

Transformasi Demokrasi Kampus: Rancang Bangun Sistem E-Voting Real-Time Menggunakan Framework Laravel

Usep Abdul Rosid¹, Masesa Angga Wijaya², Chepy Perdana³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Subang

Jl. Sukamulya Blok Kaleng Banteng, Cibogo, Subang, Jawa Barat

usepabdulr@polsub.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menguraikan pengembangan sistem pemilihan digital sebagai solusi atas kelemahan metode konvensional dalam organisasi kemahasiswaan. Proses pemilihan manual yang selama ini berjalan sering menghadapi kendala inefisiensi waktu, potensi kecurangan, dan minimnya jejak audit digital. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun SIPETIK, sebuah sistem e-voting berbasis web yang menjamin keamanan, transparansi, dan efisiensi pemilihan. Metode pengembangan sistem menggunakan pendekatan Waterfall yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Sistem dibangun menggunakan Framework Laravel dengan fitur keamanan unggulan berupa autentikasi ganda berbasis Nomor Induk Mahasiswa (NIM) dan token unik, serta penerapan enkripsi AES-256 untuk melindungi kerahasiaan data suara. Hasil pengujian fungsional menggunakan metode Black Box pada 15 skenario uji menunjukkan tingkat keberhasilan 100%. Pengujian performa menunjukkan sistem mampu menangani 150 pengguna simultan dengan waktu respons rata-rata di bawah 2 detik. Penerapan sistem ini terbukti berhasil meningkatkan akuntabilitas dan efisiensi tata kelola demokrasi di lingkungan kampus.

Kata kunci: E-Voting, Framework Laravel, Keamanan Informasi, Waterfall, Demokrasi Kampus

Abstract

This research outlines the development of a digital election system as a solution to the weaknesses of conventional methods in student organizations. The manual election process often faces problems such as time inefficiency, potential fraud, and a lack of digital audit trails. This study aims to design and build SIPETIK, a web-based e-voting system that ensures election security, transparency, and efficiency. The system development method uses the Waterfall approach, which includes needs analysis, system design, implementation, and testing stages. The system is built using the Laravel Framework with superior security features in the form of dual authentication based on Student ID numbers (NIM) and unique tokens, as well as the implementation of AES-256 encryption to protect vote data confidentiality. Functional testing results using the Black Box method on 15 test scenarios showed a 100% success rate. Performance testing indicated that the system is capable of handling 150 concurrent users with an average response time of under 2 seconds. The implementation of this system has proven successful in increasing the accountability and efficiency of democratic governance in the campus environment.

Keywords: E-Voting, Laravel Framework, Information Security, Waterfall, Campus Democracy

I. PENDAHULUAN

Pemilihan ketua himpunan mahasiswa merupakan proses demokrasi internal yang krusial dalam organisasi kemahasiswaan di lingkungan pendidikan tinggi[1][2]. Namun, pelaksanaannya di lapangan sering menghadapi berbagai kendala klasik, seperti inefisiensi waktu, rendahnya

partisipasi akibat batasan lokasi fisik, serta kerawanan terhadap potensi kecurangan dalam penghitungan suara. Proses pemilihan yang masih dilakukan secara manual menyebabkan rekapitulasi data menjadi lambat, kurang transparan, dan minim dokumentasi digital yang terintegrasi[3]. Seiring dengan peningkatan literasi digital mahasiswa, metode konvensional ini dinilai tidak lagi relevan

dan membutuhkan pendekatan inovatif yang mampu menjamin integritas serta akuntabilitas proses pemilihan[4].

