

PENGEMBANGAN *SMART CONTRACT* PADA SISTEM *E-VOTING* BERBASIS *ZENCHAIN TESNET BLOCKCHAIN*

Isa Al Ghifary Ahmad¹, Apriade Voutama²

^{1,2} Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang.

email: ¹ghifarryaal@gmail.com, ²apraide.voutama@staff.unsika.ac.id

Abstract

Conventional voting systems continue to face challenges such as lack of transparency, slow vote counting, and complex bureaucracy. To address these issues, this study develops a Blockchain-based e-voting system using the ZenChain Testnet platform. ZenChain was chosen due to its lightweight testing environment, support for smart contracts, and compatibility with Decentralized Autonomous Organizations (DAOs). The research employs the Prototype method, implemented through iterative stages of initial design, functional development, user interface testing, and evaluation. The objective is to create a secure, efficient, and transparent e-voting system by utilizing smart contracts to automate voter validation, vote casting, and result calculation processes. The implementation results demonstrate that all transactions are permanently recorded on the Blockchain, preventing data manipulation. Black box testing was conducted with 4 test scenarios covering core features such as voter validation, vote input, and result computation. All scenarios ran successfully without errors, with an average response time of under 9 seconds. In conclusion, the Blockchain-based e-voting system on the ZenChain Testnet has proven capable of enhancing the integrity and efficiency of elections from a technical standpoint. However, for large-scale implementation, strategies for infrastructure enhancement, further scalability testing, and digital literacy programs are required to ensure widespread adoption.

Keywords: *Blockchain, Smart contract, E-voting, Transparency, Decentralization*

Abstrak

Sistem pemilihan konvensional masih menghadapi berbagai tantangan, seperti kurangnya transparansi, lambatnya proses penghitungan suara, dan birokrasi yang kompleks. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem e-voting berbasis Blockchain dengan memanfaatkan platform ZenChain Testnet. Pemilihan ZenChain didasarkan pada kemampuannya menyediakan lingkungan uji coba yang ringan, mendukung smart contract, dan kompatibel dengan arsitektur DAO (Decentralized Autonomous Organizations). Metode yang digunakan adalah metode Prototype, yang diterapkan melalui tahapan desain awal sistem, implementasi fungsional, pengujian antarmuka, serta evaluasi berulang berdasarkan umpan balik. Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan sistem e-voting yang aman, efisien, dan transparan melalui pemanfaatan smart contract untuk mengotomatisasi proses validasi pemilih, pemungutan suara, dan perhitungan hasil. Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh transaksi berhasil dicatat secara permanen di dalam Blockchain, sehingga mencegah potensi manipulasi data. Pengujian dilakukan menggunakan metode black box dengan 4 skenario uji fitur utama, seperti validasi pemilih, input suara, dan kalkulasi hasil. Semua skenario berhasil dijalankan tanpa error, dengan response time rata-rata di bawah 9 detik. Kesimpulannya, sistem e-voting berbasis Blockchain pada ZenChain Testnet terbukti mampu meningkatkan integritas dan efisiensi pemilu secara teknis. Namun, untuk implementasi skala besar, diperlukan strategi peningkatan infrastruktur, pengujian skalabilitas lebih lanjut, serta program literasi digital bagi masyarakat guna memastikan adopsi yang menyeluruh.

Kata Kunci: *Blockchain, Smart Contract, E-Voting, Transparansi, Desentralisasi*

1. PENDAHULUAN

Pemilihan umum (pemilu) yang berkualitas sangat bergantung pada sistem penyelenggaraannya. Untuk menghasilkan pemimpin yang kredibel, proses pemilu harus berlangsung secara transparan, akurat, dan efisien. Oleh karena itu, pengawasan terhadap integritas pemilu menjadi aspek penting dalam sistem demokrasi

(Hidayat, 2023). Salah satu elemen utama dalam pemilu demokratis adalah transparansi hasil, yang bertujuan menciptakan sistem hukum inklusif dan adil, sekaligus meminimalisasi bias dari penyelenggara pemilu (Sarjito, 2023).

Namun, permasalahan transparansi dan lambatnya penghitungan suara masih menjadi tantangan dari masa ke masa. Keterlibatan banyak pihak dalam proses pemungutan dan penghitungan suara menimbulkan birokrasi yang kompleks, serta berpotensi menimbulkan sengketa hasil yang memerlukan waktu penyelesaian panjang (Achmad, 2025).

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi, khususnya di bidang komputasi dan internet, mulai muncul solusi untuk mengatasi tantangan tersebut. Internet memungkinkan konektivitas tanpa batas geografis (Setiyanto & Voutama, 2023). Salah satu teknologi yang muncul untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam pemilu adalah *e-voting*, yaitu proses pemungutan suara berbasis elektronik. Teknologi ini dapat mempercepat proses pemilihan, penghitungan suara secara *real time*, serta mengurangi biaya operasional (A. Kurniawan, 2023)(Lubis et al., 2022).

Meskipun *e-voting* menawarkan banyak keunggulan, sistem ini menghadapi tantangan serius dalam hal keamanan dan transparansi. Sebagian besar sistem *e-voting* masih berbasis data terpusat, yang membuka celah terhadap manipulasi data tanpa terdeteksi pihak ketiga (Aji & Putri, 2023). Seiring dengan tuntutan akan sistem yang lebih aman dan transparan, teknologi *blockchain* muncul sebagai solusi potensial.

