

Implementasi *Blockchain Ethereum* dalam Aplikasi *E-Voting* Berbasis *Website* untuk Pemilihan Koordinator Tingkat (KORTI)

Kadek Sathya Wageswara ^{1*}, I Nyoman Purnama ², I Nyoman Yudi Anggara Wijaya ³^{1*,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Desain, Universitas Primakara, Kota Denpasar, Provinsi Bali, Indonesia.

article info

Article history:

Received 7 February 2026
 Received in revised form
 20 February 2026
 Accepted 1 April 2026
 Available online October
 2026.

Keywords:

Blockchain; E-Voting;
 Ethereum; Smart Contracts;
 Transparency; Security; Gas
 Fee.

Kata Kunci:

Blockchain; E-Voting;
 Ethereum; Smart Contract;
 Keamanan Data; Transparansi;
 Gas Fee.


abstract

Electronic voting improves election efficiency yet continues to face trust-related concerns stemming from centralization and the potential for data manipulation. This study develops a web-based e-voting system integrated with the Ethereum blockchain to strengthen security and transparency. The system employs Solidity smart contracts, Ganache for local network simulation, Truffle, MetaMask, and MySQL. Development follows the Waterfall model, with unit testing and black-box testing conducted as part of the verification process. Testing was carried out using 10 simulation accounts on the Ganache network. The results demonstrate a 100% success rate across all functional scenarios, in which a total of 27 votes were recorded in real-time on the verified latest block height without any transaction failure. This implementation advances immutability and auditability; however, cost analysis reveals a dependency on fluctuating gas fees should the system be deployed on the public mainnet.

abstrak

Penerapan *e-voting* meningkatkan efisiensi pemilu, namun masih menghadapi persoalan kepercayaan akibat sentralisasi dan potensi manipulasi data. Penelitian ini mengembangkan aplikasi *e-voting* berbasis web dengan integrasi *blockchain* Ethereum guna memperkuat keamanan dan transparansi. Sistem yang dikembangkan menggunakan *smart contract* Solidity, Ganache untuk simulasi jaringan lokal, Truffle, MetaMask, serta MySQL. Pengembangan mengikuti model *Waterfall*, dengan pengujian unit dan *black-box testing* yang dilakukan sebagai bagian dari proses verifikasi. Pengujian dilakukan pada lingkungan *local testnet* menggunakan 10 akun simulasi Ganache. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh skenario fungsional, di mana total 27 suara berhasil dicatat secara *real-time* pada blok terakhir (*block height*) tanpa kegagalan transaksi. Penerapan ini memajukan *immutability* dan auditabilitas sistem; akan tetapi, analisis biaya menunjukkan adanya ketergantungan pada fluktuasi *gas fee* apabila sistem diterapkan pada *mainnet* publik.

Corresponding Author. Email: sathyawages@gmail.com ^{1}.

Copyright 2026 by the authors of this article. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan Riset). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. 

1. Pendahuluan

Pengambilan keputusan dalam sistem demokrasi modern semakin terdigitalisasi melalui mekanisme *e-voting*. Sistem *e-voting* tersentralisasi yang ada saat ini masih rentan terhadap manipulasi dan kebocoran data. Sebagai contoh, kasus manipulasi data pemungutan suara pada program *Produce X101* di Korea Selatan pada tahun 2019 menunjukkan bahwa campur tangan pihak internal dapat merusak kepercayaan publik secara fatal. Hal ini menegaskan bahwa pemungutan suara elektronik memerlukan protokol yang menjamin privasi, transparansi, dan integritas data secara mutlak.

Teknologi *blockchain* hadir sebagai solusi atas permasalahan sentralisasi tersebut. *Blockchain* sebagai *distributed ledger* menawarkan karakteristik desentralisasi, *immutability*, dan transparansi yang relevan untuk menjawab isu kepercayaan publik. Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji penggunaan teknologi ini dalam sistem pemilihan elektronik. Kshetri dan Voas (2018) memaparkan kerangka konseptual keamanan *e-voting* berbasis *blockchain* untuk memitigasi serangan siber, sementara Sharma dan Joshi (2020) mengusulkan model verifikasi transaksi suara. Mayoritas studi tersebut masih berfokus pada kerangka teoretis dan belum menegaskan bagaimana pemisahan arsitektur *off-chain* dan *on-chain* dilakukan untuk menjaga performa aplikasi.