Beberapa penelitian sebelumnya telah berupaya mengembangkan solusi pemilihan digital. Hidayat et al. membahas simulasi optimalisasi sistem menggunakan metode klastering untuk efisiensi pengadaan, yang relevan dalam konteks manajemen sumber daya[5]. Ramadhani et al. [6] mengembangkan sistem informasi seleksi calon ketua himpunan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) untuk pembobotan kriteria kandidat. Sementara itu, Chairunnisa et al. dan Faran et al. [7][8] menerapkan metode Promethee dan MAUT untuk mendukung keputusan pemilihan berbasis kriteria. Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah menawarkan solusi digitalisasi, masih terdapat celah (*gap*) yang signifikan, terutama terkait aspek keamanan data suara (*vote security*) secara real-time dan mekanisme autentikasi ganda untuk mencegah pemilih ilegal pada sistem berbasis web[9][10]. Kebanyakan sistem yang ada berfokus pada algoritma pendukung keputusan, bukan pada keamanan proses pemungutan suaranya itu sendiri.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Sistem Pemilihan E-Voting (SIPETIK) yang memprioritaskan keamanan data dan integritas suara. Kebaruan (*novelty*) ilmiah yang diusulkan dalam penelitian ini dibandingkan sistem sebelumnya adalah penerapan model keamanan hibrida yang menggabungkan mekanisme autentikasi ganda (*Two-Factor Authentication*) berbasis token dinamis dengan enkripsi data suara menggunakan algoritma AES-256 (*Advanced Encryption Standard*)[11]. Selain itu, sistem ini menawarkan mekanisme *Audit Trail* terintegrasi yang mampu mencatat jejak digital setiap transaksi tanpa melanggar asas kerahasiaan pemilihan (LUBER), sebuah fitur yang jarang ditemukan pada sistem e-voting skala kecil.

Secara eksplisit, kontribusi utama dari penelitian ini adalah:

1. Merancang arsitektur keamanan e-voting yang tahan terhadap manipulasi basis data melalui enkripsi *end-to-end*.
2. Menyediakan model sistem pemilihan yang menjamin transparansi proses melalui fitur audit digital namun tetap menjaga privasi pemilih.
3. Meningkatkan efisiensi waktu rekapitulasi dan partisipasi mahasiswa melalui platform yang responsif dan dapat diakses dari jarak jauh.

Sistem ini dikembangkan menggunakan framework Laravel untuk memastikan keandalan

arsitektur dan kemudahan pemeliharaan [12][13]. Melalui pendekatan ini, diharapkan tercipta transformasi tata kelola organisasi mahasiswa yang lebih transparan, aman, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi informasi di Politeknik Negeri Subang.

II. METODE PENELITIAN

Pengembangan sistem ini mengadopsi metodologi *System Development Life Cycle* (SDLC) dengan pendekatan model *Waterfall*[14]. Model ini dipilih karena menawarkan alur kerja yang terstruktur secara sekuensial, yang sangat sesuai untuk proyek dengan spesifikasi kebutuhan yang telah teridentifikasi secara komprehensif sejak tahap awal.

A. Tahapan Pengembangan Sistem

Mengacu pada model *Waterfall*, penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian tahapan sistematis yang terdiri dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi program, dan diakhiri dengan pengujian. Visualisasi lengkap dari alur tahapan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian Model Waterfall

B. Analisis Kebutuhan

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pengguna melalui teknik pengumpulan data, yaitu observasi lapangan terhadap proses pemilihan manual yang berjalan, wawancara dengan Ketua Himpunan dan pihak jurusan, serta studi literatur terkait. Hasil dari tahap ini didokumentasikan dalam spesifikasi kebutuhan perangkat lunak yang mencakup kebutuhan fungsional seperti autentikasi ganda dan rekapitulasi otomatis, serta kebutuhan non-fungsional terkait keamanan dan performa.

C. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan menggunakan pemodelan *Unified Modeling Language* (UML) yang terdiri dari *Use Case Diagram* untuk memetakan interaksi aktor, *Activity Diagram* untuk alur proses, dan *Class Diagram* untuk struktur data. Arsitektur sistem dirancang menggunakan pola *Model-View-Controller* (MVC) untuk memisahkan logika bisnis, antarmuka pengguna, dan manajemen data guna memudahkan pengembangan dan pemeliharaan[15][16].