Blockchain adalah sistem pencatatan digital yang bersifat terdesentralisasi dan tidak dapat diubah, di mana setiap blok saling terhubung melalui kriptografi (Saleh et al., 2025). Teknologi ini memiliki keunggulan seperti transparansi, keandalan, dan imutabilitas, sehingga tidak hanya digunakan dalam mata uang kripto tetapi juga berbagai sektor lainnya (Aini et al., 2021). Dalam konteks *e-voting*, *blockchain* mampu meningkatkan keamanan, akuntabilitas, dan kepercayaan publik terhadap proses pemilu (Haryani et al., 2023).

Selain *blockchain*, konsep *smart contract* juga berperan penting. *Smart contract* merupakan kode yang berjalan otomatis di atas *blockchain* sesuai kondisi yang telah ditentukan (Martinelli et al., 2024). Penerapannya memungkinkan pemungutan dan penghitungan suara dilakukan tanpa campur tangan pihak ketiga (Prayugah dkk., 2025).

Namun, efektivitas *smart contract* memerlukan tata kelola yang tepat. Salah satu konsep yang mendukung hal ini adalah *Decentralized Autonomous Organization* (DAO). DAO memungkinkan organisasi berjalan secara mandiri melalui seperangkat aturan yang tertanam dalam kode, yang mendorong transparansi dan efisiensi (El Faqir et al., 2020)(Faqir-Rhazoui et al., 2021).

Studi literatur dilakukan untuk memperkuat pemahaman dasar mengenai *e-voting* berbasis *blockchain* *ZenChain Tesnet* dan meninjau solusi dari penelitian sebelumnya yang relevan. Hasil studi ini menunjukkan bahwa implementasi *smart contract* berbasis *ZenChain* berpotensi meningkatkan efisiensi, keamanan, dan transparansi dalam proses pemilu digital (Prayugah et al., 2025) (Adha et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *e-voting* berbasis *blockchain* menggunakan platform *ZenChain Testnet*. *ZenChain Testnet* merupakan jaringan uji dari platform *blockchain* *ZenChain* yang mendukung pengembangan aplikasi terdesentralisasi (*decentralized applications/dApps*) melalui integrasi *smart contract* (*Introduction | ZenChain Documentation*, n.d.). Dalam sistem ini, *smart contract* digunakan untuk memvalidasi identitas pemilih, mencatat suara secara otomatis, dan menyimpan hasil pemilu secara permanen dalam *blockchain* (Budi et al., 2023).

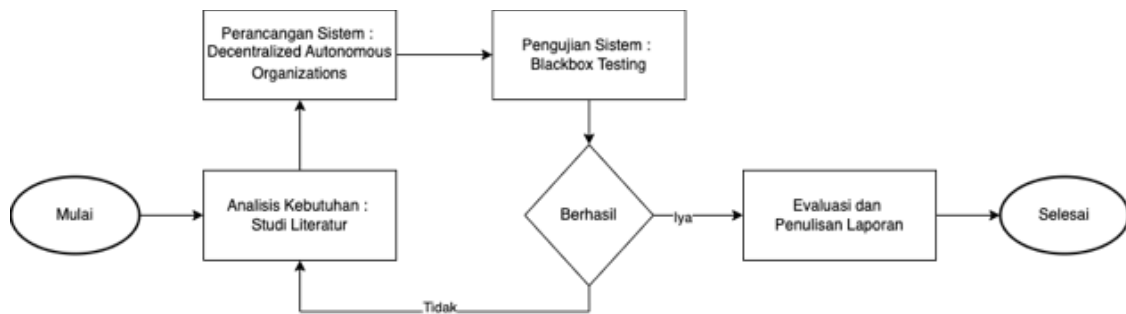
Beberapa studi sebelumnya telah mengimplementasikan teknologi *blockchain* dalam sistem *e-voting* untuk meningkatkan aspek keamanan dan transparansi. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada satu aspek sistem saja, seperti pencatatan suara atau penghitungan hasil. Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada integrasi tiga komponen utama secara simultan: validasi pemilih, proses pemungutan dan penghitungan suara otomatis, serta tata kelola berbasis DAO. Evaluasi terhadap sistem dilakukan dengan metode pengujian *black box*, yakni metode pengujian perangkat lunak berbasis fungsionalitas, di mana sistem diuji berdasarkan *input* dan *output* tanpa memperhatikan struktur internal program (Christian & Voutama, 2024). Pendekatan ini memberikan validasi menyeluruh terhadap mekanisme *smart contract* yang digunakan dalam sistem.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *prototype*, yaitu pendekatan pengembangan sistem yang fokus pada pembuatan model awal (prototipe) untuk diuji dan disempurnakan sebelum implementasi penuh (Avdioloca & Megawaty, 2024). Metode ini memungkinkan pengguna terlibat secara langsung dalam proses pengembangan,

sehingga masukan dari pengguna dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas sistem (Yogatuta & Voutama, 2024).

