosan.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan Herba Quest-AR, sebuah aplikasi edukasi berbasis Augmented Reality (AR) yang dipadukan dengan algoritma Pseudorandom Number Generation (PRNG) pada fitur kuis. Integrasi AR dan PRNG dipandang penting karena AR mampu menghadirkan visualisasi 3D yang imersif, sedangkan PRNG memberikan variasi soal yang dinamis dan adaptif, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan siswa sekaligus mencegah kejenuhan. Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah: "Bagaimana mengembangkan aplikasi ed-

© 2026 Penulis. Diterbitkan oleh Politeknik Negeri Banyuwangi. Lisensi CC BY 4.0.

kasi Herba Quest-AR berbasis Augemnted Reality dengan integrasi algoritma Pseudorandom Number Generation (PRNG) sebagai media pembelajaran pengenalan tanaman obat?".

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung efektivitas game edukasi dan AR dalam pembelajaran. Studi oleh [7] dan [4] menunjukkan bahwa game edukatif berbasis MDLC efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa dan kepuasan pengguna. Penelitian oleh [8] dan [9] menegaskan bahwa aplikasi berbasis AR mampu menyampaikan informasi tanaman obat secara rinci melalui visualisasi 3D, dengan efektivitas penggunaan yang dinilai sangat tinggi oleh pengguna (87,8%). Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mengintegrasikan mekanisme variasi soal berbasis algoritma, sehingga pengalaman belajar masih berpotensi monoton.

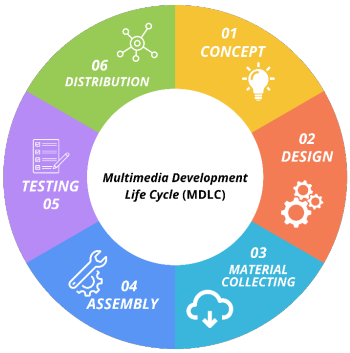
Berbeda dengan penelitian terdahulu, penelitian ini menggabungkan visualisasi 3D berbasis Augmented Reality dengan algoritma Pseudorandom Number Generation (PRNG) pada fitur kuis. Integrasi ini menjadi pembeda utama karena memungkinkan penyajian soal yang lebih bervariasi, adaptif, dan dinamis, sehingga tidak hanya menghadirkan konten yang interaktif tetapi juga mencegah kejenuhan siswa dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berjudul "Pengembangan Media Edukasi Berbasis Augmented Reality dengan Algoritma Pseudorandom Number Generation (PRNG) untuk Pengenalan Tanaman Obat", yang diharapkan dapat menjadi solusi pembelajaran Farmakognosi yang lebih interaktif, mandiri, dan efektif bagi siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan menghasilkan sebuah produk berupa game edukasi Augmented Reality bergenre Adventure pada materi Farmakognosi untuk Siswa Kelas X Jurusan Farmasi di SMKS Yannas Husada Bangkalan. Dengan menggunakan model Multimedia Development Life Cycle (MDLC). Model MDLC dipilih karena model ini dirancang untuk menghasilkan media pembelajaran berbasis multimedia yang dapat meningkatkan minat dan pemahaman siswa [10]. Model MDLC juga dikenal sebagai Model Luther, di mana model ini terdiri dari enam tahapan meliputi tahap konsep (concept) ,Perancangan (design) ,pengumpulan bahan (material collecting),penggabungan (assembly) ,pengujian (testing), dan yang terakhir tahap pendistribusian (distribution) [11]. Adapun fase dalam penelitian menggunakan model MDLC dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa aplikasi game edukasi berbasis android dengan genre adventure yang memanfaatkan teknologi Augmented Reality pada mata pelajaran Farmakognosi. Model pengembangan yang digunakan adalah Multimedia Development Life Cycle dimana tahapannya, yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing, distribution. Berikut hasil dari setiap tahapan dari pengembangan dengan model MDLC, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Model MDLC

CONCEPT

Tahap ini bertujuan untuk menentukan sasaran serta jenis aplikasi multimedia yang akan dikembangkan, diawali dengan analisis kurikulum dan analisis kebutuhan. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Farmakognosi di SMKS Kesehatan Yannas Husada Bangkalan, diketahui bahwa kelas X Farmasi telah menggunakan Kurikulum Merdeka. Oleh karena itu, pengembangan media disesuaikan dengan capaian pembelajaran, yaitu peserta didik mampu menjelaskan jenis-jenis tanaman obat Indonesia (simplisia), fungsi empiris, dan cara pengolahannya.

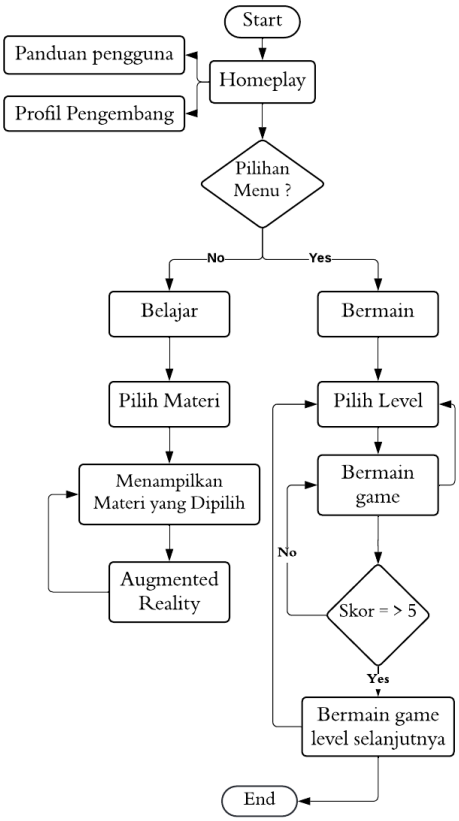
Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi aspek-aspek penting dalam pengembangan media, termasuk perangkat keras dan lunak yang dibutuhkan. Media akan dikembangkan menggunakan tools seperti Canva, Adobe Illustrator, Blender 3D, Sketchfab, Visual Studio Code, dan Unity, serta dirancang agar dapat berjalan pada sistem operasi Android minimal versi 10 hingga maksimal versi 14.

DESIGN

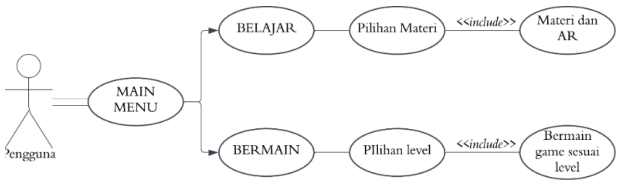
Pada tahap ini perancangan aplikasi atau produk dilakukan berdasarkan analisis pada tahap concept. Konsep game digambarkan dengan flowchart, storyboard, dan use case diagram.

Flowchart

Berikut merupakan alur dari pengembangan aplikasi ini di tunjukan oleh Gambar 2. Flowchart. Di mana Alur penggunaan aplikasi dimulai dari tampilan awal menuju halaman Homeplay yang menyediakan menu panduan pengguna, profil pengembang, serta pilihan utama untuk belajar atau bermain. Jika memilih menu belajar, pengguna dapat menentukan materi yang ingin dipelajari, kemudian sistem akan menampilkan materi tersebut dan dilengkapi dengan fitur Augmented Reality untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Sementara itu, pada menu bermain, pengguna terlebih dahulu memilih level permainan sebelum memulai game. Setelah sesi permainan selesai, skor yang diperoleh akan dievaluasi; jika skor lebih dari lima, pengguna dapat melanjutkan ke level berikutnya, sedangkan jika skor kurang dari atau sama dengan lima, pengguna harus mengulang level tersebut. Proses ini berulang sesuai pilihan hingga pengguna menyelesaikan aktivitas belajar maupun



Gambar 2. Flowchart



Gambar 3. Use Case Diagram

bermain, kemudian sistem akan berakhir pada tahap End.

Storyboard

Berikut merupakan storyboard yang dapat dilihat pada Tabel 1. Storyboard.

Use case diagram

Gambar 3 menunjukkan Use Case Diagram aplikasi yang menggambarkan interaksi anatara pengguna dengan sistem. Dari Main Menu, pengguna dapat emilih dua opsi utama, yaitu Belajar atau Bermain. Pada menu Belajar, pengguna diarahkan ke scene Pilihan Materi, yang kemudian menampilkan konten berupa materi dan visual interaktif melalui fitur Augmented Reality (AR). Sementara itu, pada menu Bermain, penggguna masuk ke Pilihan Level sebelum melanjutkan ke aktivitas bermain game sesuai level yang dipilih. Diagram ini memberikan gambaran alur sederhana mengenai fungsi utama yang dapat diakses pengguna dalam aplikasi.

Gambar 4. Pengumpulan Asset

MATERIAL COLLECTING

Tahap ini mengumpukan material (bahan) sebagai persiapan sebelum lanjut ke tahap assembly. Mulai dari software, asset game, video, backsound, sound effect, dll. Berikut rincian kegiatan pada tahap design dapat dilihat gambar dibawah ini.

ASSEMBLY

Tahap assembly merupakan proses implementasi, di mana semua bahan yang telah dikumpulkan pada tahap material collecting mulai dirakit menjadi produk final dalam bentuk aplikasi edukasi interaktif. Pengembangan aplikasi ini dilakukan menggunakan Unity sebagai game engine, dibantu oleh berbagai software lain seperti Visual Studio Code untuk scripting, serta Blender dan Sketchfab untuk pembuatan dan integrasi objek 3D. Komponen interaktif dalam aplikasi dibuat menggunakan pemrograman berbasis script, yang mengatur alur navigasi antar scene dan logika permainan.

Salah satu fitur utama yang diimplementasikan dalam tahap ini adalah Augmented Reality (AR) yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan objek 3D tanaman obat secara nyata melalui kamera perangkat Android. Teknologi AR digunakan untuk memvisualisasikan model 3D tanaman obat yang telah dipilih dalam menu materi. Dengan memanfaatkan AR Foundation di Unity dan target gambar sebagai marker (marker-based AR), siswa dapat memindai gambar tertentu untuk memunculkan objek 3D tanaman yang sesuai di layar perangkat. Objek-objek ini dapat diputar, diperbesar, dan dilihat dari berbagai sudut untuk membantu pemahaman yang lebih nyata terhadap bentuk morfologi tanaman. Selain visualisasi, terdapat juga tombol informasi yang bisa diklik untuk menampilkan deskripsi manfaat dan cara pengolahan tanaman tersebut. Implementasi ini memberikan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif, meningkatkan minat siswa dalam mengenali tanaman obat secara langsung, bukan hanya melalui gambar statis atau teks.

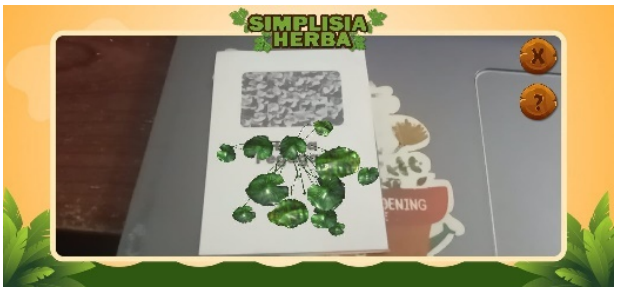
Scene materi ini berisikan informasi terkait penjelasan materi secara otomatis menyesuaikan dengan topik yang telah dipilih sebelumnya, di mana setiap materi disajiakan secara interaktif dan sistematis untuk memudahkan pemahaman, dilengkapi tombol untuk menuju ke Augmented Reality.

Tabel 1. Storyboard

Scene	Deskripsi
Belajar	Berikut ini adalah isi scene menu belajar yang mana terdapat beberapa 6 materi yang ditawarkan diantaranya : Simplisia herba Simplisia radix Simplisia rimpang Simplisia folium Simplisia bunga Amylum
Materi	Scene ini merupakan scene dari menu materi yang dipilih, di mana scene ini akan menawarkan berbagai macam jenis simplisia yang dipilih dengan model geser. Dan akan mengarah ke menu augmented reality.
Augmented Reality	Berikut adalah scene yang digunakan untuk menampilkan AR dari simplisia. Dan di samping kanan terdapat button exit untuk keluar dari menu augmented reality dan juga button untuk menunjukan bahan bacaan dari simplisia yang ditunjukan.
Penjelasan Jenis Tanaman	Scene ini menunjukan informasi atau bahan bacaan dari menu augmented reality yang dipilih.
Bermain	Scene ini menampilkan pilihan level yang dapat dipilih pengguna yakni : Level 1 Level 2 (terkunci, harus mengerjakan level 1 terlebih dahulu)
Kuis	Berikut adalah tampilan salah satu soal yang harus dijawab oleh pengguna agar berhasil mengumpulkan item. Apabila pengguna menjawab pertanyaan dengan benar maka terdapat feedback suara benar dan begitu pula sebaliknya apabila pengguna menjawab salah maka akan terdengar suara feedback suara salah.
Feedback	Tampilan feedback meiliki beberapa tampilan yakni pop up feedback ketika pengguna belum berhasil mengumpulkan jumlah item yang ditentukan. pop up feedback tampilan ketika pengguna berhasil mengumpulkan item dengan jumlah yang telah ditentukan.

Gambar 5. Scene Materi

Gambar 7. Scene Penjelasan



Gambar 6. Scene Augmened Reality

Gambar 8. Scene Bermain

Scene Materi berisi penjelasan mendalam sesuai dengan materi yang dipilih, dan disertai tombol menuju scene Augmented Reality, di mana pemain dapat melihat objek 3D secara lebih detail

Jika pemain menekan tombol pertanyaan di scene ini, maka akan diarahkan ke Scene Bahan Bacaan yang berisi informasi lengkap mengenai tanaman obat yang bersangkutan.

Scene Bermain menyediakan dua level permainan. Pemain harus menyelesaikan level 1 terlebih dahulu agar level 2 terbuka.