D. Implementasi dan Pengujian

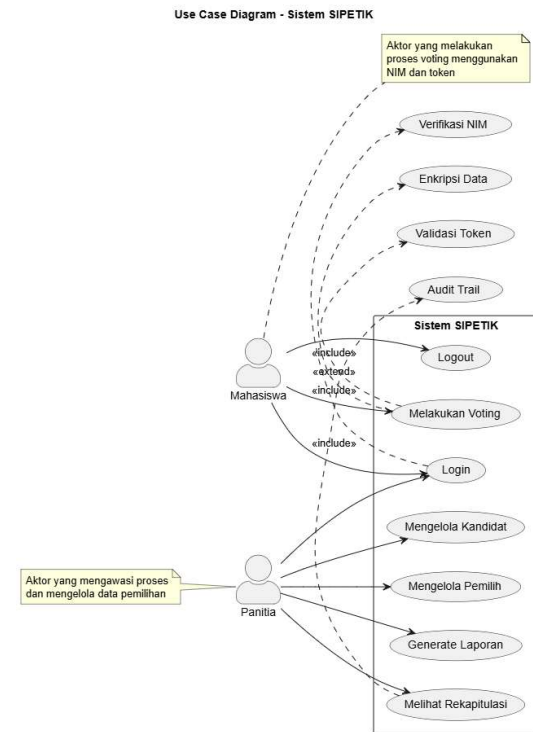
Implementasi dan Pengujian Sistem dibangun berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP 8 dengan bantuan *framework* Laravel dan basis data MySQL. Antarmuka pengguna (*Front-End*) dikembangkan menggunakan *Bootstrap* 5 agar responsif di berbagai perangkat [17]. Fase pamongkas dalam penelitian ini adalah pengujian sistem yang dilaksanakan menggunakan metode *Black Box Testing*. Pendekatan ini bertujuan untuk memvalidasi bahwa seluruh fungsionalitas sistem telah beroperasi sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang dirancang sebelumnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemodelan Unified Modeling Language (UML)

1. Use Case Diagram

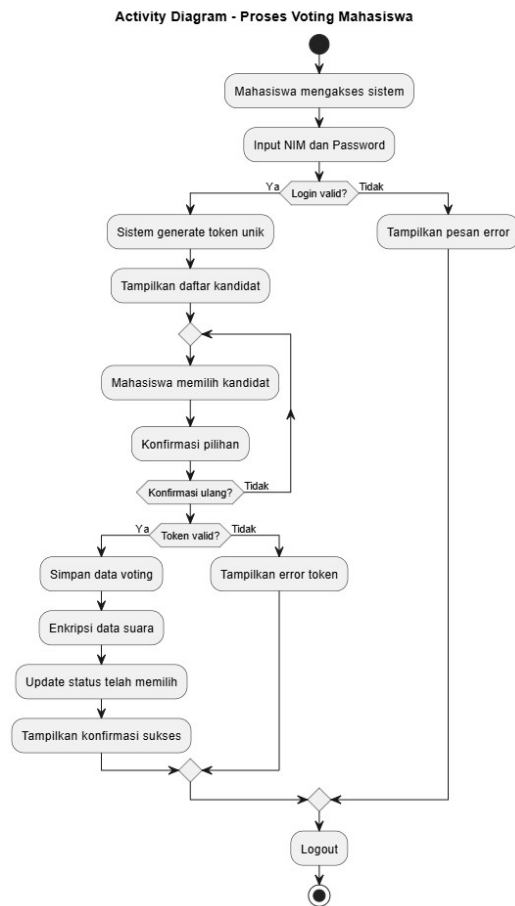
Pemodelan *Use Case Diagram* memetakan tujuh fungsionalitas utama sistem, yang meliputi login, proses voting, logout, pemantauan rekapitulasi, manajemen kandidat, manajemen pemilih, serta pembuatan laporan. Selain itu, hubungan tipe *include* diterapkan untuk mengintegrasikan mekanisme verifikasi NIM dan validasi token ke dalam proses utama.