Dalam penelitian ini, metode *prototype* digunakan untuk merancang dan mengembangkan sistem *e-voting* berbasis *smart contract* pada platform *ZenChain Testnet*. Proses pengembangan dilakukan secara bertahap sesuai dengan diagram alur pada Gambar 1.



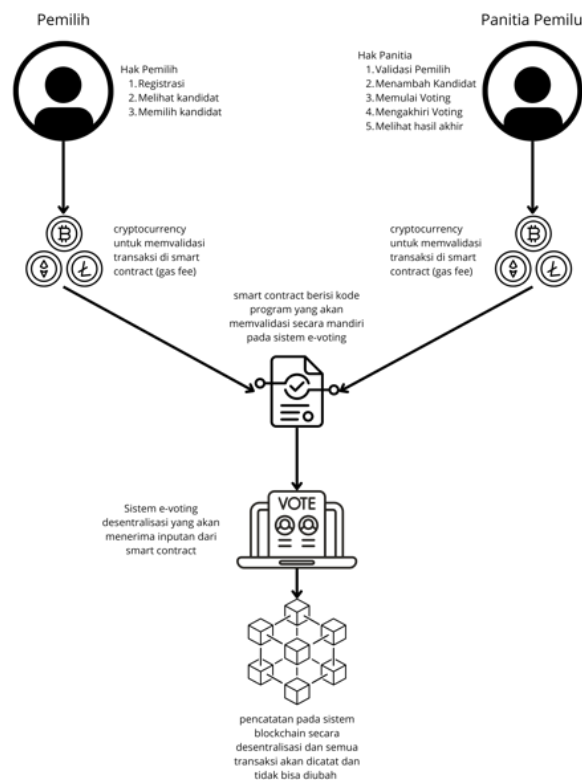
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Tahapan dimulai dengan analisis kebutuhan melalui studi literatur untuk memahami permasalahan dan menentukan solusi teknis. Setelah itu, dilakukan perancangan sistem menggunakan pendekatan *Decentralized Autonomous Organization* (DAO). Pada tahap ini, ditentukan peran pengguna (pemilih dan panitia), serta alur kerja *smart contract* untuk validasi, pemungutan suara, dan perhitungan hasil.

Selanjutnya, sistem diuji menggunakan metode *black box testing*, yaitu pengujian berdasarkan input dan output tanpa melihat kode program (Cani et al., 2023). Pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi utama berjalan dengan baik, seperti proses pendaftaran, pemungutan suara, dan rekapitulasi hasil. Jika ditemukan kesalahan, sistem akan diperbaiki dan diuji kembali.

Jika sistem telah berfungsi sesuai harapan, maka dilanjutkan ke tahap akhir yaitu evaluasi dan penulisan laporan. Hasil dari seluruh tahapan ini adalah prototipe sistem *e-voting* yang aman, transparan, dan efisien.

2.1 Arsitektur Sistem Decentralized Autonomous Organizations



Gambar 2. Arsitektur Sistem Decentralized Autonomous Organizations

Gambar 2 menggambarkan arsitektur sistem *e-voting* berbasis *blockchain* yang dirancang menggunakan pendekatan *Decentralized Autonomous Organization* (DAO). Arsitektur ini terdiri dari dua aktor utama: pemilih dan panitia pemilu, yang berinteraksi melalui *smart contract* pada jaringan *blockchain* untuk menjamin proses yang transparan, aman, dan tidak dapat dimanipulasi (W. Kurniawan et al., 2022).

1. Peran Pemilih
 - a. Registrasi: Pemilih mendaftarkan diri ke dalam sistem dengan identitas yang diverifikasi oleh panitia.
 - b. Akses Informasi Kandidat: Pemilih dapat melihat daftar kandidat yang tersedia sebelum memberikan suara.
 - c. Voting: Pemilih memilih kandidat yang diinginkan melalui antarmuka sistem yang terhubung dengan *smart contract*.
2. Peran Panitia Pemilu
 - a. Validasi Pemilih: Panitia memverifikasi identitas pemilih dan memberikan akses untuk melakukan voting.
 - b. Manajemen Kandidat: Panitia menambahkan informasi kandidat ke dalam sistem.
 - c. Kontrol Voting: Panitia memiliki kontrol untuk memulai dan mengakhiri masa pemilihan.
 - d. Akses Hasil: Setelah pemungutan suara berakhir, panitia dapat melihat hasil akhir secara transparan.
3. Alur Kerja Sistem
 - a. Setiap tindakan (registrasi, pemilihan, penambahan kandidat, dan penghitungan suara) dikendalikan oleh *smart contract*, yaitu program otomatis yang berjalan di jaringan *blockchain*.
 - b. Setiap transaksi menggunakan aset kripto sebagai media validasi dan untuk mengeksekusi fungsi dalam *smart contract*.
 - c. Setelah suara diberikan, sistem DAO mencatat transaksi tersebut secara permanen ke dalam *blockchain*. Setiap entri tidak dapat dimodifikasi sehingga menjamin integritas hasil pemilu.
 - d. Seluruh proses berlangsung tanpa perantara (*trustless system*), mengurangi potensi kecurangan serta meningkatkan akuntabilitas.