Selain AR, fitur penting lainnya adalah kuis interaktif berbasis logika Pseudorandom Number Generation (PRNG). Saat pemain menjelajahi dunia permainan dan mencoba

Gambar 9. Scene Kuis

```
int randomIndex = Random.Range(0, questions.Length);
currentQuestion = questions[randomIndex];
```

Gambar 10. Feedback

mengambil objek ramuan, mereka akan diarahkan ke scene soal. Di sinilah sistem menerapkan algoritma PRNG untuk menampilkan soal secara acak. Tujuan dari penggunaan PRNG adalah untuk memastikan soal tidak muncul dalam urutan yang sama sehingga dapat mengurangi kebosanan, mendorong keterlibatan, serta mencegah siswa hanya menghafal jawaban. Secara teknis, fungsi Random.Range() dari Unity digunakan untuk memilih indeks soal dari array soal yang tersedia. Mekanisme sederhananya adalah sebagai berikut:

Kode ini akan mengambil satu soal secara acak dari kumpulan soal yang telah disiapkan, kemudian ditampilkan kepada pemain melalui UI kuis. Setiap kali pemain menjawab pertanyaan, sistem akan memanggil fungsi ini untuk menampilkan soal baru yang berbeda. Meskipun Unity secara default menggunakan waktu sistem sebagai seed untuk menghasilkan angka acak, pengaturan seed juga dapat diterapkan jika ingin menjaga konsistensi atau mengontrol distribusi pengacakan.

Penggunaan PRNG ini sejalan dengan tujuan pembelajaran, yaitu menciptakan pengalaman belajar yang tidak monoton, menantang, dan mendorong pemahaman konsep. Dengan demikian, siswa tidak hanya menghafal, tetapi juga belajar memahami materi dengan lebih baik melalui pertanyaan yang bervariasi.

Setelah pemain berhasil mengumpulkan lebih dari empat objek, mereka akan diarahkan ke Scene Next Level yang menampilkan tombol untuk melanjutkan ke level berikutnya. Apabila berada di level 2, maka tombol ini berubah menjadi tombol keluar dari permainan. Dengan integrasi berbagai scene dan logika ini, aplikasi tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang aktif dan bermakna.

TESTING

Untuk memastikan aplikasi memenuhi standar kualitas, dilakukan serangkaian pengujian, termasuk validasi oleh ahli media dan materi menggunakan standar ISO 25010, yang mana kriteria yang digunakan adalah instrumen functional suitability, performance efficiency, portability, dan usability. Selain itu, dilakukan pula uji coba kelompok kecil dan besar. Hasilnya, aplikasi ini dinilai "sangat layak" dengan persentase skor 100% dari ahli materi, 96% dari ahli media dosen, dan 98% dari ahli media guru. Uji coba kelompok kecil menghasilkan skor 85%, sementara uji coba kelompok besar mencapai 89%, keduanya dengan kualifikasi "sangat layak."

Selain itu, hasil uji coba kelompok besar memberikan masukan untuk memperluas jangkauan aplikasi dengan mengembangkan versi untuk perangkat iOS. Hal ini dianggap penting untuk meningkatkan aksesibilitas dan memperluas cakupan pengguna, mengingat banyak pengguna iPhone di masa sekarang. Dengan memperluas dukungan ke platform iOS, aplikasi ini diharapkan dapat menjangkau lebih banyak pengguna, memperluas dampak edukatif, dan meningkatkan efektivitas pembelajaran tentang tanaman obat melalui teknologi Augmented Reality.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, tingkat kelayakan aplikasi Herba Quest-AR menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Misalnya, penelitian [7], [8], dan [9] hanya memperoleh persentase kelayakan rata-rata di kisaran 80–90%, sedangkan aplikasi ini berhasil mencapai 85–100%. Hal ini menunjukkan bahwa Herba Quest-AR tidak hanya memenuhi kriteria kelayakan, tetapi juga mampu melampaui hasil penelitian sebelumnya dalam aspek validasi ahli maupun uji coba pengguna.

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, aplikasi Herba Quest-AR berhasil mencapai kualifikasi "sangat layak" sebagai media pembelajaran interaktif untuk siswa farmasi, dengan potensi pengembangan lebih lanjut untuk memperluas jangkauan penggunanya.

DISTRIBUTION

Pada tahap ini yaitu menyebarkan aplikasi Herba Quest-AR ke Guru Farmakognosi dan siswa di SMKS Kesehatan Yannas Husada Bangkalan, yang terlaksana.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi game edukasi berbasis Android bernama Herba Quest-AR untuk mata pelajaran Farmakognosi kelas X Farmasi SMKS Kesehatan Yannas Husada Bangkalan menggunakan model pengembangan MDLC. Aplikasi ini dirancang untuk memudahkan siswa mengenali tanaman obat dan herba secara interaktif melalui materi yang sistematis serta kuis dengan mekanisme pengacakan soal guna mengurangi kebosanan dan meningkatkan motivasi belajar. Hasil evaluasi dari ahli

dan uji coba pada siswa menunjukkan bahwa aplikasi ini sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran karena mampu menciptakan suasana belajar yang dinamis, menantang, serta efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa.

Sebagai rekomendasi pengembangan, aplikasi ini dapat diperluas dengan menambahkan integrasi kecerdasan buatan (AI) untuk memberikan personalisasi soal sesuai kemampuan siswa, mengembangkan versi iOS guna memperluas jangkauan pengguna, serta memperkaya materi dengan lebih banyak jenis tanaman obat agar manfaat edukatifnya semakin optimal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Fitriyani, I. R. Kurnia, S. N. Fadillah, and A. M. Oktaviani, "Analysis of curriculum policy development and implementation of independent curriculum in elementary schools," J. Educ. Teach. Learn., vol. 5, no. 3, pp. 234–241, 2023.

[2] F. Jannah, T. Irtifa'Fathuddin, and P. F. A. Zahra, "Problematika penerapan kurikulum merdeka belajar 2022," Al Yazidiy J. Sos. Hum. dan Pendidik., vol. 4, no. 2, pp. 55–65, 2022.

[3] N. R. Mawadha, "PENGETAHUAN LOKAL TUMBUHAN OBAT YANG BERASAL DARI AGROFORESTRI OLEH MASYARAKAT SUKU LINTANG DI DESA TALANG BARU, KECAMATAN MUARA PINANG, KABUPATEN EMPAT LAWANG, PROVINSI SUMATERA SELATAN," Universitas Lampung, 2022.

[4] Muhammad Fauzan Yasykur, Neo Mauizan Ali Fitrah, and Nanda Ega Wijaya Saputra, "Pengembangan Media Pembelajaran Tanaman Obat Tradisional Menggunakan Metode Multimedia Development Life Cycle," J. SAINTEKOM, vol. 14, no. 1, pp. 95–105, Mar. 2024, doi: 10.33020/saintekom.v14i1.600.

[5] D. B. Elnursa, M. Tahir, A. A. Jakfar, and R. M. Resnanda, "Sistem Klasifikasi Citra Simplisia Fructus Dalam Obat Tradisional Madura Menggunakan Transfer Learning Pada Algoritma CNN," J. Ilm. Edutic Pendidik. dan Inform., vol. 10, no. 1, pp. 68–79, 2023.

[6] R. M. Resnanda, "Pengembangan Aplikasi Berbasis Web untuk Klasifikasi Citra Simplisia Rimpang di SMK Kesehatan Yannas Husada Menggunakan Metode CNN," Universitas Trunojoyo Madura, 2024.

[7] S. Widoretno, D. Setyawan, and M. Mukhlison, "Efektifitas game edukasi sebagai media pembelajaran anak," Pros. Transform. Pembelajaran Nas., vol. 1, no. 1, pp. 287–295, 2021.

[8] F. Riana, S. H. Al Ikhsan, F. R. Makbul, and F. S. F. Kusumah, "Aplikasi Augmented Reality Pengenalan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) Berbasis Android," Krea-TIF J. Tek. Inform., vol. 10, no. 2, pp. 68–78, 2022.

[9] M. H. Muladi, T. Listyorini, and E. Supriyati, "Implementasi Augmented Reality Pada Pengenalan Tanaman Herbal Berbasis Android," JUMINTAL J. Manaj. Inform. dan Bisnis Digit., vol. 1, no. 2, pp. 87–99, 2022.

[10] R. R. Rembulan, "Aplikasi Virtual Tour Islamic Center Berbasis Android," J. Inform. Dan Rekayasa Perangkat Lunak, vol. 1, no. 2, pp. 203–214, 2020.

[11] S. Pujileksono, D. Yuliani, Susilawati, and T. Kartika, Riset Terapan Pekerjaan Sosial: SSD, PAR, dan R&D. Malang: Intrans Publishing, 2023.

JURNAL SESSION
Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering

Vol. 5, No. 1, September 2026, Halaman 20–27
DOI: 10.57203/session.v5i1.2026.20-27

E-ISSN: 2963-9026 (Online)
https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/session

Redesain UI/UX Sistem Sewa Lapangan API Sport Dengan Metode User Centered Design

Redesign UI/UX API Sport Field Rental System Using User Centered Design Method

Rizki Dwi Yulianto[1], Agus Priyo Utomo[2], dan Alfin Hidayat[3]

[1,2,3]Bisnis dan Informatika, Politeknik Negeri Banyuwangi, Banyuwangi, Indonesia

[*]*Penulis korespondensi: rizkidy99@gmail.com*

Abstract

API Sport field rental system is a web-based digital product that is present as a solution to simplify the rental of sports fields. The determining factor for continued use of a website often lies in the quality of the UI/UX. Based on the results of the System Usability Scale (SUS) questionnaire from the system that is already running, it got a SUS score of 44 with grade “F”, which means it is not sufficient for user needs. Apart from that, problems were found in the system in the UI/UX aspect, especially regarding the content displayed being inappropriate and there were several features that were still less efficient. Based on these problems, this research applies the User Centered Design (UCD) method which places the user as the main focus in redesigning the UI/UX design. Then, evaluation was carried out by distributing a System Usability Scale (SUS) questionnaire to obtain feedback from users. The results of this research are a prototype for API Sport field rental system. Then, the prototype was tested using the System Usability Scale (SUS) method and obtained an average SUS score of 86.35 with the "Acceptable" category, grade "B" and rating "Best Imaginable". From the test results, it can be concluded that the redesign of API Sport field rental system has been successful and accepted by users.

Keywords: Redesign, UI/UX, API Sport Field Rental System, User Centered Design (UCD), System Usability Scale (SUS).

Abstrak

Sistem Sewa Lapangan API Sport merupakan produk digital berbasis web yang hadir sebagai solusi untuk mempermudah penyewaan lapangan olahraga. Faktor penentu kelanjutan dalam penggunaan suatu website sering kali terletak pada kualitas UI/UX. Berdasarkan hasil kuesioner System Usability Scale (SUS) dari sistem yang sudah berjalan, mendapatkan skor SUS 44 dengan grade “F” yang berarti belum mencukupi kebutuhan pengguna. Selain itu, pada sistem tersebut ditemukan permasalahan dalam aspek UI/UX terutama terkait konten yang ditampilkan kurang sesuai serta terdapat beberapa fitur yang masih kurang efisien. Dari permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan metode User Centered Design (UCD) yang menempatkan pengguna sebagai fokus utama dalam perancangan ulang desain UI/UX. Kemudian, evaluasi dilakukan dengan penyebaran kuesioner System Usability Scale (SUS) untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna. Hasil dari penelitian ini sebuah prototype untuk Sistem Sewa Lapangan API Sport. Kemudian, prototype tersebut diuji menggunakan metode System Usability Scale (SUS) dan mendapatkan rata-rata skor SUS sebesar 86,35 dengan kategori “Acceptable”, grade “B” dan rating “Best Imaginable”. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa redesain Sistem Sewa Lapangan API Sport telah berhasil dan diterima oleh pengguna.

Kata kunci: Redesain, UI/UX, Sistem Sewa Lapangan API Sport, User Centered Design (UCD), System Usability Scale (SUS).

PENDAHULUAN

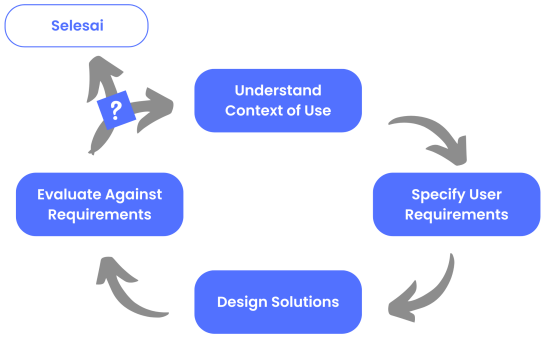
Perkembangan teknologi informasi saat ini berkembang begitu pesat dan cepat hingga membawa dampak terhadap berbagai aspek kehidupan termasuk dalam dunia olahraga. Internet dan platform digital telah menjadi sarana dalam meningkatkan layanan, informasi dan pengalaman interaktif bagi pengguna. Sistem Sewa Lapangan API Sport merupakan produk digital berbasis web dengan alamat www.infolapangan.com hadir menjadi jembatan untuk mempermudah bagi pengguna yang memiliki hobi olahraga untuk mendapatkan detail informasi lapangan yang dicari, ketersediaan jadwal lapangan hingga melakukan penyewaan lapangan tanpa harus datang ke lokasi lapangannya.

Faktor penentu kelanjutan penggunaan suatu website sering kali terletak pada kualitas UI/UX. Selain berperan sebagai penentu keberlanjutan, kualitas UI/UX juga sering dianggap sebagai indikator kredibilitas suatu produk. Jika sebuah produk digital memiliki desain UI/UX yang optimal, kemungkinan besar produk tersebut akan memiliki keunggulan kompetitif di pasar [1].

Berdasarkan hasil perhitungan kuesioner System Usability Scale (SUS) dengan jumlah 50 responden dari sistem yang sudah berjalan, mendapatkan rata – rata skor sebesar 44 dengan grade F yang berarti UI/UX pada Sistem Sewa Lapangan API Sport belum memenuhi kebutuhan pengguna. Selain itu, dari analisis sistem yang sudah berjalan, bahwa sistem tersebut sudah berfungsi dengan semestinya untuk mempermudah pengguna melakukan penyewaan lapangan. Akan tetapi, pada sistem tersebut ditemukan beberapa kekurangan dari aspek User Interface (UI) dan User Experience (UX). Kekurangan aspek User Interface (UI) pada Sistem Sewa Lapangan API Sport meliputi penggunaan tata letak dan tipografi yang kurang sesuai dengan konten yang ditampilkan. Kemudian, kekurangan aspek User Experience (UX) beberapa fitur masih kurang efisien pada bagian halaman pending dan nota.