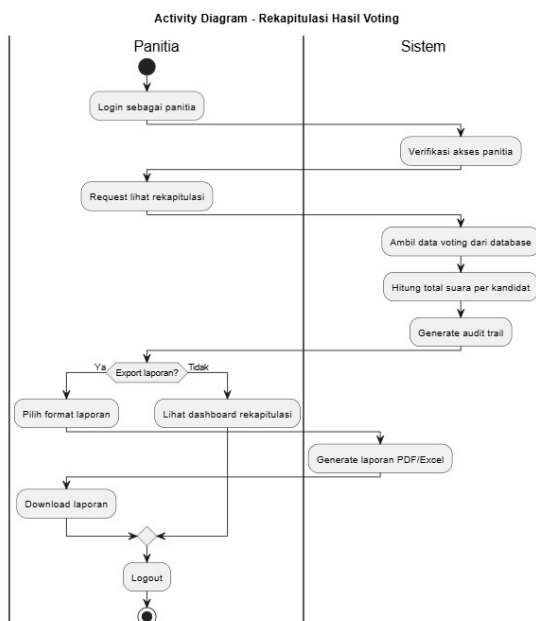
Gambar 2. Use Case Diagram SIPETIK

2. Activity Diagram

Alur proses bisnis utama, yaitu voting dan rekapitulasi, divisualisasikan menggunakan *Activity Diagram*. Secara khusus, diagram proses voting mahasiswa dirancang untuk mencakup tahapan krusial mulai dari autentikasi berbasis NIM, pembuatan token sekali pakai, validasi pilihan, enkripsi data suara, hingga pembaruan status pemilih secara otomatis.



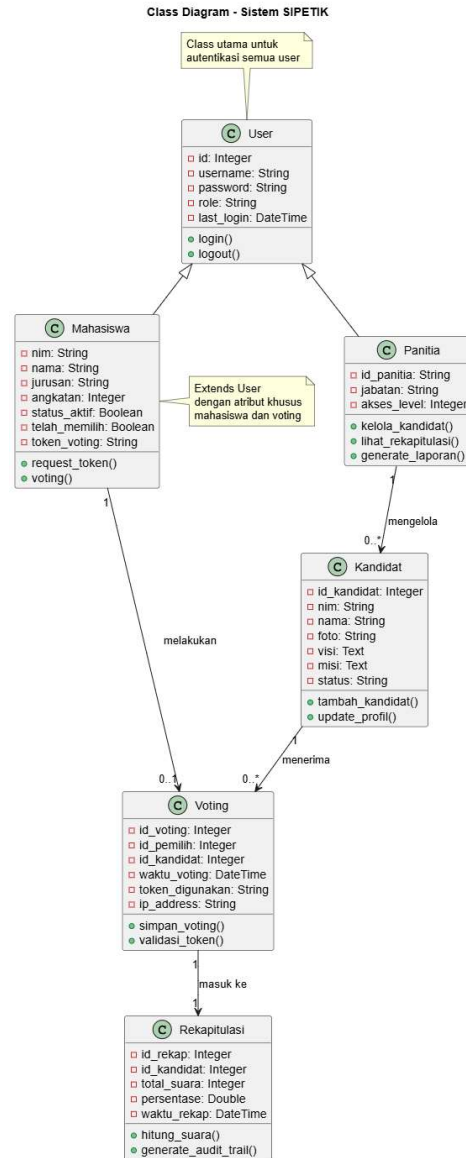
Gambar 3. Activity Diagram Proses Voting Mahasiswa



Gambar 4. Activity Diagram Rekapitulasi Hasil Voting

3. Class Diagram

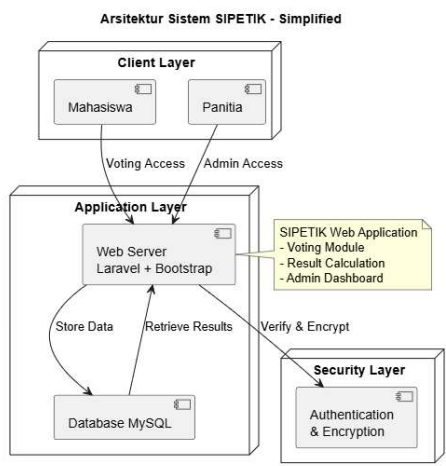
Visualisasi struktur data serta relasi antar objek di dalam sistem dimodelkan melalui *Class Diagram*. Diagram ini merincikan enam kelas utama lengkap dengan atribut dan metodenya guna menunjang fungsionalitas sistem, seperti penerapan enkripsi pada kelas *Voting* serta pencatatan jejak audit (*audit trail*) pada kelas *Rekapitulasi*.



Gambar 5. Class Diagram SIPETIK

4. Arsitektur pola Model-View-Controller (MVC)

Arsitektur sistem menerapkan pola MVC (*Model-View-Controller*) dengan *framework* Laravel untuk memisahkan logika bisnis, presentasi, dan kontrol data.