Dengan pendekatan ini, sistem *e-voting* tidak hanya mempercepat proses pemilihan dan perhitungan suara, tetapi juga meningkatkan kepercayaan publik terhadap hasil pemilu karena semua data tercatat secara terbuka dan tidak dapat diubah (*immutable*).

2.2 Pengujian Black Box Testing

2.1. Pengujian Sistem

Pengujian dalam penelitian ini difokuskan pada aspek logika dan fungsionalitas sistem guna memastikan bahwa setiap komponen bekerja sesuai dengan rancangan (Praniffa et al., 2023). Tujuan pengujian adalah untuk memverifikasi bahwa sistem berjalan sesuai alur yang telah ditentukan, serta mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan yang dapat memengaruhi performa sistem. Dengan pengujian ini, kesalahan dapat diminimalkan sehingga sistem menghasilkan keluaran yang akurat, stabil, dan andal.

2.2. Metode Pengujian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *black box testing*, yaitu pendekatan pengujian perangkat lunak yang mengevaluasi sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa memeriksa struktur internal kode program (Ikhwan et al., 2023). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem *e-voting* berbasis *blockchain ZenChain Tesnet* berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Metode ini dipilih karena sesuai untuk menguji kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna tanpa bergantung pada logika internal sistem.

2.3. Rencana dan Kriteria Pengujian

Pengujian dirancang untuk mencakup fitur-fitur utama sistem, meliputi autentikasi pengguna, pemilihan kandidat, pencatatan suara ke dalam *blockchain*, serta verifikasi hasil pemungutan suara. Skenario pengujian mencakup kondisi normal, input tidak valid, dan batas penggunaan (Pratama et al., 2023).

Kriteria evaluasi pengujian meliputi:

<https://doi.org/10.35145/joisie.v9i1.49123>

JOISIE licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0)

- Output* sistem sesuai dengan *input* valid yang diberikan.
- Penolakan terhadap *input* tidak valid dengan notifikasi yang tepat.
- Ketahanan sistem terhadap penggunaan ulang yang tidak sah (misalnya voting ganda).
- Respons sistem tidak melebihi batas waktu maksimal 9 detik.
- Transaksi voting tercatat dan dapat diverifikasi melalui penelusur *blockchain*.

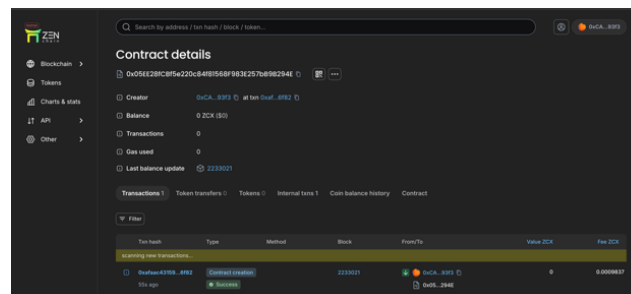
Daftar rencana pengujian sistem dapat dilihat pada Table 1.

Tabel 1. Rencana Pengujian Sistem

No.	Fitur yang Diuji	Tujuan Pengujian	Skenario Uji
1	Autentikasi Pemilih	Memastikan hanya pengguna terdaftar yang dapat mengakses sistem	Uji ID pemilih valid dan tidak valid
2	Pemilihan Kandidat	Memverifikasi bahwa proses voting dilakukan satu kali per pemilih	Uji pemilihan kandidat dan upaya voting ganda
3	Pencatatan Suara	Menjamin suara tercatat dengan benar di <i>Blockchain</i>	Uji perekaman suara setelah pemilihan dilakukan
4	Verifikasi Hasil	Memastikan suara dapat diverifikasi secara publik	Uji keterlacakan suara melalui <i>Blockchain</i> explorer berdasarkan hash suara

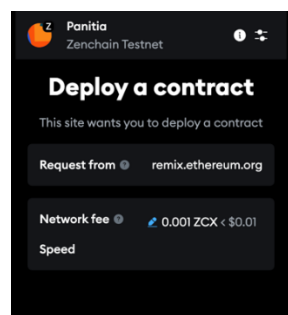
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem E-voting Berbasis Blockchain



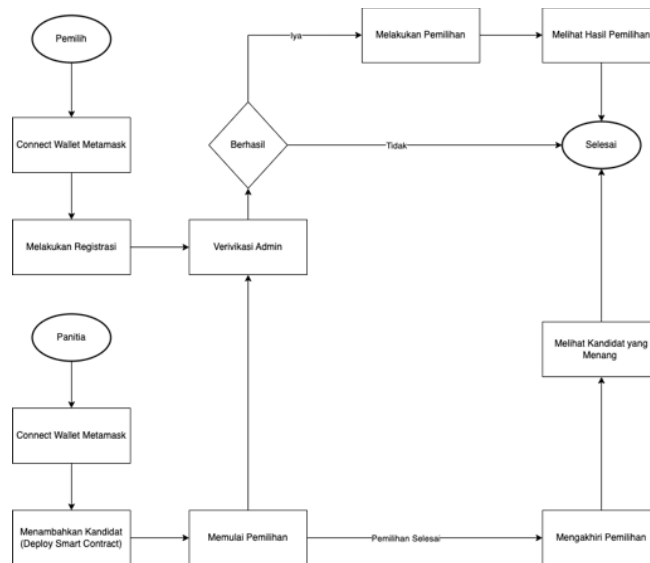
Gambar 3. Blok Deployment Smart contract

Gambar 3 menunjukkan tampilan *ZenChain Tesnet Explorer* yang memverifikasi proses *deployment* kontrak pintar (*smart contract*) dengan alamat "0x05EE28fCBf5e220c84f81568F983E257bB9B294E". Kontrak ini berhasil dijalankan dan tercatat dalam blok jaringan, disertai dengan hash transaksi, alamat pengirim, serta informasi biaya gas. Proses ini merupakan tahap awal yang wajib dilakukan sebelum sistem *e-voting* dapat digunakan.