Untuk menjembatani celah riset tersebut, penelitian ini memaparkan perancangan dan implementasi aplikasi *e-voting* berbasis web untuk Pemilihan Koordinator Tingkat (Korti) menggunakan arsitektur hibrida. Sistem memadukan efisiensi *database off-chain* (MySQL) untuk manajemen data registrasi pemilih dengan keamanan *on-chain* (Ethereum *Smart Contract*) untuk pencatatan suara secara permanen. Tujuan penelitian adalah: (1) mengevaluasi integritas hasil pemungutan suara setelah penerapan *blockchain*, dan (2) menganalisis peran *smart contract* sebagai instrumen utama otomatisasi proses *e-voting*, mulai dari verifikasi pemilih hingga penghitungan suara.

Adapun kontribusi utama penelitian ini mencakup tiga hal. Pertama, arsitektur *e-voting* terdesentralisasi yang memadukan *off-chain* manajemen akun (MySQL)

dan *on-chain* pencatatan suara (Ethereum). Kedua, implementasi *smart contract* untuk memastikan kebijakan "satu pemilih satu suara" dan perhitungan otomatis. Ketiga, evaluasi fungsional melalui *unit testing* kontrak dan *black-box testing* antarmuka.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem dengan pendekatan *Software Development Life Cycle* (SDLC) model *Waterfall*, yang mensyaratkan penyelesaian setiap tahapan secara sekuensial mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian. Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi dua peran utama pengguna, yaitu Administrator dan *Voter* (Pemilih), serta merumuskan kebutuhan arsitektur sistem *e-voting* hibrida. Lingkungan pengembangan dibangun di atas perangkat keras berupa prosesor Intel Core i7 10850H, RAM 8GB, dan penyimpanan SSD NVMe M.2 512GB dengan sistem operasi Windows 11 64-bit. Perangkat lunak pendukung meliputi XAMPP, PHP, dan MySQL untuk manajemen basis data *off-chain*, serta Visual Studio Code sebagai editor kode utama. Pada sisi *on-chain*, logika pemilihan ditulis dalam *smart contract* menggunakan bahasa Solidity melalui Remix IDE, dikompilasi dan didistribusikan menggunakan Truffle *Framework*, dengan simulasi jaringan *blockchain* lokal melalui Ganache. Otorisasi transaksi dan manajemen biaya gas (*gas fee*) dijumpai oleh ekstensi dompet kripto MetaMask, sementara Git dan GitHub digunakan sebagai *version control* untuk memantau riwayat perubahan sistem.

Pengujian sistem tidak menggunakan teknik *sampling* populasi manusia karena penelitian ini berfokus pada evaluasi teknis keandalan aplikasi dan *smart contract*. Subjek uji berfokus pada entitas simulasi yang menjalankan alur logika pengguna, yaitu *Voter* tersimulasi yang melakukan registrasi, *login*, dan *voting*, serta Admin tersimulasi yang menjalankan inisiasi pemilihan, verifikasi *voter*, dan rekapitulasi hasil. Pengujian dilakukan melalui dua tahapan: *Unit Testing* pada *smart contract* untuk memverifikasi validasi aturan satu suara per pemilih dan eksekusi pemungutan suara, serta *Black-box Testing* pada *frontend* aplikasi web yang mencakup enam fitur utama, yaitu *Form Register*, *Form Login*, tampilan *Home*, *Form Voting*, *Form*

Candidate, dan *Form Result*. Seluruh hasil pengujian dianalisis untuk memastikan integritas data dari masukan pengguna di sisi web hingga pencatatan *on-chain*.

3. Hasil dan Pembahasan

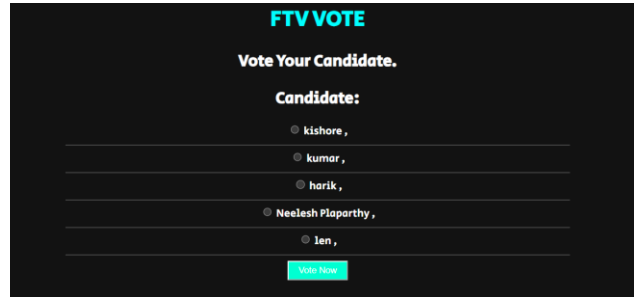
Hasil

Implementasi Arsitektur Hibrida dan *Smart Contract*

Sistem *e-voting* ini berhasil diimplementasikan menggunakan arsitektur hibrida yang memisahkan beban pemrosesan data. Basis data relasional (MySQL) digunakan secara *off-chain* untuk mengelola entitas sistem yang terdiri dari tabel *Candidate* dan *User* (pemilih), sementara interaksi antara antarmuka web (PHP) dan *node* Ethereum lokal dijumpitani menggunakan *library* Web3.js dan penyedia koneksi HTTP RPC. Pada sisi *on-chain*, logika inti pemungutan suara dieksekusi melalui *smart contract* yang ditulis menggunakan Solidity versi $\wedge 0.8.0$. Kontrak tersebut mendefinisikan variabel untuk menyimpan jumlah suara dan memicu *event* pencatatan setiap kali transaksi terjadi. Konfigurasi jaringan menggunakan Ganache secara lokal (*host* 127.0.0.1, *port* 7545) dengan fitur *automine* yang memungkinkan transaksi dikonfirmasi secara *real-time* tanpa latensi antrean blok.