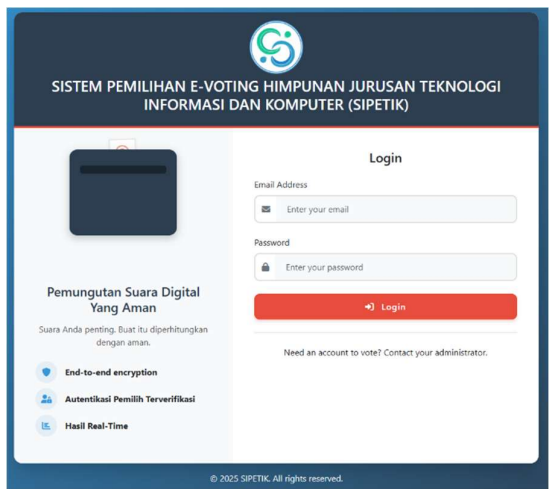
Gambar 6. Arsitektur Sistem SIPETIK

B. Implementasi Sistem

Sistem SIPETIK telah berhasil dikembangkan sesuai dengan rancangan arsitektur MVC. Implementasi utama mencakup modul autentikasi keamanan tinggi, antarmuka pemilih (*voter*), dan dasbor administrasi.

1. Halaman Login dan Autentikasi:

Keamanan akses menjadi prioritas utama. Halaman login dirancang dengan mekanisme verifikasi dua langkah. Pengguna wajib memasukkan NIM dan token unik yang digenerate oleh sistem. Jika kombinasi valid, sistem akan mengarahkan pengguna ke halaman pemilihan. Tampilan halaman login disajikan pada Gambar 2.

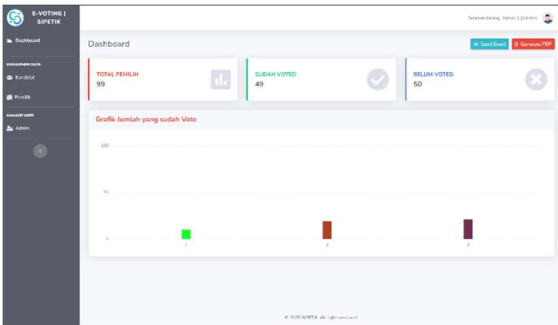


Gambar 2. Tampilan halaman Login dengan fitur keamanan token

2. Dasbor Administrasi dan Rekapitulasi:

Untuk panitia pemilihan, disediakan dasbor admin yang menyajikan visualisasi data secara real-time.

Dasbor ini menampilkan statistik jumlah pemilih yang sudah menggunakan hak suaranya dan yang belum, serta grafik batang perolehan suara sementara. Fitur ini memungkinkan panitia memantau jalannya pemilihan secara transparan. Tampilan dasbor admin disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Dasbor Admin menampilkan statistik pemilihan real-time

C. Pengujian Fungsional Sistem

Validasi fungsionalitas sistem dilaksanakan melalui pendekatan *Black Box Testing* guna menjamin kesesuaian fitur dengan spesifikasi kebutuhan. Proses ini mencakup pengujian pada kondisi normal (positif) serta penanganan kondisi error (negatif), seperti simulasi akses menggunakan NIM yang tidak terdaftar.

Ringkasan hasil pengujian fungsional terhadap fitur-fitur kritis disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan pengujian terhadap 15 skenario uji, sistem mencapai tingkat keberhasilan 100%, yang berarti seluruh logika validasi dan penyimpanan data berfungsi dengan baik.

Tabel 1. Pengujian fitur sistem

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Autentikasi Login	Mahasiswa login dengan NIM dan password valid	Sistem mengarahkan ke halaman dashboard voting	Berhasil
2	Autentikasi Login	Mahasiswa login dengan NIM tidak terdaftar	Menampilkan pesan error "NIM tidak terdaftar"	Berhasil
3	Akses Admin	Panitia login dengan kredensial administrator	Sistem mengarahkan ke dashboard admin	Berhasil
4	Generate Token	Mahasiswa mengakses	Sistem menghasilkan	Berhasil