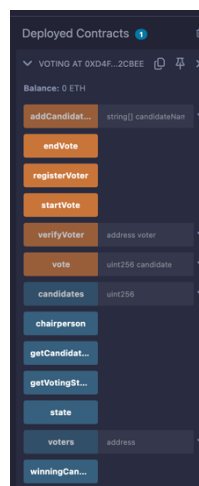
Gambar 4. Interaksi Kontrak Akun Metamask

Gambar 4 memperlihatkan interaksi awal antara akun pengguna di *MetaMask* dengan *smart contract*. Pengguna harus menghubungkan *wallet* mereka ke jaringan *ZenChain Tesnet* sebagai syarat utama untuk mengakses fungsi sistem. Langkah ini berperan penting dalam validasi identitas digital serta keabsahan transaksi di *blockchain*.



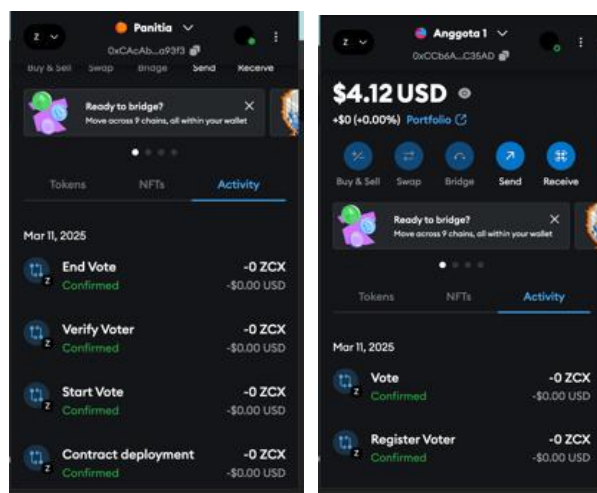
Gambar 5. Diagram Alur Proses Pemilihan

Alur kerja sistem ditampilkan dalam Gambar 5, dimulai dari proses registrasi pemilih, verifikasi oleh panitia, pemungutan suara, hingga pengumuman hasil. Kontrol administrasi berada pada panitia, namun seluruh data dan aktivitas terekam secara permanen dalam *blockchain*, sehingga menjamin integritas dan transparansi sistem.



Gambar 6. Tampilan Fungsi pada *Smart contract*

Gambar 6 menyajikan antarmuka fungsi *smart contract* pada *Remix IDE*. Fungsi-fungsi utama seperti *registerVoter*, *verifyVoter*, *vote*, *startVote*, dan *endVote* dikelompokkan menjadi dua: fungsi input (kotak oranye) dan fungsi pembacaan data (kotak biru). Klasifikasi ini bertujuan untuk memudahkan pengujian serta menjaga modularitas kontrak.



(a)

(b)

Gambar 7. (a) Riwayat Transaksi Panitia Gambar (b) Riwayat Transaksi Pemilih

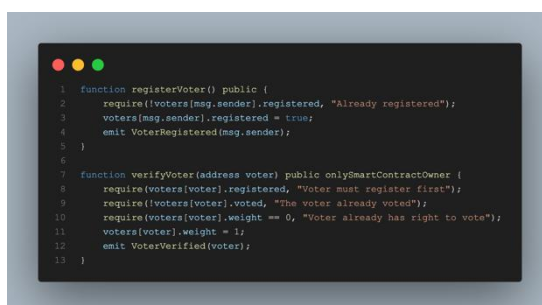
Txn hash	Type	Method	Block	FromTo	Value ZCX	Fee ZCX
Loading new transactions...						
0x70c0a8a8_4234	Contract call	0x70c0a8a8	223001	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4235	Contract call	0x70c0a8a8	223002	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4236	Contract call	0x70c0a8a8	223003	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4237	Contract call	0x70c0a8a8	223004	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4238	Contract call	0x70c0a8a8	223005	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4239	Contract call	0x70c0a8a8	223006	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4240	Contract call	0x70c0a8a8	223007	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4241	Contract call	0x70c0a8a8	223008	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4242	Contract call	0x70c0a8a8	223009	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236
0x70c0a8a8_4243	Contract call	0x70c0a8a8	223010	0x70c0a8a8 → 0x70c0a8a8	0	0.0002236

Gambar 8. Riwayat Keseluruhan Transaksi Selama Pemilihan

Gambar 7 dan 8 mendokumentasikan riwayat transaksi pengguna. Gambar 7 menunjukkan aktivitas panitia (misalnya verifikasi dan mengakhiri pemungutan suara), Gambar 8 menampilkan transaksi pemilih (registrasi dan pemungutan suara), dan Gambar 9 menyajikan ringkasan keseluruhan transaksi. Setiap tindakan direkam dalam *blockchain explorer*, sehingga dapat diverifikasi secara publik.