Untuk menangani permasalahan yang timbul pada Sistem

© 2026 Penulis. Diterbitkan oleh Politeknik Negeri Banyuwangi. Lisensi CC BY 4.0.



Gambar 1. Metode User Centered Design

Sewa Lapangan API Sport, diperlukan suatu pendekatan yang melibatkan redesain tampilan website dengan menerapkan metode User Centered Design (UCD). Di mana pengguna ditempatkan sebagai fokus utama dalam perancangan dengan aspek-aspek User Interface dan User Experience [2]. Kemudian, proses pengujian dilakukan untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna menggunakan metode System Usability Scale (SUS). Pengujian dengan metode ini lebih fokus pada sudut pandang pengguna, sehingga hasil pengujian lebih sesuai dengan pengalaman yang dirasakan oleh pengguna. Pendekatan ini tidak membutuhkan jumlah responden yang besar, sehingga dapat menghemat waktu, tenaga dan biaya dalam pengujian [3]. Tujuan dari penerapan metode User Centered Design (UCD) dan System Usability Scale (SUS) adalah agar desain yang dihasilkan dapat secara optimal memenuhi kebutuhan, memberikan kenyamanan serta meningkatkan kepuasan pengalaman pengguna.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam proses redesain UI/UX adalah metode User Centered Design (UCD). Karena, metode tersebut berfokus pada pengguna dengan mempertimbangkan karakteristik khusus mereka, lebih spesifik dalam menciptakan solusi untuk masalah yang dihadapi [4]. Kemudian, metode UCD menjelaskan langkah-langkah yang terjadi selama siklus desain dan pengembangan, dengan fokus pada usaha memperoleh pemahaman yang mendalam tentang pengguna yang ditargetkan [5].

Selain itu, penelitian ini menggunakan metode pengujian System Usability Scale (SUS). Metode tersebut membutuhkan 50 responden untuk mendapatkan hasil yang valid [6] Dimana metode tersebut berujuan untuk mengetahui sudut pandang pengguna terkait tingkat efektivitas suatu sistem atau produk digital[7].

USER CENTERED DESIGN (UCD)

Pada Gambar 1 merupakan tahapan dari metode User Centered Design (UCD) yang menjelaskan bahwa tahapan tersebut harus dilakukan secara berulang hingga solusi desain yang dirancang sesuai kebutuhan pengguna. Terdapat 4 tahapan utaman yang meliputi :

Understand Context of Use

Tahapan awal yang dilakukan adalah memahami konteks penggunaan sistem, yaitu siapa yang akan menggunakan website atau aplikasi, tujuan penggunaan, dan pada situasi atau kondisi apa website atau aplikasi tersebut akan digunakan. Untuk mengetahui hal tersebut maka akan dilakukan wawancara dan penyebaran kuesioner SUS kepada pengguna.

Specify User Requirements

Setelah memahami konteks penggunaan sistem, tahapan selanjutnya dilakukan proses identifikasi untuk menentukan kebutuhan pengguna dalam menggunakan aplikasi. Untuk melakukan identifikasi pengguna akan dilakukan pembuatan user persona dan sitemap.

Design Solutions

Tahapan berikutnya merancang desain tampilan sesuai dengan kebutuhan pengguna yang telah ditentukan pada tahapan sebelumnya. Perancangan solusi desain menggunakan tools Figma.

Evaluate Against Requirements

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi dari desain yang telah dibuat dengan tujuan untuk mengetahui desain tersebut sudah memenuhi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Evaluasi akan dilakukan dengan melakuka penyebaran kuesioner SUS dari solusi desain yang telah dirancang.

SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)

System Usability Scale (SUS) merupakan salah satu metode usability testing yang dikembangkan oleh John Brooke pada tahun 1986. Kuesioner ini memiliki 10 pernyataan dengan perhitungan menggunakan skala likert 1-5 poin, dimana 1 memiliki makna sangat tidak setuju dan 5 sangat setuju. Kemudian, terdapat aturan dalam melakukan perhitungan skor System Usability Scale (SUS) sebagai berikut :

Pernyataan dengan nomor ganjil (1,3,5,7,9) dihitung dengan cara mengurangkan nilai dari responden dengan 1 (N-1).

Pernyataan dengan nomor genap (2,4,6,8,10) dihitung dengan cara mengurangkan nilai 5 dengan nilai dari responden (5-N).

Jumlah dari langkah 1 dan 2 kemudian dikalikan dengan 2,5.

Skor keseluruhan SUS dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata nilai dari responden atau dapat juga ditulisse-bagai berikut :

(1)

Keterangan :

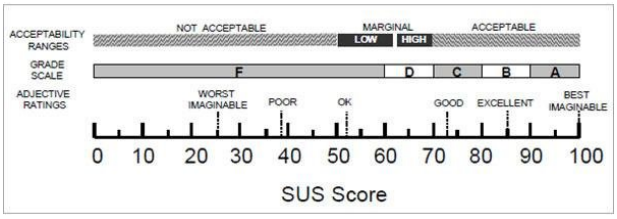
= Rata – rata skor SUS

= Jumlah keseluruhan dari skor SUS setiap responden

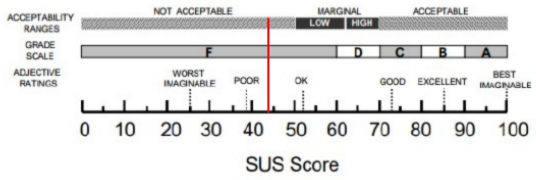
= Jumlah responden

Terdapat infografis penilaian skor SUS akan ditunjukkan pada Gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Infografis Skor SUS



Gambar 3. Infografis skor SUS sistem yang berjalan

UNDERSTAND CONTEXT OF USE

Tahapan ini merupakan tahapan pertama pada metode User Centered Design (UCD) dan akan dilakukan wawancara dan penyebaran kuesioner SUS sistem yang berjalan kepada pengguna.

Wawancara

Berdasarkan pertanyaan tersebut didapatkan hasil wawancara dengan pengguna sistem sewa lapangan API Sport pada Table 2 sebagai berikut :

Kuesioner SUS sistem berjalan

Pada tahapan ini dilakukan penyebaran kuesioner SUS pada sistem sewa lapangan API Sport dan memperoleh skor SUS sebesar 44 dengan kategori "Not Acceptable", grade "F" dan adjective rating "OK" yang memiliki arti bahwa sistem tersebut saat ini masih belum memenuhi kebutuhan pengguna. Hasil tersebut sesuai dengan infografis gambar 3 berikut :

SPECIFY USER REQUIREMENTS

Tahapan ini merupakan tahapan kedua pada metode User Centered Design (UCD) dan akan dilakukan identifikasi kebutuhan pengguna berupa user persona dan sitemap berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner SUS pada tahapan sebelumnya.

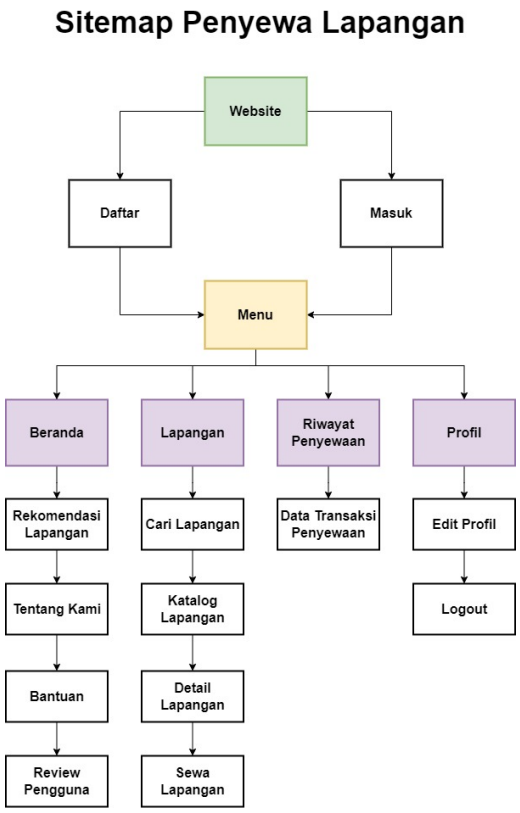
a) User Persona

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan sebelumnya akan menghasilkan user persona yang merupakan representasi pengguna yang mencakup rangkuman singkat mengenai karakteristik pengguna yang terdiri dari berbagai aspek termasuk identitas pengguna, tujuan penggunaan aplikasi atau website, kebutuhan, keresahan serta harapan atau keinginan dari pengguna.

b) Sitemap

Setelah selesai mendeskripsikan kebutuhan, permasalahan hingga harapan pengguna dengan user persona pada tahapan sebelumnya. Kemudian, untuk tahapan selanjutnya membuat sebuah sitemap berdasarkan seluruh informasi yang didapatkan dari user persona untuk mengelompokkan

Gambar 4. User Persona Pengguna



Gambar 5. Sitemap Penyewa Lapangan

mulai dari struktur halaman hingga konten yang dimuat yang nantinya akan diterapkan pada proses redesain UI/UX pada Sistem Sewa Lapangan API Sport.

DESIGN SOLUTIONS

Tahapan ini merupakan tahapan ketiga pada metode User Centered Design (UCD) dan akan dilakukan merancang solusi desain berdasarkan hasil identifikasi pengguna yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya.

Modal Masuk Akun

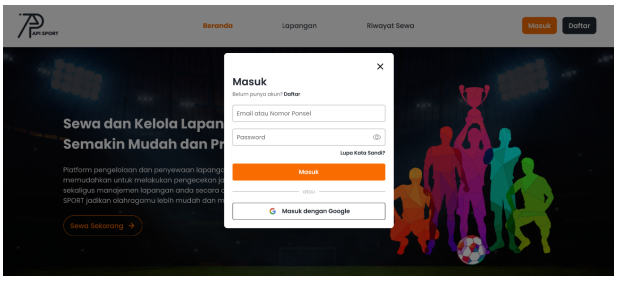
Pada navbar bagian kanan terdapat tombol untuk menampilkan modal masuk akun pengguna. Modal tersebut memiliki dua metode meliputi memasukkan email dengan password atau dengan akun google yang telah terdaftar.

Tabel 1. Daftar pertanyaan wawancara

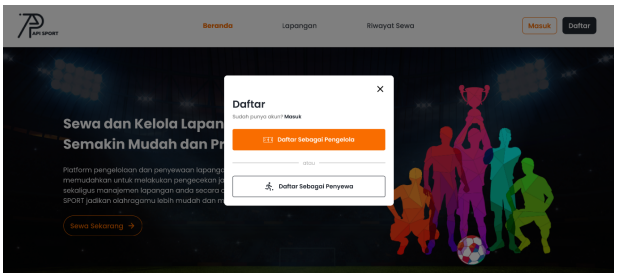
No	Pertanyaan
1	Apakah sebelumnya anda tau jika ada website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?
2	Apakah sebelumnya anda pernah menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?
3	Apa tujuan anda ketika menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?
4	Apa keresahan anda ketika menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?
5	Apa keinginan atau harapan anda setelah menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?

Tabel 2. Hasil wawancara dengan penyewa lapangan

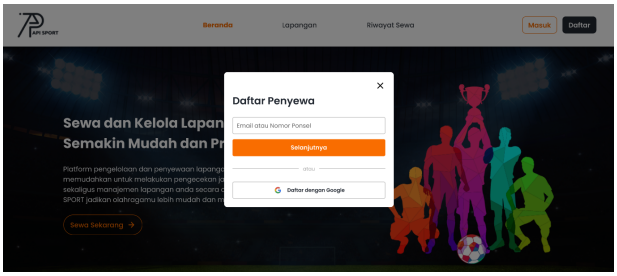
Hasil Wawancara Responden : M. Dita Sifa	
Pertanyaan	Jawaban
Apakah sebelumnya anda tau jika ada website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?	Saya tau website Sewa Lapangan API Sport ini dari teman saya yang sebelumnya lebih dahulu menyewa salah satu lapangan di GOR ABC.
Apakah sebelumnya anda pernah menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?	Pernah, sekitar 3 – 4 kali saya menyewa lapangan GOR ABC melalui website Sewa Lapangan API Sport
Apa tujuan anda ketika menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?	Saya biasanya mengecek jadwal lapangan yang tersedia sekaligus menyewa lapangan GOR ABC melalui website Sewa Lapangan API Sport
Apa keresahan anda ketika menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?	Hal yang menurut saya kurang efisien adalah pada bagian riwayat yang dibedakan nota dan pending. Kemudian, untuk tampilan khususnya pada detail lapangan dan nota masih terkesan kasar. Selain itu, saya bingung dengan tampilan tentang kami dan tutorial mengapa harus disendirikan. Yang terakhir, ketika login, tidak langsung mengarah ke website nya harus refresh terlebih dahulu.
Apa keinginan atau harapan anda setelah menggunakan website Sistem Kelola dan Sewa Lapangan API Sport?	Kedepannya untuk website API Sport bisa lebih diringkas untuk halamannya agar alur penyewaan menjadi lebih jelas. Kemudian, untuk tampilannya bisa ditingkatkan lagi agar lebih menarik dan mudah dipahami sehingga orang yang baru mengunjungi website ini akan memiliki kesan yang baik.



Gambar 6. Tampilan Modal Masuk Akun Pengguna



Gambar 7. Tampilan Modal Daftar Akun Utama



Gambar 8. Tampilan Modal Daftar Akun Penyewa

Modal Daftar Akun Utama

Selain tombol masuk, pada navbar bagian kanan terdapat tombol untuk menampilkan modal daftar akun pengguna. Modal tersebut memiliki dua opsi untuk mendaftar sebagai penyewa lapangan atau pengelola lapangan.