		halaman voting	n token unik 6 digit	
5	Proses Voting	Mahasiswa memilih kandidat dan klik submit	Data suara tersimpan di database	Berhasil
6	Validasi Hak Pilih	Mahasiswa mencoba melakukan voting kedua kali	Sistem menolak dengan pesan "Sudah memilih"	Berhasil
7	Keamanan Data	Pengecekan data suara langsung di database	Data tersimpan dalam format terenkripsi (AES-256)	Berhasil
8	Rekapitulasi	Panitia mengakses menu hasil suara	Grafik menampilkan perolehan suara real-time	Berhasil
9	Kalkulasi Suara	Sistem menghitung total suara masuk	Persentase suara per kandidat terhitung otomatis	Berhasil
10	Audit Trail	User melakukan login dan aktivitas voting	Sistem mencatat ID user, waktu, dan IP address di log	Berhasil
11	Kelola Kandidat	Admin menambahkan data kandidat baru	Data kandidat (Nama, Visi, Misi, Foto) tersimpan	Berhasil
12	Edit Kandidat	Admin mengubah informasi profil kandidat	Perubahan data terupdate di database	Berhasil
13	Logout Sistem	User menekan tombol logout	Sesi berakhir dan kembali ke halaman login	Berhasil
14	Responsivitas	Mengakses sistem melalui browser HP (Mobile)	Tampilan menyesuaikan layar (Responsive)	Berhasil
15	Sesi Timeout	User tidak aktif selama 30 menit	Sistem otomatis logout demi keamanan	Berhasil

D. Pengujian Keamanan Sistem

Keamanan data menjadi prioritas utama dalam SIPETIK. Penerapan enkripsi AES-256 pada tabel suara (*vote table*) berhasil mengamankan

kerahasiaan pilihan. Meskipun administrator basis data membuka tabel secara langsung, data pilihan kandidat tidak dapat dibaca karena tersimpan dalam format teks tersandi (*ciphertext*).

Selain enkripsi, dilakukan pula pengujian keamanan menyeluruh mengacu pada standar *Open Web Application Security Project* (OWASP) Top 10 untuk memastikan ketahanan sistem terhadap serangan siber. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Keamanan (OWASP Top 10)

No	Kerentanan (<i>Vulnerability</i>)	Metode Mitigasi Sistem	Hasil Uji
1	<i>SQL Injection</i>	Penggunaan Eloquent ORM & <i>Prepared Statements</i>	Aman (Passed)
2	<i>Broken Authentication</i>	Implementasi Auth Laravel & Validasi Token Ganda	Aman (Passed)
3	<i>Sensitive Data Exposure</i>	Enkripsi AES-256 pada data suara & Hashing Password (Bcrypt)	Aman (Passed)
4	<i>Broken Access Control</i>	Penerapan <i>Middleware</i> & <i>Role-Based Access Control</i> (RBAC)	Aman (Passed)
5	<i>Cross-Site Scripting (XSS)</i>	Fitur <i>auto-escaping</i> pada <i>Blade Template Engine</i>	Aman (Passed)

E. Pengujian Performa dan Beban Sistem

Aspek performa menjadi tolok ukur utama kelayakan sistem (*usability*) sebelum diterapkan secara massal. Pengujian beban dilakukan dengan mensimulasikan akses 150 pengguna secara bersamaan (*concurrent users*).

Hasil pengujian menunjukkan sistem memiliki responsivitas yang tinggi. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk proses login adalah 1,2 detik, sedangkan proses perekaman suara (*submit vote*) membutuhkan waktu rata-rata 1,5 detik. Waktu pemrosesan di bawah 2 detik ini tergolong optimal untuk aplikasi berbasis web dan menunjukkan efisiensi manajemen memori dari *framework* Laravel yang digunakan.