3.2 Penjabaran Teknis Smart contract

Gambar 10 memuat kode untuk fungsi `registerVoter` dan `verifyVoter`, yang berfungsi untuk mengatur alur registrasi dan verifikasi pemilih. Panitia memiliki otoritas penuh untuk menentukan siapa yang berhak mengikuti pemilihan. Dengan sistem ini, setiap perubahan status pengguna akan tercatat secara transparan di dalam *blockchain*.



Gambar 9. Pendaftaran dan Verifikasi Pemilih

Gambar 11 menunjukkan fungsi `vote`, yang hanya dapat dijalankan oleh pemilih yang telah diverifikasi. Sistem mencatat ID kandidat yang dipilih ke dalam struktur data pada *blockchain*. Mekanisme ini memastikan bahwa setiap suara bersifat final, tidak dapat diubah, dan terdokumentasi permanen.

```

1 function vote(uint candidate) public VotingState {
2     require(candidate < candidates.length, "Invalid candidate index");
3     Voter storage sender = voters[msg.sender];
4     require(sender.weight != 0, "Has no right to vote");
5     require(!sender.voted, "Already voted");
6     sender.voted = true;
7     sender.vote = candidate;
8     candidates[candidate].voteCount += sender.weight;
9     emit VoteCast(msg.sender, candidate);
10 }

```

Gambar 10. Pemungutan Suara

Gambar 12 menyajikan fungsi `winningCandidate`, yang secara otomatis menentukan kandidat pemenang berdasarkan perolehan suara terbanyak. Fungsi ini dapat dijalankan setelah panitia mengakhiri pemungutan suara. Otomatisasi ini mempercepat proses penghitungan dan menghilangkan potensi manipulasi data hasil.

```

1 function winningCandidate() public view returns (string memory winnerName) {
2     require(state == State.Ended, "Voting has not ended yet");
3     require(candidates.length > 0, "No candidates available");
4     uint winningVoteCount = 0;
5     winnerName = "No winner";
6     for (uint p = 0; p < candidates.length; p++) {
7         if (candidates[p].voteCount > winningVoteCount) {
8             winningVoteCount = candidates[p].voteCount;
9             winnerName = candidates[p].name;
10        }
11    }
12 }

```

Gambar 11. Menentukan Pemenang

3.3 Hasil dan Evaluasi Pengujian Sistem

3.3.1. Metodologi Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing*. Pengujian difokuskan pada fungsionalitas sistem berdasarkan *input* dan *output*, tanpa memeriksa struktur kode internal. Proses pengujian dijalankan melalui *Remix IDE* dan jaringan *ZenChain Tesnet*, mencerminkan kondisi operasional yang menyerupai implementasi riil.

3.3.2. Hasil Pengujian

Tabel 3. Skenario Pengujian Fungsionalitas Sistem

No.	Fitur yang Diuji	Skenario Uji	Input	Output yang Diharapkan	Status
1	Autentikasi Pemilih	Pemilih menggunakan ID yang valid	ID Pemilih terdaftar	Berhasil login ke sistem	Lulus
2	Autentikasi Pemilih	Pemilih menggunakan ID yang tidak terdaftar	ID tidak valid	Akses ditolak, muncul pesan kesalahan	Lulus
3	Pemilihan Kandidat	Pemilih memilih satu kandidat	Pilihan kandidat	Suara berhasil direkam	Lulus
4	Pemilihan Kandidat	Pemilih mencoba memilih lebih dari satu kali	Pemilih yang sama mengulang voting	Akses ditolak, muncul peringatan satu kali voting saja	Lulus
5	Pencatatan Suara ke <i>Blockchain</i>	Sistem mencatat suara setelah pemilih memilih kandidat	Transaksi voting	Transaksi tercatat di <i>ZenChain Tesnet</i>	Lulus

6	Verifikasi Hasil	Hasil pemungutan suara diverifikasi melalui penelusur <i>Blockchain</i>	Hash transaksi voting	Data suara dapat ditelusuri dan diverifikasi	Lulus
---	------------------	---	-----------------------	--	-------

Tabel 4. Hasil Aktual Pengujian Sistem

No.	Fitur yang Diuji	Hasil Pengujian	Waktu Respons (detik)	Keterangan
1	Autentikasi Pemilih	Sistem berhasil mengautentikasi pemilih valid dan menolak ID tidak sah	8.424	Sesuai harapan
2	Pemilihan Kandidat	Pemilih berhasil memilih satu kandidat, percobaan voting ulang ditolak	8.424	Sesuai harapan
3	Pencatatan Suara ke <i>Blockchain</i>	Transaksi tercatat dengan sukses di jaringan <i>ZenChain Tesnet</i>	7.576	Transaksi valid dan tercatat
4	Verifikasi Hasil	Setiap suara dapat diverifikasi melalui hash transaksi di <i>Blockchain explorer</i>	–	Transparansi sistem terjaga

Tabel 3 dan 4 menyajikan hasil pengujian dari sisi fungsionalitas sistem beserta aktualisasi hasil pengujian sistem. Semua fitur inti diuji, mulai dari autentikasi pemilih, pemilihan kandidat, pencatatan suara ke *blockchain*, hingga verifikasi hasil. Seluruh skenario menunjukkan hasil valid, yang mengindikasikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan desain.