Pengujian Sistem (*Unit Testing* dan *Black-Box Testing*)

Evaluasi keandalan sistem dilakukan melalui *unit testing* pada level *smart contract* dan *black-box testing* pada level antarmuka pengguna. *Unit testing* memverifikasi bahwa *smart contract* secara konsisten menolak transaksi apabila alamat dompet (MetaMask) yang sama mencoba memanggil fungsi *voting* lebih dari satu kali, sehingga kebijakan *single-vote enforcement* terjamin. Pengujian fungsional pada antarmuka memastikan sistem berjalan lancar dari sisi pengguna. Gambar 1 menampilkan antarmuka saat pemilih melakukan eksekusi pemungutan suara (*Form Voting*) yang terhubung langsung dengan ekstensi MetaMask untuk otorisasi *gas fee*. Setelah transaksi *voting* berhasil dieksekusi dan dicatat di dalam blok, hasil suara direkapitulasi secara otomatis tanpa campur tangan admin, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Antarmuka *Form Voting* Pemilih yang Terintegrasikan dengan MetaMask

ID	Name	Total Votes (casted)	Vote Percentage
1	kishore	7	25.00 %
2	kumar	3	11.11 %
3	harik	1	3.7 %
4	Neelesh Plaparthi	13	55.56 %
5	Ien	1	3.7 %

Gambar 2. Antarmuka Rekapitulasi Hasil Pemungutan Suara (*Form Result*)

Keseluruhan hasil pengujian dari berbagai skenario fungsional direkapitulasi pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rangkuman Pengujian Fungsional (*Unit* dan *Black-Box*)

No	Pengujian (Fitur)	Kriteria & Validasi	Status
1	<i>Login</i> Pemilih	Kredensial <i>off-chain</i> MySQL tervalidasi	<i>Pass</i>
2	Koneksi <i>Wallet</i>	Web3 mendeteksi akun & saldo ETH	<i>Pass</i>
3	Eksekusi <i>Voting</i>	Transaksi <i>on-chain</i> terkirim sukses	<i>Pass</i>
4	Cegah <i>Double Vote</i>	Sistem menolak input ganda (<i>Revert</i>)	<i>Pass</i>
5	Rekapitulasi	Data sinkron dengan blok (<i>real-time</i>)	<i>Pass</i>
6	Kelola Kandidat	Admin sukses mengubah data lokal	<i>Pass</i>

Berdasarkan Tabel 1, sistem mencapai tingkat keberhasilan 100% pada seluruh skenario. Sebanyak 27 sampel suara uji berhasil direkam ke dalam *smart contract* dan direkapitulasi secara otomatis di halaman hasil tanpa adanya anomali data.

Pembahasan

Meskipun hasil pengujian fungsional menunjukkan keberhasilan penuh, analisis lebih lanjut terhadap *gas fee* (biaya operasional eksekusi kontrak) memperlihatkan adanya *trade-off* yang perlu diperhatikan. Setiap transaksi *voting* pada *smart contract* ini membutuhkan rata-rata 145.000 *gas unit*. Dalam lingkungan pengujian Ganache, biaya ini disimulasikan menggunakan saldo *dummy*. Apabila diterapkan pada Ethereum Mainnet dengan asumsi harga gas 20 Gwei, biaya per satu kali pemilihan menjadi sangat fluktuatif dan berpotensi membebani pemilih. Temuan ini sejalan dengan keterbatasan yang dikemukakan oleh Kshetri dan Voas (2018) serta Sharma dan Joshi (2020), di mana penerapan *blockchain* publik untuk pemilu sering kali terkendala masalah skalabilitas dan biaya partisipasi. Sebagai solusi alternatif, arsitektur aplikasi ini disarankan untuk dimigrasikan ke jaringan *Layer-2* (seperti Polygon) atau menggunakan *Private Consortium Blockchain* guna mengeliminasi beban biaya di pihak pengguna sekaligus mempertahankan keunggulan *audit trail* desentralisasi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem *e-voting* berbasis *blockchain* dengan arsitektur hibrida untuk Pemilihan Koordinator Tingkat (Korti). Arsitektur yang diterapkan memisahkan pengelolaan data registrasi pemilih secara *off-chain* menggunakan MySQL dengan pencatatan suara secara *on-chain* melalui Ethereum *Smart Contract*, sehingga sistem mampu menyeimbangkan efisiensi operasional dan keamanan data secara bersamaan. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh skenario uji, baik *unit testing* pada *smart contract* maupun *black-box testing* pada antarmuka web, mencapai tingkat keberhasilan 100%. Kebijakan *single-vote enforcement* terbukti berjalan dengan baik, di mana sistem secara konsisten menolak (*revert*) setiap upaya pemungutan