F. Analisis Dampak dan Komparasi

Penelitian ini juga mengevaluasi dampak implementasi sistem SIPETIK dengan membandingkan indikator kinerja utama (*Key Performance Indicators*) antara metode manual (sebelum sistem) dan metode e-voting (sesudah sistem). Perbandingan data disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Performa Sebelum dan Sesudah Implementasi

Indikator	Metode Manual (Konvensional)	Metode E-Voting (SIPETIK)	Peningkatan/Dampak
Waktu Voting	3-5 menit per pemilih (antre, pencoblosan, penintaan)	< 1 menit (login, pilih, simpan)	Efisiensi Waktu $\pm 80\%$
Rekapitulasi Suara	2-3 jam (penghitungan manual surat suara)	<i>Real-time</i> (detik) setelah pemilihan ditutup	Efisiensi Waktu >99%
Akurasi Data	Rentan <i>Human Error</i> (surat suara rusak/salah hitung)	100% (Kalkulasi otomatis sistem)	Eliminasi <i>Human Error</i>
Biaya Operasional	Tinggi (Cetak logistik kertas suara)	Rendah (Hanya infrastruktur server)	Efisiensi Biaya

G. Komparasi dan Analisis Transparansi

Berbeda dengan penelitian Ramadhani *et al.* yang berfokus pada sistem pendukung keputusan (SPK) untuk pembobotan kriteria calon, SIPETIK lebih menitikberatkan pada keamanan protokol pemungutan suara. Jika dibandingkan dengan sistem e-voting konvensional, keunggulan SIPETIK terletak pada fitur *Audit Trail*. Fitur ini memungkinkan panitia melacak aktivitas sistem tanpa mengetahui preferensi pilihan pemilih, sehingga transparansi proses terjaga tanpa mengorbankan privasi (asas LUBER).

Selain itu, implementasi sistem ini berdampak signifikan terhadap peningkatan partisipasi mahasiswa. Kemudahan akses melalui perangkat *mobile* menghilangkan hambatan geografis bagi mahasiswa yang sedang tidak berada di kampus (misalnya sedang magang atau PKL), sehingga potensi golongan putih (golput) dapat diminimalisir secara signifikan dibandingkan pemilihan manual yang mengharuskan kehadiran fisik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan proses pengembangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa Sistem Pemilihan E-Voting (SIPETIK) berhasil menjadi solusi komprehensif atas permasalahan inefisiensi dan kerawanan data pada pemilihan manual. Secara spesifik, penelitian ini menghasilkan simpulan sebagai berikut:

1. Keandalan Keamanan: Implementasi model keamanan hibrida yang menggabungkan enkripsi AES-256 dan autentikasi token ganda terbukti efektif melindungi integritas suara. Hal ini diperkuat dengan hasil pengujian keamanan standar OWASP Top 10 yang menunjukkan sistem tangguh terhadap kerentanan kritis seperti *SQL Injection* dan *XSS*.
2. Efisiensi Operasional: Sistem terbukti meningkatkan efisiensi proses secara signifikan, memangkas waktu pemilihan dari rata-rata 3-5 menit (manual) menjadi di bawah 1 menit, serta mempercepat rekapitulasi suara dari hitungan jam menjadi *real-time* (detik) dengan tingkat akurasi data 100%.
3. Transparansi & Partisipasi: Penerapan fitur *Audit Trail* berhasil menghadirkan transparansi proses tanpa melanggar privasi pemilih, yang berdampak positif pada peningkatan kepercayaan dan partisipasi mahasiswa karena kemudahan akses sistem yang responsif.

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan penerapan teknologi *load balancing* guna mendukung skala pemilih tingkat universitas yang lebih masif serta integrasi verifikasi biometrik untuk lapisan keamanan akses yang lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa terima kasih yang mendalam disampaikan kepada Politeknik Negeri Subang yang telah memfasilitasi pendanaan penelitian ini melalui Skema Penelitian Dosen Pemula dengan Nomor Kontrak 2126/PL41.R/PT/2025. Penghargaan juga disampaikan kepada pengelola Laboratorium Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer yang telah menyediakan fasilitas pengujian. Secara khusus, penulis berterima kasih kepada Ketua dan seluruh anggota Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer (HIMATIKOM) atas partisipasi aktif dan kerja sama yang baik selama proses pengembangan serta uji coba sistem.