Namun, beberapa kendala teknis ditemukan selama pengujian:

- Keterlambatan sinkronisasi *wallet MetaMask* saat jaringan *Tesnet* mengalami lonjakan transaksi.
- Validasi *input* terbatas pada antarmuka pengguna, menyebabkan beberapa *input* kosong lolos ke tahap transaksi sebelum ditolak oleh kontrak pintar.
- Variasi dalam waktu respons akibat fluktuasi gas *fee*, meskipun berada di lingkungan uji.

3.3.3. Analisis dan Diskusi *Error*

Sistem berhasil menolak upaya registrasi ganda atau *voting* tidak sah. Semua transaksi yang dilakukan oleh pengguna tercatat dengan benar di *blockchain* dan dapat diverifikasi secara publik. Namun, kurangnya notifikasi kesalahan yang jelas di sisi pengguna (UI) masih menjadi kekurangan, terutama ketika terjadi kegagalan *input*.

Secara umum, sistem menunjukkan performa yang stabil, responsif, dan konsisten dengan prinsip desentralisasi. Tidak ditemukan *bug* kritis yang mengganggu jalannya proses pemilihan.

3.3.4. Keterkaitan dengan Tujuan Penelitian dan Studi Sebelumnya

Tujuan utama penelitian ini adalah membangun sistem *e-voting* yang menjamin keamanan, transparansi, dan efisiensi. Berdasarkan implementasi dan pengujian, sistem telah memenuhi ketiga aspek tersebut. Setiap proses mulai dari registrasi, verifikasi, hingga penentuan hasil berjalan secara otomatis, terdokumentasi, dan tidak dapat dimanipulasi.

Jika dibandingkan dengan studi sebelumnya oleh (Farhan, 2023), sistem ini menawarkan:

- Integrasi antarmuka pengguna berbasis *MetaMask*, yang lebih ramah pengguna.
- Pemisahan fungsi panitia dan pemilih secara tegas di dalam kontrak pintar.
- Riwayat transaksi yang dapat diakses publik, meningkatkan transparansi.

Namun, terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan fitur notifikasi kegagalan *input*, optimasi tampilan antarmuka, dan penerapan di jaringan yang bersifat *mainnet* agar mendekati kondisi implementasi nyata.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem *e-voting* berbasis *smart contract* pada platform *blockchain* *ZenChain Tesnet* dengan mengadopsi prinsip *Decentralized Autonomous Organizations* (DAO). Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem terbukti dapat meningkatkan transparansi dan keamanan proses pemilihan. Setiap transaksi, mulai dari registrasi hingga penghitungan suara, tercatat secara permanen dalam *blockchain* dan tidak dapat dimodifikasi, yang memperkuat integritas sistem.

Smart contract yang dirancang mampu mengotomatisasi seluruh proses utama validasi pemilih, pemungutan suara, hingga penghitungan hasil dengan efisien dan tanpa intervensi manual. Hasil pengujian *black box* menunjukkan bahwa seluruh fitur berjalan sesuai dengan spesifikasi, baik dari sisi pemilih maupun panitia. Arsitektur DAO juga berhasil memisahkan hak akses dan peran secara jelas, yang mendukung tata kelola sistem secara desentralistik.

Namun, pengujian juga mengungkap beberapa keterbatasan penting, antara lain:

1. Tidak tersedianya notifikasi kesalahan input secara *real time* di antarmuka pengguna;
2. Keterlambatan koneksi pada *wallet MetaMask* ketika jaringan mengalami beban tinggi;
3. Belum tersedianya mekanisme pemulihan jika pengguna mengalami kegagalan teknis saat transaksi berlangsung.