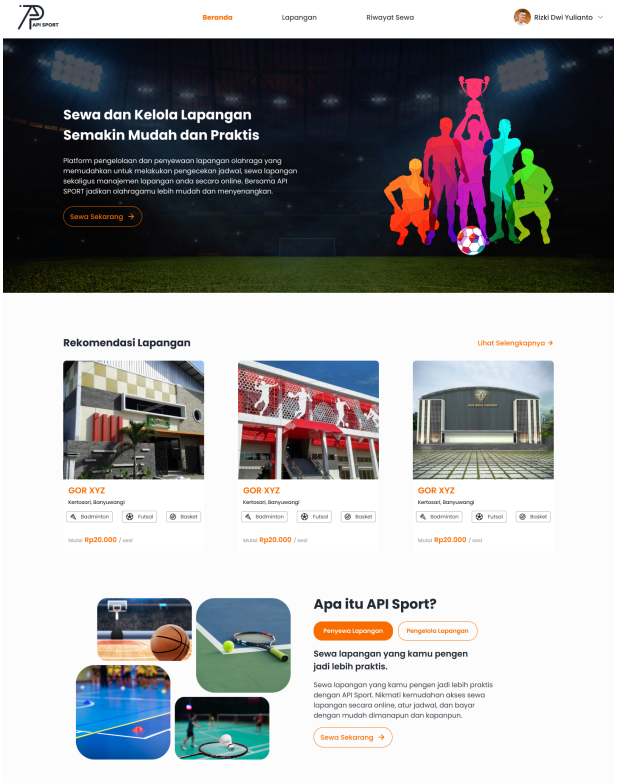
Modal Daftar Akun Penyewa Lapangan

Modal ini merupakan modal lanjutan dari modal daftar akun utama. Modal tersebut terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk melakukan daftar akun diantranya memasukkan email atau nomor telfon dan mendaftar menggunakan akun google yang aktif.

Halaman Beranda

Halaman beranda bagian 1 akan menampilkan beberapa konten yang meliputi hero section, kemudian terdapat rekomendasi lapangan dan penjelasan singkat terkait penyewa dan pengelola lapangan pada website API Sport.

Halaman beranda bagian 2 akan menampilkan konten berupa gambaran alur utama dan beberapa video terkait tutorial dalam mengakses fitur pada website. Kemudian,



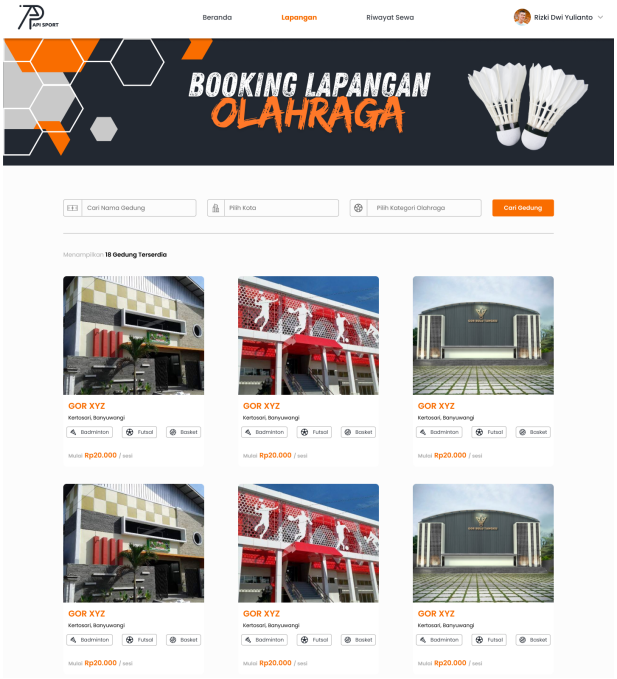
Gambar 9. Tampilan Halaman Beranda Bagian 1

Gambar 10. Tampilan Halaman Beranda Bagian 2

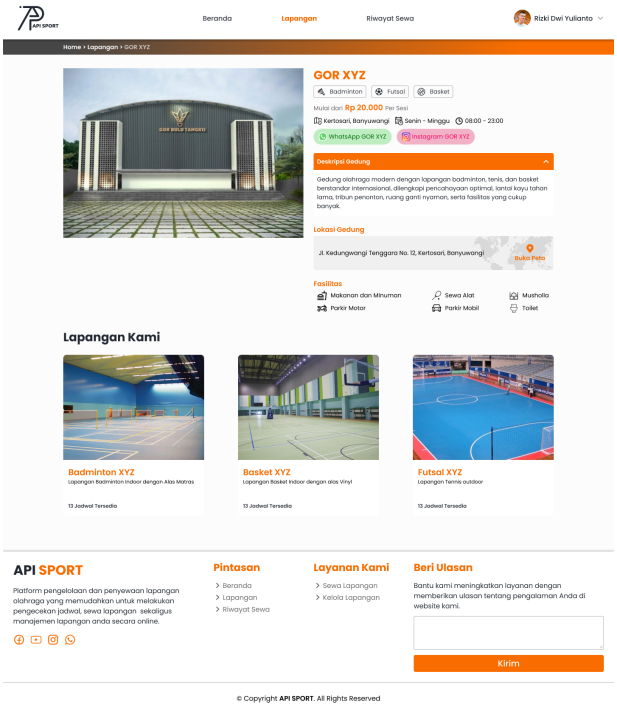
terdapat konten mengenai review dari pengguna.

Halaman Lapangan

Halaman lapangan menampilkan katalog dari gedung olahraga yang disewakan. Selain itu, pada halaman tersebut terdapat fitur filter untuk menentukan karakteristik gedung olahraga berdasarkan nama gedung, lokasi gedung maupun kategori olahraga.



Gambar 11. Tampilan Halaman Lapangan



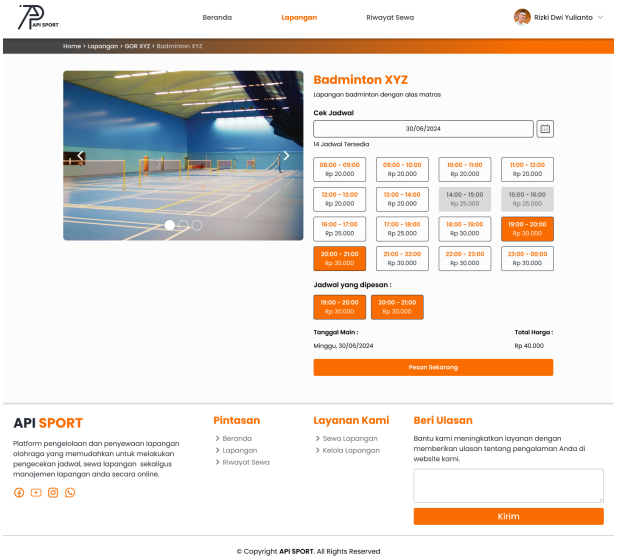
Gambar 12. Tampilan Halaman Detail Gedung

Halaman Detail Gedung

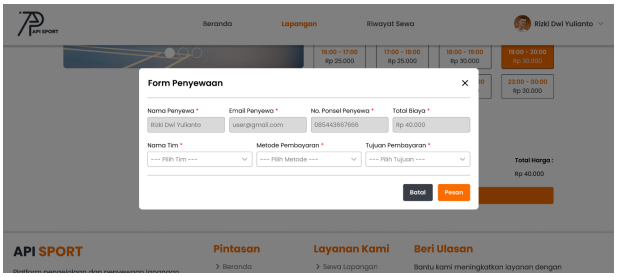
Halaman gedung detail menampilkan detail informasi terkait gedung yang meliputi foto gedung, nama gedung, kategori olahraga, harga lapangan, lokasi gedung, hari dan jam operasional gedung, kontak gedung, deskripsi gedung, fasilitas dan katalog lapangan pada gedung tersebut..

Halaman Detail Lapangan

Halaman detail lapangan menampilkan detail informasi terkait lapangan yang telah dipilih yang meliputi foto lapan-



Gambar 13. Tampilan Halaman Detail Lapangan



Gambar 14. Tampilan Modal Formulir Penyewaan

gan, nama lapangan, deskripsi lapangan dan jadwal lapangan yang tersedia. Pada halaman ini terdapat tombol "pesan sekarang" untuk penyewaan lapangan yang dipilih.

Modal Formulir Penyewaan

Modal formulir penyewaan menampilkan beberapa formulir yang perlu diisi yang meliputi nama tim penyewa, metode pembayaran yang tersedia dan yang terakhir adalah menentukan tujuan pembayaran.

Halaman Pembayaran

Halaman pembayaran menampilkan informasi terkait transaksi yang dilakukan oleh penyewa lapangan yang meliputi gedung yang disewa, lokasi gedung yang disewa, lapangan yang disewa, jadwal dan harga yang disewa.

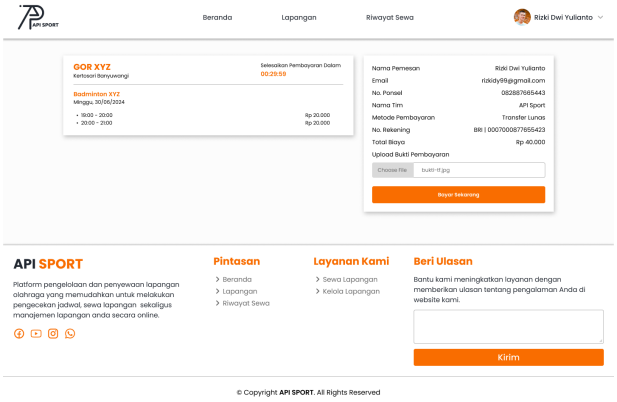
Selain itu, terdapat sebuah aksi yang perlu dilakukan oleh penyewa lapangan berupa mengunggah bukti pembayaran sebagai syarat sudah melakukan pembayaran.

Halaman Riwayat Sewa

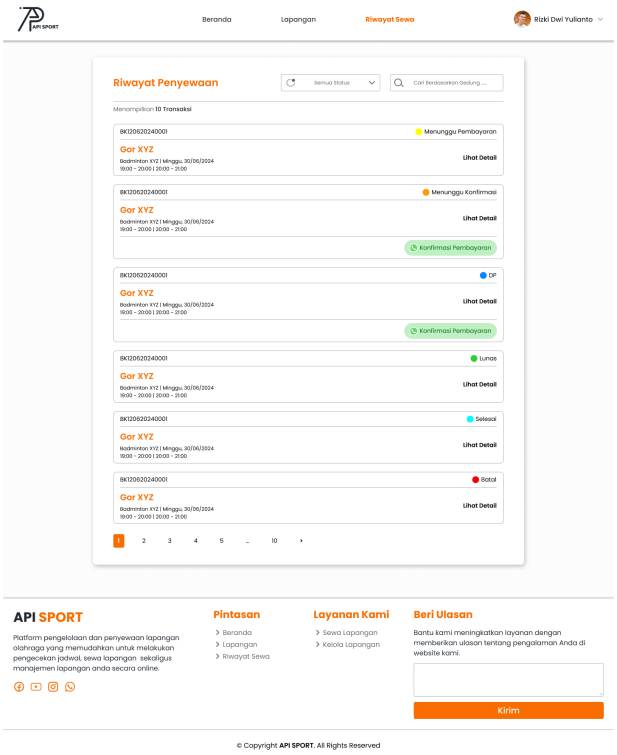
Halaman riwayat sewa menampilkan informasi seluruh transaksi yang dilakukan oleh penyewa lapangan. Kemudian, pada halaman ini terdapat fitur filter untuk mencari transaksi berdasarkan nama gedung atau status.

Modal Detail Transaksi

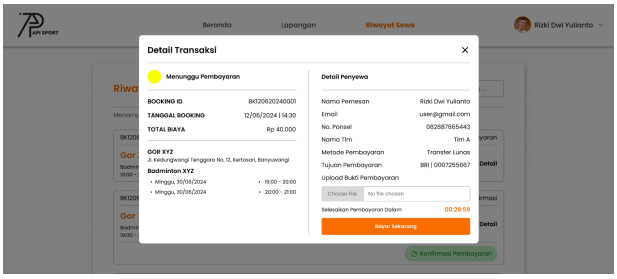
Modal detail transaksi menampilkan informasi mengenai data transaksi yang meliputi selurh data penyewa lapangan,



Gambar 15. Tampilan Halaman Pembayaran



Gambar 16. Tampilan Halaman Riwayat Sewa

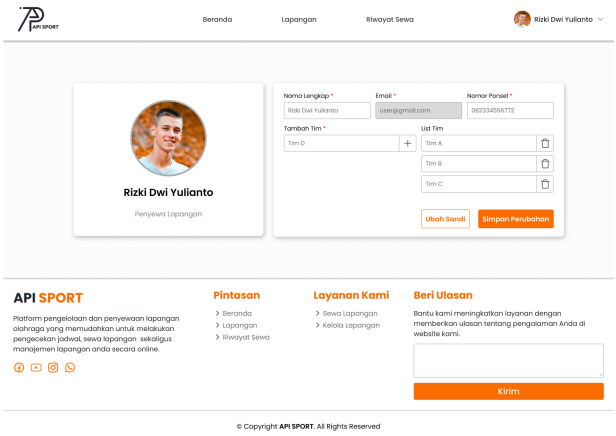


Gambar 17. Tampilan Modal Detail Transaksi

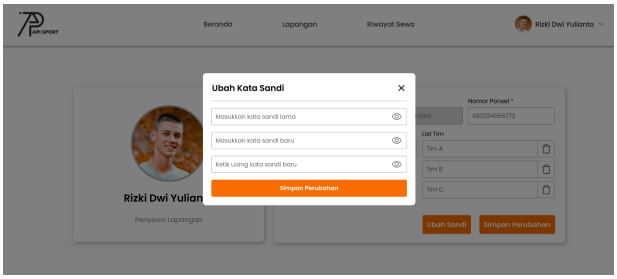
status transaksi, kode transaksi, total biaya, gedung dan lapangan yang disewa.

Halaman Profil Akun Penyewa

Halaman profil akun menampillkan informasi data akun pengguna serta dapat melakukan perubahan data tersebut



Gambar 18. Tampilan Halaman Profil Akun Penyewa



Gambar 19. Tampilan Modal Ubah Kata Sandi

yang meliputi foto profil, nama lengkap, nomor ponsel dan tim yang dimiliki.

Modal Ubah Kata Sandi

Modal ubah kata sandi memiliki 3 kolom yang perlu diisi yang meliputi memasukkan kata sandi lama kemudian kata sandi baru dan yang terakhir untuk konfirmasi memasukkan ulang kata sandi yang baru, jika sudah penyewa lapangan dapat menyimpan dengan menekan tombol "simpan perubahan".