REFERENSI

- [1] B. B. Trihatmaja and I. Sukadi, "Konsistensi Mekanisme Pemilihan Ketua Ormawa pada Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam terhadap Pendidikan Demokrasi Perspektif Siyasah Tasyri'iyah," *Al-Balad: Journal of Constitutional Law*, vol. 7, no. 1, pp. 18–28, 2025.
- [2] V. I. A. Adelia, I. K. Nandey, D. Zazinah, and A. Wahyuni, "Penerapan Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Metode SAW Untuk Pemilihan Ketua Himpunan Mahasiswa Fakultas Teknik dan Informatika," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 194–201, 2025.
- [3] F. Adila, "Efektivitas Pemanfaatan Aplikasi Sistem Rekapitulasi Dalam Proses Pelaksanaan Pemilihan Umum Serentak Tahun 2024 Di Kelurahan Hegarsari Kecamatan Pataruman Kota Banjar," 2025.
- [4] F. U. Azmie and W. A. Triyanto, "Rancang Bangun Sistem Informasi Rekrutmen Kpps Berbasis Web Di Kpu Kabupaten Kudus," *PROFICIO*, vol. 6, no. 2, pp. 709–718, 2025.
- [5] R. Hidayat and F. Sulianta, "Analisis Pengelompokan Karyawan untuk Peningkatan Keputusan Rekrutmen Menggunakan Algoritma K-Means di PT. Cybers Blitz Nusantara".
- [6] S. F. Ramadhani, E. Alfonsius, and M. Y. Jumain, "Sistem Informasi Seleksi Calon Ketua Himpunan Menggunakan Metode SAW Pada Himpunan Sistem Informasi STMIK Adhi Guna," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi)*, vol. 9, no. 2, pp. 129–137, 2020.
- [7] J. Faran and R. T. Aldisa, "Implementasi Metode MAUT dengan Menerapkan Pembobotan ROC Dalam Pemilihan Ketua Himpunan Mahasiswa," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 7, no. 3, pp. 1315–1322, 2023.
- [8] M. D. Chairunnisa, H. Rahmawati, T. I. Zaidan, M. Shevarizky, and D. Fitriati, "Pemilihan Calon Anggota Himpunan HIMATIKA Universitas Pancasila Menggunakan Metode Perhitungan Promethee," *Journal of Informatics and Advanced Computing (JIAC)*, vol. 2, no. 2, pp. 76–81, 2021.
- [9] A. A.-P. Sains and T. W. M. Utara, "Analisis Pengembangan Sistem Informasi Pengolahan Aset Daerah (Studi Kasus: Dinas Pendapatan dan Pengelolaan Aset Daerah Provinsi Maluku Utara)," *Indonesian Journal of Networking and Security (IJNS)*, vol. 5, no. 4, 2016.
- [10] V. C. G. Samayamanthula and S. P. Kodati, "An effective E-voting enhancement system through multi secret image sharing security system," *Knowl Based Syst*, vol. 315, p. 113239, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2025.113239>.
- [11] A. Razaque *et al.*, "Blockchain-Enabled Smart Contracts and Prioritized Delegated Proof-of-Stake Paradigm for Secure and Scalable Electronic Voting Systems," *Blockchain: Research and Applications*, p. 100348, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcr.2025.100348>.
- [12] C. Perdana and M. A. Wijaya, "Implementasi Framework Bootstrap 5 Pada Perancangan Front-End Website MC BRO di PT X," *Jurnal Sistem Informasi Galuh*, vol. 2, no. 1, pp. 30–43, 2024.
- [13] N. Sholihin and M. Ardiansyah, *Membangun Web Dengan Framework Laravel 8*. Pascal Books, 2022.
- [14] W. Willyansah, F. Ayu, and M. Muhammad, "Implementasi Sistem Informasi Monitoring Laboratorium Komputer Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 7, no. 1, pp. 166–171, 2025.
- [15] T. Arianti, A. Fa'izi, S. Adam, and M. Wulandari, "Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Diagram UML (Unified Modelling Language)," *Jurnal Ilmiah Komputer Terapan dan Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 19–25, 2022.
- [16] A. F. Prasetya, S. Sintia, and U. L. D. Putri, "Perancangan Aplikasi Rental Mobil Menggunakan Diagram UML (Unified Modelling Language)," *Jurnal Ilmiah Komputer Terapan dan Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 14–18, 2022.
- [17] C. Perdana, S. Rahayu, and T. Rostiawati, "Sistem Informasi Manajemen Administrasi Laboratorium Komputer (Simalakom) Jurusan Teknologi Informasi Dan Komputer," in *SEMNASTERA (Seminar Nasional Teknologi dan Riset Terapan)*, 2024, pp. 335–344.