suara ganda dari alamat dompet yang sama. Sebanyak 27 sampel suara uji berhasil direkam ke dalam *smart contract* dan direkapitulasi secara otomatis tanpa anomali data, yang mengonfirmasi bahwa integritas dan transparansi hasil pemungutan suara dapat terjaga melalui mekanisme *blockchain*. Penelitian ini juga mengidentifikasi keterbatasan berupa tingginya biaya transaksi (*gas fee*) apabila sistem diterapkan pada jaringan Ethereum Mainnet, yang berpotensi membebani pemilih dan menghambat skalabilitas. Oleh sebab itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji migrasi arsitektur ke jaringan *Layer-2* seperti Polygon atau penerapan *Private Consortium Blockchain* sebagai pendekatan yang lebih efisien secara biaya tanpa mengorbankan keunggulan desentralisasi dan *audit trail* yang telah dicapai.

5. Daftar Pustaka

- BBC News. (2019, July 19). *K-pop vote rigging scandal: Produce X101 manipulation confirmed*. BBC. <https://www.bbc.com/news/world-asia-50069698>
- Ethereum Foundation. (2023). *Solidity documentation*. <https://docs.soliditylang.org/>
- Fernandez-Caramés, T. M., & Fraga-Lamas, P. (2024). Towards post-quantum blockchain. *Future Generation Computer Systems*, 148, 601–618. <https://doi.org/10.1016/j.future.2023.08.001>
- Gervais, A., Karame, G. O., Wüst, K., Glykantzis, V., Ritzdorf, H., & Capkun, S. (2016). On the security and performance of proof of work blockchains. *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, 3–16. <https://doi.org/10.1145/2976749.2978341>
- Jafar, U., Aziz, M. J. A., & Shukur, Z. (2021). Blockchain for electronic voting system—Review and open research challenges. *Sensors*, 21(17), 5874. <https://doi.org/10.3390/s21175874>

- Jayabalan, J., Jayapriya, P., & Jeyanthi, N. (2024). A review on state-of-the-art blockchain schemes for EHR management. *Health Informatics Journal*, 30(1), 1–20.
- Kareem, Y., Djenouri, D., & Ghadafi, E. (2024). Emerging blockchain technology platforms for securing IoT. *IEEE Internet of Things Journal*, 11(5), 4000–4015.
- Khatoon, A. (2020). A blockchain-based smart contract system for healthcare management. *Electronics*, 9(1), 94. <https://doi.org/10.3390/electronics9010094>
- Kshetri, N., & Voas, J. (2018). Blockchain-enabled e-voting. *IEEE Software*, 35(4), 95–99. <https://doi.org/10.1109/MS.2018.2801546>
- Lu, Z. (2024). Leveraging zero knowledge proofs for blockchain-based identity sharing: A survey. *Journal of Blockchain Research*, 12(3), 45–60.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Decentralized Business Review.
- Palaiokrassas, G., Bouraga, S., & Tassioulas, L. (2024). Machine learning on blockchain data: A systematic mapping study. *IEEE Access*, 12, 9001–9025.
- Sharma, T. K., & Joshi, A. (2020). E-voting system using blockchain technology. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(4), 10086–10094.
- Swan, M. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media.
- Wu, H., Yao, Q., Liu, Z., Huang, B., Zhuang, Y., & Tang, H. (2024). Blockchain for finance: A survey. *Journal of Financial Technology*, 5(2), 89–105.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018). *Blockchain technology overview* (NISTIR 8202). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>
- Yang, Y., Lin, M., Lin, Y., Zhang, C., & Wu, C. (2025). A survey of blockchain applications for management in agriculture and livestock IoT. *Computers and Electronics in Agriculture*, 210, 107–118.
- Yi, H. (2019). Securing e-voting based on blockchain in P2P network. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2019(1), 137. <https://doi.org/10.1186/s13638-019-1473-6>.