EVALUATE AGAINST REQUIREMENTS

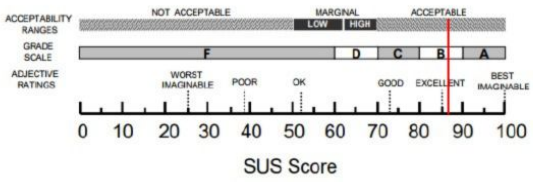
Setelah solusi desain telah dibuat maka untuk tahapan yang dilakukan adalah melakukan pengujian desain dengan melakukan penyebaran kuesioner System Usability Scale (SUS) dengan jumlah 50 responden. Tujuan dari penyebaran kuesioner tersebut untuk mengetahui solusi desain yang telah dibuat sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Berdasarkan Tabel 3 merupakan data dari hasil penyebaran kuesioner SUS untuk solusi desain yang telah dibuat untuk Sewa Lapangan API Sport. Dari hasil perhitungan data tersebut mendapatkan rata-rata skor SUS sebesar 86,35 dengan kategori "Acceptable", grade "B" dan rating "Best Imaginable". Hasil tersebut sesuai dengan infografis gambar 19 berikut :

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian redesain UI/UX pada sistem sewa lapangan API Sport dapat disimpulkan bahwa

Penerapan metode pengembangan User Centered Design



Gambar 20. Infografis skor SUS solusi desain

(UCD) dalam melakukan analisa kebutuhan pengguna pada Sistem Sewa Lapangan API Sport menempatkan pengguna sebagai fokus utama pada setiap tahapan pengembangan, sehingga menghasilkan solusi desain UI/UX sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Penerapan metode pengujian dengan penyebaran kuesioner System Usability Scale (SUS) sebelum redesain dengan setelah redesain, skor SUS yang diperoleh berhasil meningkat dari 44 menjadi 86,35 dengan kategori "Acceptable", grade "B" dan rating "Best Imaginable".

DAFTAR PUSTAKA

[1] Indra Irawan, B. (2022). Perancangan User Interface Dan User Experience Dengan Metode User Centered Design Pada Situs Web "Kalografi." Automata, 1–72.

[2] Apias Risky, H., Irmayanti, D., & Hafid Totohendarto, M. (2023). Redesign Ui/Ux Aplikasi Mobile My Pertamina Menggunakan Metode User Centered Design (Ucd). JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika), 7(3), 1823–1829. https://doi.org/10.36040/jati.v7i3.6965

[3] Kaban, E., Candra Brata, K., & Hendra Brata, A. (2020). Evaluasi Usability Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS) Dan Discovery Prototyping Pada Aplikasi PLN Mobile (Studi Kasus PT. PLN). Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 4(10), 3281–3290. http://j-ptiik.ub.ac.id

[4] Wijaya, A. S. (2019). Human Centered Design dan Perbedaan dengan User Centered Design. https://sis.binus.ac.id/2019/06/21/human-centered-design-dan-perbedaan-dengan-user-centered-design-2/

[5] Joesphine, N., Martin, R., & Oktavia, T. (2022). EVALUATION IMPLEMENTATION OF UI / UX IN MONITORING & CONTROLLING STUDY IMPROVEMENT WITH USER-CENTERED DESIGN METHOD. 100(9), 3129–3156.

[6] Brooke, J. (2013). SUS : A Retrospective. 8(2), 29–40.

[7] Novan, M., Arida, L., & Rahning, A. (2023). Evaluasi Desain Aplikasi Delivery Menggunakan Metode System Usability Scale. 2(November), 211–218.

Tabel 3. Hasil kuesioner SUS setelah redesain

R	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q 10	SUS
1	4	4	3	3	4	3	3	4	3	2	82,5
2	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	85
3	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	85
4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	90
5	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	82,5
6	4	4	4	3	4	4	2	4	4	2	87,5
7	3	3	3	4	3	4	2	4	3	4	82,5
8	3	3	2	2	4	4	4	3	3	2	75
9	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	87,5
10	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	87,5
11	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	90
12	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	92,5
13	3	2	3	3	4	4	3	2	3	2	77,5
14	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	90
15	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	87,5
16	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	92,5
17	4	3	3	2	4	4	3	4	3	4	85
18	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	90
19	4	3	3	4	4	4	4	2	4	2	85
20	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	82,5
21	3	4	4	3	4	3	2	3	4	3	82,5
22	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	90
23	4	4	3	2	4	3	4	4	4	2	87,5
24	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	87,5
25	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	90
26	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	92,5
27	3	3	3	2	4	3	4	3	3	3	77,5
28	4	3	4	2	4	4	4	3	4	3	85
29	3	3	3	2	4	3	3	3	3	2	72,5
30	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	87,5

Tabel 4. Lanjutan hasil kuesioner SUS setelah redesain

R	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q 10	SUS
31	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	92,5
32	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	90
33	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	85
34	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	90
35	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	90
36	3	3	4	2	2	3	3	3	3	2	70
37	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	85
38	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	95
39	2	4	3	3	4	4	4	3	4	3	85
40	4	3	3	2	4	4	4	3	4	2	82,5
41	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	90
42	4	3	3	2	4	4	4	2	4	4	85
43	4	4	3	3	4	4	4	4	3	2	87,5
44	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	92,5
45	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	90
46	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	90
47	4	3	3	3	4	4	3	4	3	2	82,5
48	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	80
49	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	95
50	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	90

Jumlah	4317,5
Rata – Rata	86,35

JURNAL SESSION
Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering

Vol. 5, No. 1, September 2026, Halaman 28–36
E-ISSN: 2963-9026 (Online)
DOI: 10.57203/session.v5i1.2026.28-36
https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/session

Peramalan Harga Reksa Dana di Indonesia dengan Pendekatan Linear dan Hibrida

Forecasting Mutual Fund Prices in Indonesia Using Linear and Hybrid Approaches

Gymnastiar Al Khoarizmy[1*], Feryadi Yulius[1], dan Elok Fiola[1]

[1]Program Studi Sains Data, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

[*]*Penulis korespondensi: gymnastiar.122450096@student.itera.ac.id*

Abstract

Post-pandemic, the Indonesian capital market has exhibited dynamic fluctuations, driving retail investment growth in equity mutual funds such as the Sucorinvest Equity Fund. Historically, price predictions for financial assets often default to complex deep learning architectures; however, whether non-linear deep learning provides statistically significant advantages on persistent financial series dominated by strong autocorrelation remains an open question. This study rigorously evaluates the efficiency of linear regularized regression (ElasticNet) enhanced with autoregressive lag features and Principal Component Analysis (PCA) against a hybrid ElasticNet-LSTM residual architecture. The baseline ElasticNet model achieved remarkable forecasting accuracy (R^2 = 0,9672, RMSE = 25,3143), predominantly driven by lag-1 price inertia. In contrast, incorporating an LSTM model to capture residual non-linear patterns yielded an identical R^2 of 0,9672 and an RMSE of 25,3052. The Diebold-Mariano test (p = 0,2659) confirmed that the hybrid model's improvement was not statistically significant, indicating that residual errors closely resemble stochastic white noise. Consequently, this study substantiates Occam's razor in financial time-series forecasting: for high-persistence daily price levels, a parsimonious and interpretable linear approach offers superior practical efficiency and computational economy over complex deep learning architectures.

Keywords: Autocorrelation, Diebold-Mariano Test, ElasticNet, Hybrid Model, LSTM, Mutual Funds, Occam's Razor, Time-Series Forecasting

Abstrak

Pasca pandemi COVID-19, pasar modal Indonesia menunjukkan fluktuasi yang dinamis, mendorong peningkatan minat investasi pada reksa dana saham seperti Sucorinvest Equity Fund. Prediksi harga aset finansial sering kali langsung mengandalkan arsitektur *deep learning* yang kompleks; namun, efektivitas penambahan kompleksitas non-linear pada data yang didominasi oleh autokorelasi tinggi masih memerlukan pembuktian kritis. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efisiensi pendekatan regresi linear teregularisasi (ElasticNet) yang diperkuat dengan fitur kelambatan waktu (*lag*) dan Principal Component Analysis (PCA) dibandingkan dengan model hibrida ElasticNet-LSTM yang memodelkan sisaan (*residual*). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model linear dasar mampu mencapai akurasi peramalan yang sangat tinggi (R^2 = 0,9672, RMSE = 25,3143) yang didominasi oleh inersia harga lag-1. Sementara itu, penambahan model LSTM pada residual hanya menghasilkan RMSE 25,3052 dengan R^2 identik (0,9672). Uji Diebold-Mariano menghasilkan nilai p = 0,2659, membuktikan bahwa penambahan LSTM tidak memberikan perbaikan kinerja yang signifikan secara statistik karena sisaan telah mendekati derau putih (*white noise*). Studi ini menegaskan validitas prinsip Occam's razor dalam peramalan deret waktu finansial: untuk horizon prediksi harian berpersistensi tinggi, pendekatan linear yang sederhana, hemat komputasi, dan mudah diinterpretasikan terbukti jauh lebih efisien dan praktis dibandingkan arsitektur *deep learning* yang kompleks.

Kata Kunci: Autokorelasi, ElasticNet, LSTM, Model Hibrida, Occam's Razor, Peramalan Deret Waktu, Reksa Dana, Uji Diebold-Mariano

PENDAHULUAN

Pasar modal memegang peranan krusial sebagai sumber mobilisasi tabungan dan penyediaan kredit jangka panjang yang berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi di Indonesia [1]. Dalam ekosistem ini, reksa dana telah menjadi salah satu instrumen investasi yang semakin populer di kalangan masyarakat, menawarkan keunggulan diversifikasi portofolio dan manajemen profesional yang didukung oleh regulasi Otoritas Jasa Keuangan (OJK) [2]. Reksa dana berfungsi sebagai wahana investasi yang mengagregasi dana dari banyak investor, mengarahkannya ke dalam berbagai kelas aset seperti saham, obligasi, dan instrumen pasar uang, sehingga menjadi pilihan menarik bagi masyarakat yang ingin berpartisipasi di pasar modal secara terukur.

Di tengah dinamika pasar, terutama pada periode pascapandemi COVID-19 (2022–2025), kinerja reksa dana saham sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor makroekonomi dan sentimen sektoral. Studi empiris menunjukkan bahwa variabel makroekonomi seperti laju inflasi dan suku bunga acuan Bank Indonesia (BI Rate) memiliki dampak signifikan terhadap pergerakan Nilai Aktiva Bersih (NAB) per unit penyertaan [3]. Selain itu, fluktuasi nilai tukar Rupiah terhadap Dolar AS (kurs JISDOR) dan indeks saham sektoral terbukti menjadi penentu utama pergerakan aset dasar [4]. Kondisi pasar yang volatil ini menciptakan tantangan analitis yang besar bagi manajer investasi dan investor ritel dalam memprediksi valuasi reksa dana secara akurat demi memitigasi risiko penurunan pasar (*drawdown*).

Seiring dengan perkembangan teknologi komputasi, penerapan pembelajaran mesin (*machine learning*) dan pembelajaran mendalam (*deep learning*) dalam analisis finansial telah berkembang pesat. Berbagai penelitian terkini telah mengeksplorasi arsitektur jaringan saraf berulang seperti Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent

© 2026 Penulis. Diterbitkan oleh Politeknik Negeri Banyuwangi. Lisensi CC BY 4.0.

Unit (GRU) untuk memprediksi harga aset keuangan [5]. Namun, penerapan model *deep learning* yang sangat kompleks pada data pasar sering kali dilakukan secara langsung (*black-box*) tanpa mengevaluasi struktur dasar data secara kritis. Pada data deret waktu finansial berfrekuensi harian, karakteristik autokorelasi (ketergantungan harga pada periode sebelumnya) umumnya sangat dominan, di mana tingkat persistensi momentum sering kali menjelaskan sebagian besar varians pergerakan harga.

Menutupi kesenjangan penelitian tersebut, keunikan (*uniqueness*) dan kebaruan utama dari penelitian ini terletak pada pengujian kritis terhadap prinsip parsimoni (Occam's razor) dalam peramalan reksa dana di Indonesia. Alih-alih langsung mengasumsikan model *deep learning* pasti lebih unggul, penelitian ini membandingkan secara langsung antara model regresi linear teregularisasi yang efisien (ElasticNet) dengan arsitektur hibrida dua tahap (ElasticNet + LSTM pada residual), kemudian memvalidasi signifikansi peningkatannya menggunakan Uji Diebold-Mariano [8]. Alasan pemilihan ElasticNet sebagai model dasar adalah keunggulannya dalam menggabungkan penalti L1 (Lasso) dan L2 (Ridge), yang memungkinkan seleksi fitur otomatis sekaligus mengatasi masalah multikolinearitas antar indikator ekonomi secara stabil. Sementara itu, LSTM dipilih untuk memodelkan sisaan (*residual*) karena kemampuannya mendeteksi dependensi temporal non-linear jangka panjang. Penggunaan Principal Component Analysis (PCA) [7] pada fitur eksternal bertujuan mereduksi dimensi dan menghilangkan korelasi antar indikator, sehingga model terhindar dari kutukan dimensi (*curse of dimensionality*). Penelitian ini secara spesifik menguji hipotesis ilmiah: apakah penambahan *deep learning* non-linear pada residual memberikan peningkatan akurasi yang signifikan secara statistik setelah komponen autokorelasi linear yang dominan dimodelkan secara optimal.

METODE PENELITIAN

Pendekatan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini dirancang secara sistematis melalui lima tahapan utama: (1) pengumpulan dan kurasi dataset deret waktu harian pasar modal dan makroekonomi pasca-pandemi; (2) pra-pemrosesan data mencakup penanganan nilai hilang, pembuatan fitur kelambatan waktu (*lag*), penormalan skala (*scaling*), dan reduksi dimensi ortogonal dengan PCA; (3) perancangan dan pelatihan model linear teregularisasi ElasticNet sebagai model dasar (*baseline*); (4) pemodelan sisaan (*residual*) menggunakan arsitektur *deep learning* LSTM untuk mendeteksi pola non-linear; dan (5) evaluasi komparatif komprehensif menggunakan metrik RMSE, MAE, R^2, Akurasi Arah (*Directional Accuracy*), serta Uji Hipotesis Diebold-Mariano [8].

DATASET DAN PERIODE ANALISIS

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data deret waktu harian dari produk Reksa Dana Saham Sucorinvest Equity Fund (kode variabel: Sucorinvest_Close) sebagai variabel target, yang diintegrasikan dengan 12 variabel eksternal mencakup saham konstituen utama portofolio, indeks pasar, kurs valuta asing, dan indikator makroekonomi domestik. Pemilihan produk Sucorinvest Equity Fund didasarkan pada rekam jejaknya sebagai salah satu reksa dana saham dengan dana kelolaan (AUM) besar, likuiditas transaksi tinggi, serta sensitivitas yang kuat terhadap dinamika pasar ekuitas Indonesia pasca-pandemi. Tabel 1 menyajikan rincian lengkap mengenai definisi dan sumber dari masing-masing variabel yang digunakan.

Periode analisis yang dipilih mencakup rentang waktu 6 Januari 2022 hingga 13 Juni 2025, menghasilkan 897 observasi hari bursa setelah pembersihan data. Justifikasi pemilihan horizon waktu ini adalah untuk secara spesifik menangkap rezim pasar pasca-pandemi yang diwarnai oleh normalisasi kebijakan moneter, volatilitas inflasi global, serta penyesuaian suku bunga tinggi Bank Indonesia. Data dibagi secara kronologis (tanpa pengacakan guna menjaga integritas temporal) menjadi 80% data latih (717 observasi, periode 6 Januari 2022 hingga 19 September 2024) dan 20% data uji (180 observasi, periode 20 September 2024 hingga 13 Juni 2025), mengikuti proporsi baku pembagian data deret waktu [6].

PRA-PEMROSESAN DATA DAN REKAYASA FITUR (DATA PREPROCESSING AND FEATURE ENGINEERING)

Untuk mempersiapkan data sebelum pemodelan, dilakukan beberapa langkah rekayasa dan pra-pemrosesan fitur yang krusial.

Rekonstruksi Fitur Kelambatan Waktu (Lag Features)

Mengingat sifat data deret waktu finansial yang memiliki persistensi dan autokorelasi tinggi, dibuat tiga fitur kelambatan waktu (lag_1, lag_2, lag_3) dari variabel target penutupan harga reksa dana. Fitur lag_1, lag_2, dan lag_3 merepresentasikan harga penutupan $t-1$, $t-2$, dan $t-3$ hari bursa sebelumnya. Penyertaan fitur kelambatan waktu ini memungkinkan model menangkap inersia harga dan momentum jangka pendek yang merupakan sinyal prediktif terkuat pada data pasar.

Penormalan Skala (Scaling) dan Reduksi Dimensi dengan PCA

Untuk menangani perbedaan skala dan potensi multikolinearitas di antara 12 fitur eksternal, diterapkan pendekatan dalam dua tahap:

Pemisahan Fitur dan Penormalan Skala (Min-Max Scaling)

Fitur-fitur prediktor dipisahkan secara ketat menjadi dua kelompok: fitur internal kelambatan waktu (lag) dan 12 fitur eksternal makroekonomi/pasar. Metode penormalan skala Min-Max Scaling diterapkan khusus pada 12 fitur eksternal untuk mentransformasikan nilainya ke rentang $[0, 1]$. Langkah ini krusial untuk mencegah variabel berskala nominal besar (seperti kurs JISDOR yang bernilai belasan ribu rupiah) mendominasi proyeksi analisis komponen utama dibandingkan variabel berformat persentase (seperti laju inflasi dan BI Rate).

Tabel 1. Deskripsi variabel yang digunakan

Variabel	Deskripsi
Variabel Target	
Sucorinvest Close	Harga penutupan harian dari Reksa Dana Saham Sucorinvest, sebagai variabel y yang akan diprediksi.
Fitur Internal (Dependensi Temporal)	
lag1, lag2, lag3	Harga penutupan Sucorinvest dari 1, 2, dan 3 hari sebelumnya. Digunakan untuk menangkap momentum dan autokorelasi.
Fitur Eksternal (Konteks Pasar dan Ekonomi)	
ASII, BBRI, BBTN, BMRI, PGAS Close	Harga penutupan harian dari saham-saham utama yang relevan dengan portofolio, merepresentasikan kinerja aset dasar.
LQ45, IDX Finance Close	Indeks pasar saham utama di Indonesia, merepresentasikan sentimen pasar secara umum dan sektoral.
JISDOR Close	Kurs referensi Rupiah terhadap Dolar AS (harian), merefleksikan risiko nilai tukar dan sentimen pasar global.
Inflation Rate, BI Rate	Indikator makroekonomi utama (bulanan dan sesuai kebijakan), merefleksikan kondisi ekonomi domestik.
CPI Financial, Consumer Confidence	Indikator sentimen konsumen dan inflasi sektoral (bulanan), memberikan gambaran kondisi ekonomi dari sisi permintaan.

Principal Component Analysis (PCA) untuk Dekorelasi Fitur

PCA diterapkan pada 12 fitur eksternal yang telah dinormalisasi. Sebagai teknik statistik transformasi ortogonal linier [7], PCA bertujuan mengonversi serangkaian variabel yang saling berkorelasi menjadi variabel baru yang saling bebas linier (komponen utama/*principal components*). Berdasarkan analisis varians kumulatif, 9 komponen utama (PC1 hingga PC9) dipilih karena mampu menjelaskan 97,66% dari total varians data eksternal, sekaligus mengeliminasi multikolinearitas dan mempercepat konvergensi pelatihan *neural network*. Matriks fitur akhir yang digunakan dalam pemodelan terdiri dari gabungan 3 fitur lag asli dan 9 komponen PCA ortogonal.

Matriks fitur akhir yang digunakan untuk pemodelan terdiri dari gabungan 3 fitur lag asli dan 9 komponen PCA.

PERANCANGAN MODEL (MODEL DESIGN)

Penelitian ini membandingkan dua arsitektur pemodelan, yaitu Model A (Model Dasar ElasticNet) dan Model B (Model Hibrida ElasticNet + LSTM pada Residual). ElasticNet dipilih sebagai model dasar linier karena memadukan penalti regularisasi L1 (Lasso) dan L2 (Ridge). Formulasi fungsi objektif optimasi penalti ElasticNet disajikan pada Persamaan (1):

$$\min_{\beta}\left\{\frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - X_i\beta)^2 + \alpha\rho\sum_{j=1}^{p}|\beta_j| + \frac{\alpha(1-\rho)}{2}\sum_{j=1}^{p}\beta_j^2\right\} \tag{1}$$

di mana α adalah parameter intensitas regularisasi total dan ρ adalah rasio penalti L1 terhadap L2 (l1_ratio). Penalti L1 mendorong seleksi fitur secara tegas (*sparsity*), sedangkan penalti L2 mempertahankan stabilitas koefisien saat terdapat variabel yang berkorelasi tinggi. Penalaan hiperparameter (*hyperparameter tuning*) dilakukan secara otomatis melalui validasi silang deret waktu 5-lipat (ElasticNetCV), yang menghasilkan nilai parameter optimal $\alpha = 0,1842$ dan $\text{l1_ratio} = 0,10$.

Model B dibangun berdasarkan paradigma dekomposisi deret waktu linier dan non-linier. Asumsi dasar pendekatan ini adalah bahwa hubungan antara variabel ekonomi dan harga aset finansial mengandung komponen linier dominan yang dapat ditangkap oleh ElasticNet, serta komponen non-linear tersembunyi yang tersisa pada sisaan (*residual*). Sisaan e_t dihitung sebagai selisih antara nilai aktual y_t dan prediksi linier $\hat{y}_{\text{linear}}$. Jika sisaan tersebut masih mengandung dependensi temporal terstruktur, maka model *deep learning* akan mampu mengekstrak pola tersebut untuk mengoreksi kesalahan prediksi linier.

Arsitektur LSTM dirancang khusus untuk memodelkan sisaan (*residual*) dengan input sekuensial berupa 9 komponen PCA selama jendela historis 15 hari bursa (*lookback window* = 15). Arsitektur jaringan saraf terdiri dari lapisan pertama LSTM dengan 50 unit (return_sequences=True), lapisan Dropout (0,2) untuk regularisasi, lapisan kedua LSTM dengan 25 unit, lapisan Dropout (0,2), dan diakhiri dengan lapisan Dense (1 neuron) sebagai penaksir koreksi residual. Model dilatih menggunakan optimizer Adam dan fungsi rugi Mean Squared Error (MSE). Prediksi final model hibrida diperoleh melalui penjumlahan: $\hat{y}_{\text{final}} = \hat{y}_{\text{ElasticNet}} + \hat{e}_{\text{LSTM}}$.

Alur kerja dari skema perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 1 dan sebagai berikut:

1. Prediksi linear dibuat menggunakan model ElasticNet yang telah dilatih (Model A).
2. Residual, yaitu selisih antara harga aktual dan prediksi linear, dihitung.
3. Sebuah model Long Short-Term Memory (LSTM) dilatih untuk memprediksi residual ini. Input untuk LSTM adalah sekuens dari 9 komponen PCA, dengan panjang sekuens 15 hari.

4. Prediksi akhir dari model hibrida diperoleh dengan menjumlahkan prediksi dari ElasticNet dan prediksi residual dari LSTM.

METRIK EVALUASI DAN UJI SIGNIFIKANSI STATISTIK DIEBOLD-MARIANO

Kinerja kedua model dievaluasi pada data uji (180 hari bursa) menggunakan metrik evaluasi baku: Root Mean Squared Error (RMSE) pada Persamaan (2), Mean Absolute Error (MAE) pada Persamaan (3), koefisien determinasi (R^2), serta Akurasi Arah Pergerakan (*Directional Accuracy*). Untuk membuktikan apakah selisih akurasi antara model dasar ElasticNet dan model Hibrida signifikan secara statistik atau hanya variasi acak, dilakukan Uji Hipotesis Diebold-Mariano (DM test) [8]. Uji ini menguji hipotesis nol (H_0) bahwa kedua model memiliki akurasi peramalan yang setara ($\bar{d} = 0$) berdasarkan fungsi kerugian kuadrat residual (*MSE loss differential*).

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2} \tag{2}$$

$$\text{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i| \tag{3}$$

di mana y_i adalah nilai aktual, $\hat{y}_i$ adalah nilai prediksi, dan n adalah jumlah sampel. R^2 dan *Directional Accuracy* juga digunakan. Untuk validasi statistik, digunakan Uji Diebold-Mariano [8].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dari eksperimen komparatif, dimulai dengan analisis data eksploratif, diikuti oleh perbandingan kuantitatif kinerja model, dan diakhiri dengan validasi statistik.

ANALISIS DATA EKSPLORATIF

Sebelum pemodelan, dilakukan analisis eksploratif untuk memahami karakteristik data. Gambar 2 menampilkan pergerakan harga historis dari reksa dana Sucorinvest beserta pembagian data latih dan uji yang digunakan dalam penelitian ini. Terlihat adanya tren dan volatilitas yang bervariasi sepanjang periode analisis.

Untuk memahami hubungan antar variabel, dapat dilihat heatmap korelasi dari fitur-fitur eksternal asli yang ditampilkan pada Gambar 3. Visualisasi ini menunjukkan adanya korelasi cukup kuat di antara beberapa variabel, seperti antara indeks pasar dan harga saham sektor keuangan, yang mengindikasikan potensi multikolinearitas. Temuan ini memperkuat justifikasi penggunaan PCA sebagai teknik reduksi dimensi untuk menghasilkan representasi fitur yang lebih stabil dan bebas korelasi linier.

PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)

Hasil bobot komponen utama (*loadings*) PCA pada Tabel 4 menunjukkan bahwa dimensi utama data berhasil memisahkan dinamika ekonomi secara tematis. PC1 didominasi oleh CPI Financial (0,6333) dan BI Rate (0,4923), merefleksikan rezim inflasi dan kebijakan moneter domestik. PC2 mencerminkan pergerakan saham konglomerasi dan perbankan besar (ASII sebesar 0,6510 dan BBRI sebesar 0,4212). PC3 dan PC4 menangkap variasi dari saham energi dan perbankan (PGAS sebesar 0,7473 dan BMRI sebesar 0,6703). Sementara itu, PC7 didominasi oleh Inflation Rate (0,8615) dan PC9 oleh Consumer Confidence (0,7853). Dekomposisi ini membuktikan bahwa PCA berhasil mereduksi redundansi antar indikator pasar tanpa kehilangan struktur informasi esensial.

PERFORMA MODEL KOMPARATIF

Kinerja dari model ElasticNet (*baseline*) dan model Hibrida (ElasticNet + LSTM) dievaluasi pada data uji untuk menilai akurasi dan keandalannya. Tabel 3 menyajikan rangkuman metrik performa utama dalam dua skala: skala asli (Rupiah) untuk interpretasi bisnis, dan skala yang dinormalisasi $[0, 1]$ untuk perbandingan akademis.

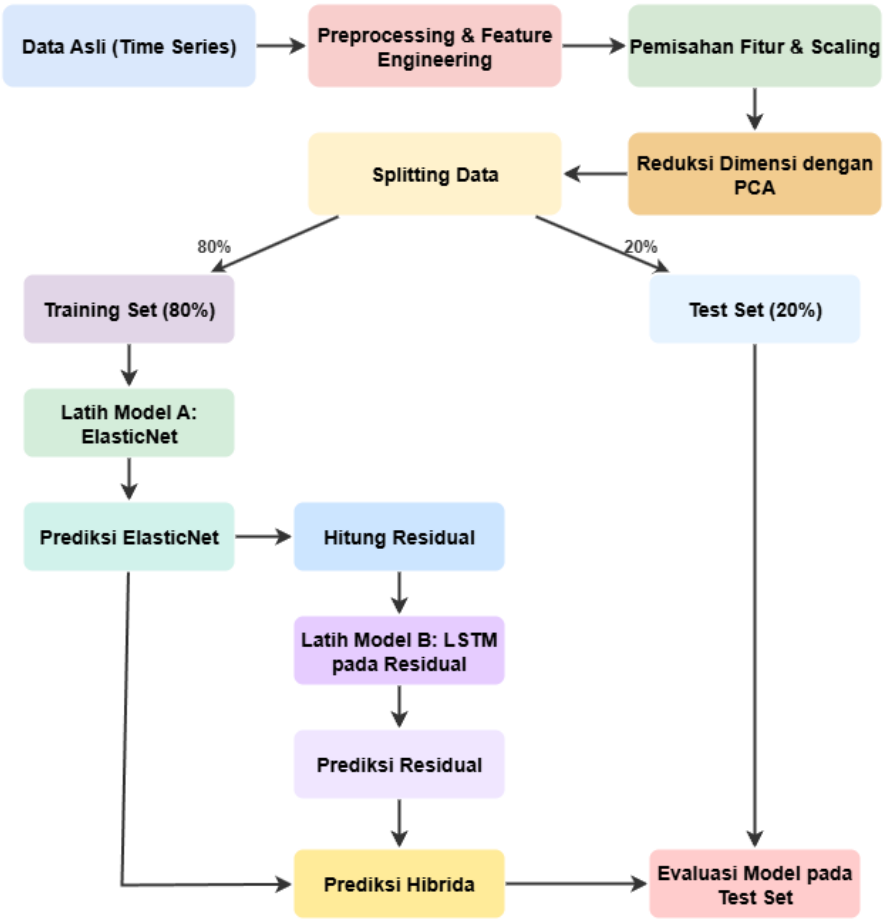
Hasil evaluasi kuantitatif pada data uji (Tabel 3) menunjukkan bahwa kedua model mencapai performa peramalan yang sangat presisi. Model dasar ElasticNet menghasilkan nilai RMSE sebesar 25,3143 dan MAE sebesar 19,0425 pada skala Rupiah asli, dengan koefisien determinasi R^2 mencapai 0,9672. Akurasi arah pergerakan harian (*Directional Accuracy*) tercatat sebesar 67,04%. Sementara itu, Model Hibrida (ElasticNet + LSTM) menghasilkan nilai RMSE sebesar 25,3052, MAE sebesar 19,0318, serta nilai R^2 identik sebesar 0,9672 dengan Akurasi Arah sebesar 67,04%. Selisih penurunan RMSE antara kedua model hanya sebesar 0,0091 poin (perbaikan marginal sebesar 0,036%).

Untuk memungkinkan perbandingan langsung dengan literatur akademis seperti studi referensi [?*], kami juga menyajikan metrik *error* yang dinormalisasi. Model Hibrida kami mencapai RMSE dinormalisasi sebesar 0,0267, yang secara signifikan lebih baik daripada RMSE 0,0547 yang dilaporkan pada studi referensi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan kami, terutama dengan penyertaan fitur lag, secara fundamental lebih akurat dalam menangkap dinamika harga. Visualisasi pada Gambar 4 lebih lanjut mengilustrasikan perbedaan kinerja yang sangat tipis antara kedua pendekatan yang kami uji.

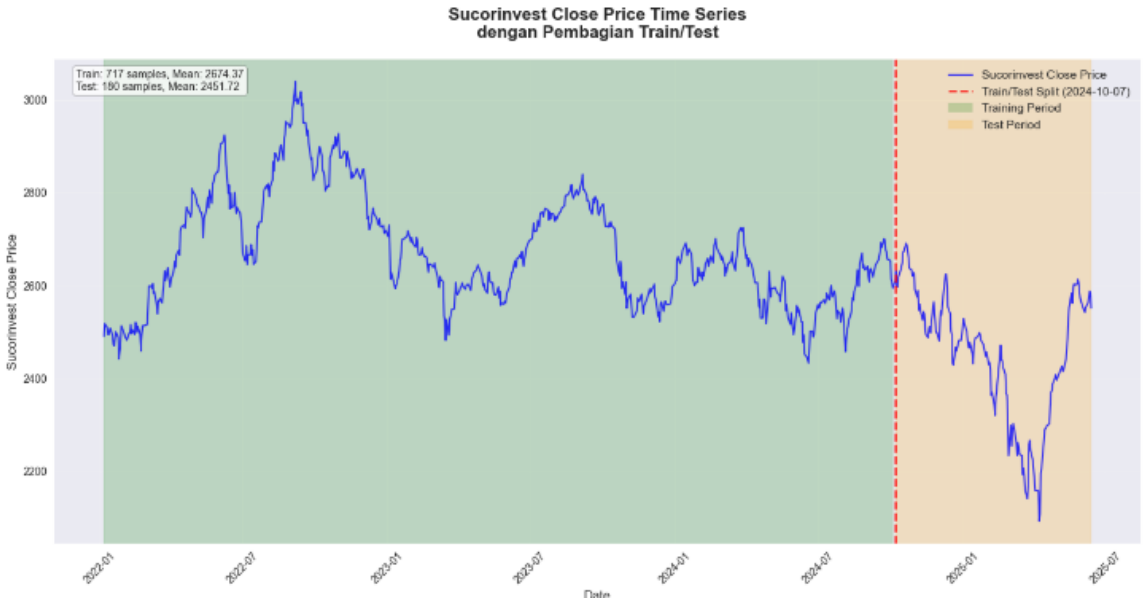
Visualisasi pada Gambar 4 menyajikan perbandingan metrik ini dalam bentuk grafik bar, yang mengilustrasikan perbedaan kinerja yang sangat tipis antara kedua pendekatan.

ANALISIS PREDIKSI VISUAL

Untuk memahami bagaimana kedua model melacak pergerakan harga aktual, dibuat plot prediksi dari kedua model terhadap nilai aktual pada data uji (Gambar 5). Secara visual, garis prediksi dari model ElasticNet dan model Hibrida hampir sepenuhnya tumpang tindih, menegaskan kembali bahwa kontribusi dari komponen LSTM pada residual sangat minimal dalam mempengaruhi prediksi akhir.



Gambar 1. Diagram alur kerja dari metodologi penelitian



Gambar 2. Grafik *time-series* harga Sucorinvest dengan pemisahan data latih dan uji

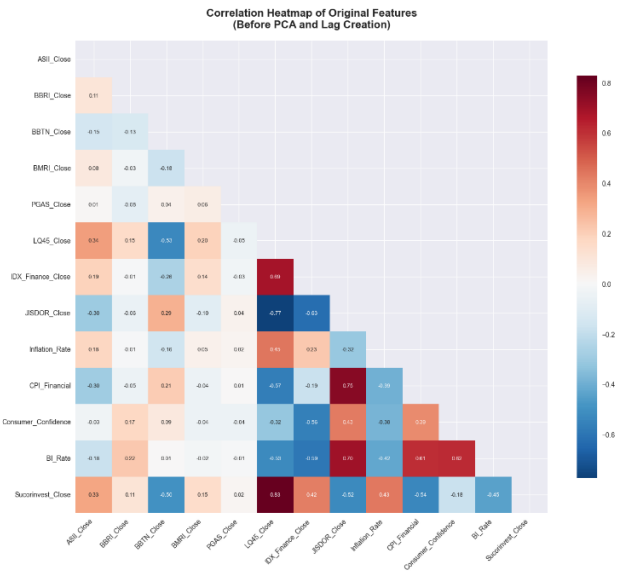
VALIDASI STATISTIK

Untuk menguji apakah perbedaan kinerja yang sangat kecil antara kedua model ini signifikan secara statistik, kami melakukan Uji Diebold-Mariano.

Tabel 5 menyajikan hasil Uji Diebold-Mariano pada data uji. Dengan nilai statistik DM sebesar 1,1125 dan p-value sebesar 0,2659 (jauh melampaui ambang signifikansi $\alpha = 0,05$), kami secara tegas gagal menolak hipotesis nol (H_0). Temuan statistik ini membuktikan bahwa penambahan arsitektur *deep learning* LSTM pada residual tidak memberikan peningkatan akurasi peramalan yang signifikan secara statistik dibandingkan model linear ElasticNet tunggal.

Tabel 2. Varians yang dijelaskan oleh setiap komponen utama (PC)

Komponen	Variance Explained	Cumulative Variance	Var. Explained (%)	Cum. Var. (%)
PC1	0,3668	0,3668	36,6836	36,6836
PC2	0,1260	0,4929	12,6029	49,2865
PC3	0,1182	0,6110	11,8164	61,1029
PC4	0,1030	0,7140	10,2967	71,3996
PC5	0,0834	0,7974	8,3430	79,7426
PC6	0,0662	0,8636	6,6206	86,3632
PC7	0,0424	0,9060	4,2382	90,6014
PC8	0,0404	0,9464	4,0369	94,6383
PC9	0,0303	0,9766	3,0252	97,6635



Gambar 3. Heatmap korelasi fitur-fitur asli

Tabel 3. Perbandingan performa model pada test set

Metrik	ElasticNet	Hybrid (ElasticNet+LSTM)
RMSE	25,3143	25,3052
RMSE (Dinormalisasi)	0,0267	0,0267
MAE	19,0425	19,0318
MAE (Dinormalisasi)	0,0201	0,0201
R^2	0,9672	0,9672
Directional Accuracy	67,04%	67,04%

Perbedaan performa yang sangat tipis pada metrik *error* semata-mata merupakan fluktuasi acak.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini memberikan temuan ilmiah yang sangat penting mengenai dinamika peramalan deret waktu finansial berautokorelasi tinggi. Tingginya akurasi model ElasticNet (R^2 = 0,9672) didominasi secara absolut oleh bobot koefisien fitur lag_1 (0,9464). Hal ini menegaskan bahwa inersia harga penutupan hari kemarin merupakan determinan paling dominan dalam penentuan harga reksa dana harian satu langkah ke depan (*one-day-ahead forecast*).

Mengapa Pola Non-Linear Tidak Muncul pada Residual LSTM?

Kegagalan komponen LSTM dalam memberikan peningkatan akurasi yang signifikan secara statistik ($p = 0,2659$) dapat dijelaskan melalui empat faktor fundamental:

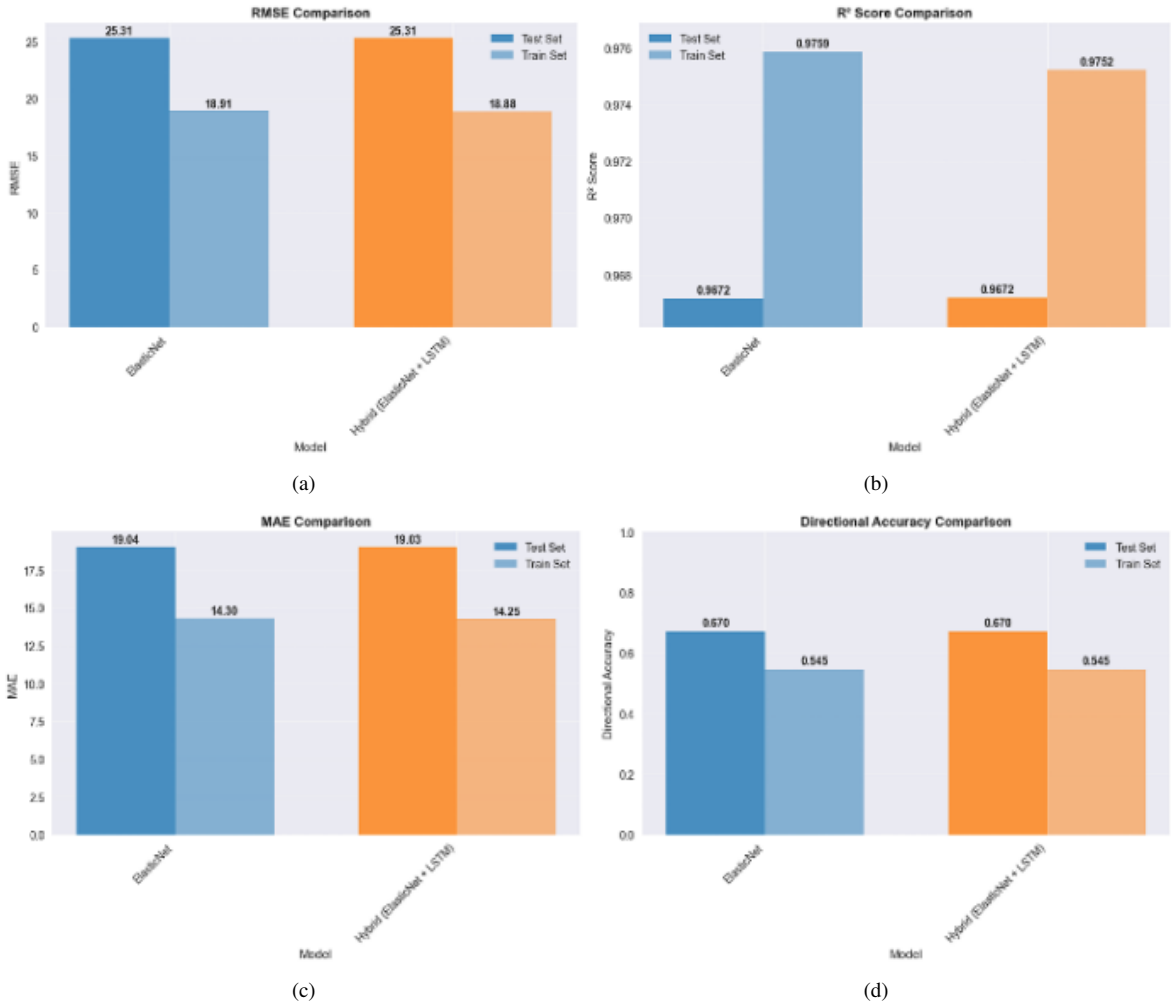
1. **Sifat Martingale dan Hipotesis Pasar Efisien (EMH):** Dalam horizon harian, setelah komponen tren linier dan ketergantungan kelambatan waktu (lag) dimodelkan oleh ElasticNet, sisaan (residual) harga yang tersisa mendekati proses derau putih stokastik murni (*stochastic white noise*) atau *martingale difference sequence*. Sisaan ini tidak lagi menyimpan struktur dependensi temporal deterministik yang dapat diekstraksi secara teratur oleh LSTM.
2. **Ketidaksesuaian Frekuensi dan Rasio Sinyal terhadap Derau (*Signal-to-Noise Ratio*):** Variabel makroekonomi (Inflasi, BI Rate, Indeks Keyakinan Konsumen) dirilis secara periodik (bulanan), sehingga nilainya bersifat konstan selama berminggu-minggu dalam data harian. Ketika dimasukkan ke LSTM melalui komponen PCA untuk memprediksi fluktuasi sisaan harian, rasio sinyal terhadap derau menjadi sangat rendah. LSTM justru berisiko memodelkan derau acak (*noise fitting*) ketimbang pola ekonomi riil.
3. **Karakteristik Pemodelan Level Harga vs. Klaster Volatilitas:** Model *deep learning* non-linear umumnya lebih unggul dalam menangkap heteroskedastisitas bersyarat (*volatility clustering* pada *return* kuadrat) dibandingkan memprediksi tingkat harga nominal absolut yang secara intrinsik didominasi oleh sinyal autoregresif linier.
4. **Bukti Empiris Prinsip Occam's Razor:** Temuan ini mengonfirmasi secara empiris prinsip Occam's razor dalam peramalan finansial [14], di mana model dengan kompleksitas terendah yang mampu menjelaskan data secara memadai harus diprioritaskan dibandingkan arsitektur berlapis yang memakan biaya komputasi tinggi tanpa *benefit* akurasi yang nyata.

Untuk beberapa studi peramalan harga saham terkini di pasar modal Indonesia, seperti yang disajikan pada Tabel 6. Dapat dilihat bahwa nilai R^2 sebesar 0,9672 yang dicapai oleh model kami sangat kompetitif dan sebanding dengan model-model berkinerja tinggi lainnya seperti yang dilaporkan oleh Diqi et al. (2024) [9] yang menggunakan Stacked GRU (R^2=0,978) dan Fahmi et al. (2024) [10] yang menggunakan Random Effect Model (R^2=0,958). Meskipun beberapa model seperti CNN-BiLSTM yang di-

Tabel 4. Bobot Komponen Utama (*Loadings*) dari fitur eksternal terhadap 9 komponen PCA

Fitur	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9
ASII Close	−0,2321	0,6510	0,1211	−0,2810	0,6266	−0,1231	0,0129	0,0773	−0,1114
BBRI Close	0,0156	0,4212	−0,1519	−0,1128	−0,3903	0,6403	−0,0952	0,4321	0,0016
BBTN Close	0,0820	−0,1695	−0,0430	−0,0972	0,1110	−0,2022	−0,1699	0,7093	0,1274
BMRI Close	−0,0634	0,2696	0,6132	0,6703	−0,1777	−0,1621	−0,0182	0,1972	0,0085
PGAS Close	0,0012	−0,2161	0,7473	−0,5901	−0,1446	0,1458	−0,0470	−0,0384	0,0294
LQ45 Close	−0,2167	0,1074	0,0244	0,0808	−0,0168	0,2272	−0,0034	−0,3044	0,2043
IDX Finance Close	−0,1721	−0,0667	0,0580	0,1715	0,2253	0,4078	−0,2064	−0,1619	0,0185
JISDOR Close	0,3324	−0,0273	0,0291	−0,0368	0,0569	−0,1251	0,2839	0,1968	−0,1328
CPI Financial	−0,1993	−0,0355	0,0179	0,0035	0,0273	0,1357	0,8615	0,1144	0,3612
Consumer Confidence	0,6333	−0,1035	0,1366	0,1981	0,4987	0,4026	−0,0047	−0,0036	0,1709
BI Rate	0,2546	0,3012	−0,0451	−0,1279	−0,1511	−0,2607	−0,2029	−0,1620	0,7853
BBTN Close	0,4923	0,3625	0,0123	−0,0920	−0,2525	−0,0669	0,2295	−0,2587	−0,3664

Sumber: hasil pengolahan penulis. Baris terakhir pada naskah asli berlabel "BBTN Close", padahal label itu sudah muncul sebelumnya — perlu dikonfirmasi ke penulis (lihat catatan editor).

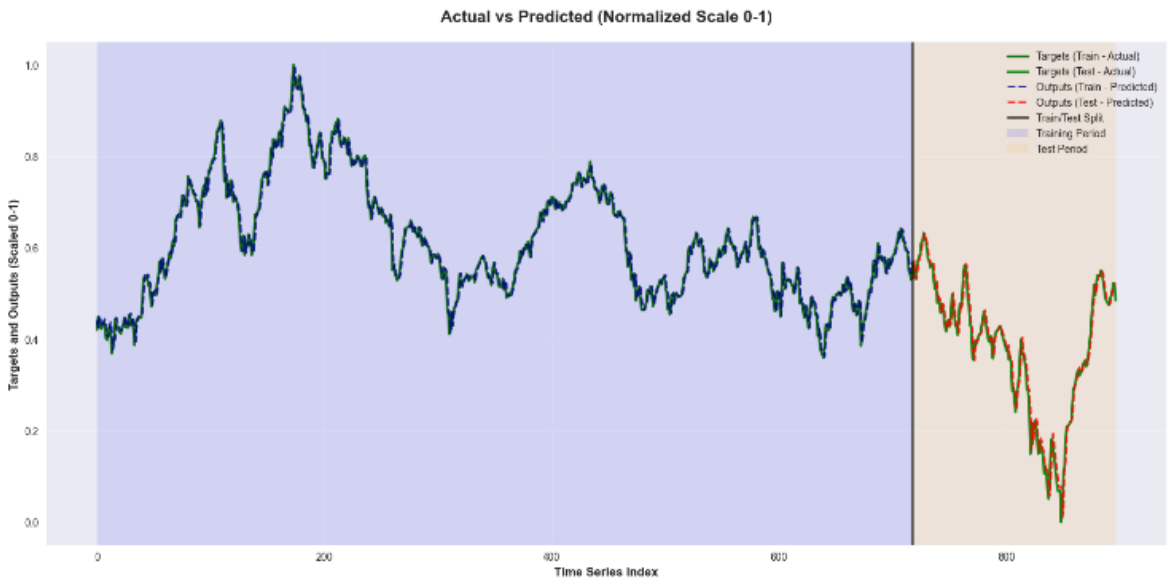


Gambar 4. (a) RMSE Comparison; (b) R^2 Score Comparison; (c) MAE Comparison; (d) Directional Accuracy Comparison

Tabel 5. Hasil uji Diebold-Mariano

Perbandingan Model	Statistik DM	P-value
ElasticNet vs. Hybrid (ElasticNet+LSTM)	1,1125	0,2659

laporkan oleh Navastara et al. (2023) [11] menunjukkan RMSE yang berbeda (92,26), hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan skala data target dan ketiadaan fitur lag yang dominan. Keunggulan utama dari pendekatan kami terletak pada pencapaian R^2 yang sangat tinggi melalui model linear yang relatif sederhana, yang menggarisbawahi temuan inti kami: pada data dengan autokorelasi kuat, model yang mampu menangkap dependensi temporal secara efisien akan menunjukkan performa superior.



Gambar 5. Perbandingan harga aktual dan prediksi model pada train dan test set

Tabel 6. Perbandingan kinerja prediksi dengan literatur terkait

Referensi	Subjek/Tujuan	Model	RMSE	R^2
Diqi et al. (2024) [9]	10 saham teratas BEI	Stacked GRU	0,0059*	0,978
Fahmi et al. (2024) [10]	Prediksi harga saham BEI	Random Effect Model	–	0,958
Navastara et al. (2023) [11]	Prediksi harga saham harian BEI	CNN-BiLSTM	92,26	–
Mariyani et al. (2025) [12]	Prediksi *return* saham teknologi	Regresi Linear	–	0,413
Penelitian Ini	Prediksi harga reksa dana	Hybrid (ElasticNet+LSTM)	25,3052	0,9672

*Nilai RMSE dinormalisasi pada skala $[0, 1]$.

Implikasi Praktis dan Keterbatasan Penelitian (Validasi Lintas Produk)

Temuan ini memiliki implikasi praktis yang sangat bernilai bagi manajer investasi dan praktisi kuantitatif. Model regresi linear teregularisasi seperti ElasticNet terbukti jauh lebih efisien, memiliki kecepatan inferensi instan, hemat sumber daya komputasi, dan yang paling krusial, transparan serta mudah diinterpretasikan koefisiennya oleh pemangku kepentingan dibandingkan model *deep learning black-box*.

Terkait keterbatasan penelitian, studi ini berfokus pada satu produk instrumen, yaitu Reksa Dana Saham Sucorinvest Equity Fund pada rentang 2022–2025. Meskipun produk ini sangat representatif untuk kategori reksa dana ekuitas aktif berkapitalisasi besar, fokus pada satu produk membatasi generalisasi temuan lintas kelas aset. Reksa dana saham memiliki profil volatilitas tinggi yang sangat sensitif terhadap dinamika IHSG. Sebaliknya, reksa dana pendapatan tetap (obligasi) didominasi oleh pergerakan *yield* surat utang negara dan suku bunga acuan dengan volatilitas yang lebih rendah, sedangkan reksa dana pasar uang menunjukkan pergerakan linier yang hampir monotonik. Oleh karena itu, penelitian lanjutan sangat disarankan untuk melakukan pengujian komparatif lintas produk instrumen—meliputi reksa dana obligasi, pasar uang, campuran, serta reksa dana indeks (ETF)—guna menguji apakah keunggulan model linear parsimonius dan fenomena residual *white noise* ini berlaku universal di seluruh spektrum risiko pasar modal Indonesia.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyajikan evaluasi komparatif yang kritis antara model regresi linear teregularisasi ElasticNet dan model hibrida ElasticNet-LSTM dalam memprediksi harga penutupan harian reksa dana saham di Indonesia. Temuan empiris menunjukkan bahwa model linear dasar yang dilengkapi fitur kelambatan waktu (lag) dan reduksi dimensi PCA mencapai akurasi yang sangat tinggi (R^2 = 0,9672, RMSE = 25,3143). Penambahan arsitektur *deep learning* LSTM pada residual hanya menghasilkan peningkatan akurasi marjinal (RMSE = 25,3052) yang dibuktikan tidak signifikan secara statistik oleh Uji Diebold-Mariano ($p = 0,2659$). Hal ini mengindikasikan bahwa setelah komponen inersia harga ditangkap secara linier, sisaan yang ada bersifat stokastik derau putih tanpa struktur temporal teratur. Studi ini menegaskan bahwa untuk peramalan deret waktu finansial dengan persistensi tinggi, pendekatan linier yang sederhana, cepat, transparan, dan teratur merupakan pilihan yang jauh lebih optimal dan praktis dalam operasional investasi dunia nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Sains Data, Fakultas Sains, Insti-

tut Teknologi Sumatera (ITERA) atas dukungan akademis, fasilitas laboratorium, dan lingkungan riset yang kondusif selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengapresiasi panitia penyelenggara kompetisi Datathon atas penyediaan tantangan analitis yang menginisiasi studi ini, serta kepada Otoritas Jasa Keuangan (OJK), Bank Indonesia, PT Bursa Efek Indonesia, dan PT Sucorinvest Asset Management atas ketersediaan publikasi data historis pasar modal Indonesia yang memungkinkan penelitian ini terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. K. D. Lubis, C. L. N. Manalu, A. A. Lubis, L. M. Tambunan, and F. Saputra, "The Role of the Capital Market in Increasing Economic Growth in Indonesia," *Indonesian Journal of Interdisciplinary Research in Science and Technology*, vol. 2, no. 5, pp. 557–568, May 2024, doi: 10.55927/marcopolo.v2i5.9322.

[2] S. M. Rizky, B. Andini, M. Hasda, M. Syaipudin, and W. F. R. Sudirman, "Development of Mutual Funds in The Indonesian Capital Market," *Journal of Financial and Business*, vol. 1, no. 1, pp. 11–22, Jul. 2024, doi: 10.69693/jfb.v1i1.15.

[3] Z. Makarim and M. Anas, "The Effect of Macroeconomics and JSEC on Mutual Fund NAV During the Pandemic," *International Student Conference on Business, Education, Economics, Accounting, and Management (ISC-BEAM)*, vol. 2, pp. 581–596, Jul. 2024, doi: 10.21009/ISC-BEAM.012.37.

[4] L. H. Ningrum, T. Marwa, I. Asngari, and S. Andaiyani, "Evaluating the Impact of Inflation and Exchange Rates on the Net Active Value (NAV) of Conventional Mutual Funds in Indonesia," *KnE Social Sciences*, pp. 780–792, May 2024, doi: 10.18502/kss.v9i13.15984.

[5] A. Boonprasope and K. Y. Tippayawong, "Predicting Healthcare Mutual Fund Performance Using Deep Learning and Linear Regression," *International Journal of Financial Studies*, vol. 12, no. 1, Art. no. 23, Mar. 2024, doi: 10.3390/ijfs12010023.

[6] V. R. Joseph, "Optimal ratio for data splitting," *Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal*, vol. 15, no. 4, pp. 531–538, Aug. 2022, doi: 10.1002/sam.11583.

[7] I. T. Jolliffe, *Principal Component Analysis*, 2nd ed. New York, NY, USA: Springer-Verlag, 2002.

[8] F. X. Diebold and R. S. Mariano, "Comparing Predictive Accuracy," *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 13, no. 3, pp. 253–263, Jul. 1995, doi: 10.1080/07350015.1995.10524599.

[9] M. Diqi, M. E. Hiswati, and N. Wijaya, "Stacked Gated Recurrent Units and Indonesian Stock Predictions: A New Approach to Financial Forecasting," *Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi (IKOMTI)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, Feb. 2024.

[10] R. N. Fahmi, R. S. Ramadhan, and N. E. A. A. Trihapsari, "Indonesian Stock Price Prediction Using Random Effect Model with Technical Indicators in Panel Data," in *Proc. 2024 Beyond Technology Summit on Informatics International Conference (BTS-I2C)*, Jember, Indonesia: IEEE, 2024, pp. 89–94, doi: 10.1109/BTS-I2C62621.2024.10667822.

[11] D. A. Navastara, F. R. Ananta, and H. A. Y. Wisesa, "Prediction of Indonesian Stock Price Using Combination of CNN and BiLSTM Model," in *Proc. 2023 International Conference on Information Technology and Computing (ICITCOM)*, Yogyakarta, Indonesia: IEEE, 2023, pp. 307–312, doi: 10.1109/ICITCOM59616.2023.10433722.

[12] N. P. Mariyani, P. W. Saitri, and N. P. Y. Mendra, "Predicting Stock Returns in Indonesian Technology Companies," *International Journal of Accounting & Finance in Asia Pasific (IJAFAP)*, vol. 8, no. 1, pp. 94–110, Feb. 2025, doi: 10.32535/ijafap.v8i1.3639.

[13] C. Mingard, H. Rees, G. Valle-Pérez, and A. A. Louis, "Deep neural networks have an inbuilt Occam's razor," *Nature Communications*, vol. 14, no. 1, Art. no. 5740, Sep. 2023, doi: 10.1038/s41467-023-41398-3.

[14] G. P. Zhang, "Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model," *Neurocomputing*, vol. 50, pp. 159–175, Jan. 2003, doi: 10.1016/S0925-2312(01)00702-0.