Secara praktis, sistem ini menunjukkan potensi kuat untuk diadopsi dalam skala terbatas seperti pemilihan internal organisasi, komunitas digital, atau universitas. Keunggulan utama terletak pada transparansi, efisiensi waktu, dan jejak audit yang tersedia secara publik. Namun, untuk adopsi di tingkat nasional, perlu dilakukan penyesuaian terhadap infrastruktur jaringan, integrasi identitas digital yang aman, serta peningkatan literasi digital masyarakat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan (Farhan, 2023) yang menunjukkan bahwa sistem *e-voting* berbasis *blockchain* dapat meningkatkan kepercayaan publik terhadap proses pemilihan. Penelitian ini melengkapi studi tersebut dengan menambahkan implementasi teknis berbasis *ZenChain*, yang menawarkan biaya transaksi rendah dan waktu pemrosesan cepat dalam lingkungan *Tesnet*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. Y. N. (2025). Voter Roll Purging Dan Tantangan Transparansi Pemilihan Kepala Daerah Di Kota Baubau. *Jurnal Mahandia*, 9(1), 14–28.
- Adha, I. A., Voutama, A., & Ridha, A. A. (2023). Perancangan Ui/Ux Aplikasi Ogan Lopian Diskominfo Purwakarta Menggunakan Metode Design Thinking. *Joisie (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 7(1), 55–70.
- Aini, Q., Rahardja, U., Santoso, N. P. L., & Oktariyani, A. (2021). Aplikasi Berbasis Blockchain Dalam Dunia Pendidikan Dengan Metode Systematics Review. *Cess (Journal Of Computer Engineering, System And Science)*, 6(1), 58–66.
- Aji, S. R., & Putri, W. T. H. (2023). Implementasi Teknologi Blockchain Dalam Aplikasi E-Voting Berbasis Mobile. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 14(2), 219–231.
- Avdioloca, E., & Megawaty, M. (2024). Sistem Penerimaan Peserta Didik Baru Ppdb Dengan Menggunakan Metode Prototype Pada Sdn 35 Banyuasin Iii. *Www.Ejournal.PelitaIndonesia.Ac.Id*. <https://doi.org/10.35145/joisie.v8i2.4082>
- Budi, E. Y., Prihantoro, C., & Nugroho, N. E. W. (2023). Perancangan Website E-Voting Menggunakan Smart Contract Pada Blockchain Polygon. *The Indonesian Journal Of Computer Science*, 12(3).
- Cani, Y. M., Hannie, H., & Ridha, A. A. (2023). Pengujian Black Box Testing Pada Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa Di SMK Tarbiyatul Ulum Karawang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(9), 754–760.
- Christian, C., & Voutama, A. (2024). Rancang Bangun Aplikasi Sistem Informasi Inventaris Berbasis Website. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2).

- El Faqir, Y., Arroyo, J., & Hassan, S. (2020). An Overview Of Decentralized Autonomous Organizations On The Blockchain. *Proceedings Of The 16th International Symposium On Open Collaboration*, 1–8.
- Faqir-Rhazoui, Y., Arroyo, J., & Hassan, S. (2021). A Comparative Analysis Of The Platforms For Decentralized Autonomous Organizations In The Ethereum Blockchain. *Journal Of Internet Services And Applications*, 12, 1–20.
- Farhan, M. (2023). Analisis Penerapan Blockchain Dalam Kegunaannya Dalam Sistem Pemilu (E-Voting) Indonesia. *Makalah Ii4031 Kriptografi Dan Koding, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia*.
- Haryani, H., Wahid, S. M., Fitriani, A., & Others. (2023). Analisa Peluang Penerapan Teknologi Blockchain Dan Gamifikasi Pada Pendidikan. *Jurnal Mentari: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 1(2), 163–174.
- Hidayat, T. (2023). Situasi Demokrasi Nasional Menuju Pemilu 2024. *Edu Society: Jurnal Pendidikan, Ilmu Sosial Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 856–864.
- Ikhwan, A., Nugraha, R. K., Syahnur, E. A., & Ridho, R. (2023). Perancangan Aplikasi Penilaian Kinerja Driver Menggunakan Kodular Di Pt Perkebunan Nusantara Iii (Persero) Berbasis Mobile. *Joisie (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 7(2), 364–374.
- Introduction | Zchain Documentation. (N.D.). Retrieved June 6, 2025, From <https://docs.zchain.io/docs/intro>
- Kurniawan, A. (2023). Perancangan Aplikasi E-Voting Pada Pemilihan Ketua Osis Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Ilmu Komputer (Jima-Ilkom)*, 2(1), 26–31.
- Kurniawan, W., Jansen, S., & Van Der Werf, J. M. (2022). *Voting Mechanism Selection For Decentralized Autonomous Organizations*. Technical Report.
- Lubis, M. A., Gea, M. Y. A., & Muniifah, N. (2022). Penerapan Asas Pemilu Terhadap Electronic Voting (E-Voting) Pada Pemilu Tahun 2024. *Jurnal Ilmiah Penegakan Hukum*, 9(1), 44–56.
- Martinelli, I., Tsabita, N. M., Putri, A. F. E., & Novela, D. (2024). Legalitas Dan Efektivitas Penggunaan Teknologi Blockchain Terhadap Smart Contract Pada Perjanjian Bisnis Di Masa Depan. *Unes Law Review*, 6(4), 10761–10776.
- Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., & Giansyah, Q. A. (2023). Pengujian Sistem Informasi Parkir Berbasis Web Pada Uin Suska Riau Menggunakan White Box Dan Black Box Testing. *Jurnal Testing Dan Implementasi Sistem Informasi*, 1(1), 1–16.
- Pratama, S. D., Lasimin, L., & Dadaprawira, M. N. (2023). Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Edu Digital Berbasis Website Menggunakan Metode Equivalence Dan Boundary Value. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Sistem Komputer Tgd*, 6(2), 560–569.
- Prayugah, I., Indahyanti, U., & Ariyanti, N. (2025). Analisis Sentimen Publik Atas Respons Pemerintah Pada Serangan Ransomware Dengan Pendekatan Machine Learning Dan Smote. *Joisie (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 8(2), 333–343.
- Saleh, R. Z., Darmawan, I., & Others. (2025). Pemanfaatan Teknologi Blockchain Dalam Sistem Manajemen Akademik Pada Perguruan Tinggi: Studi Review. *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 19(4), 29–37.
- Sarjito, A. (2023). Politisasi Kepolisian Dalam Konteks Pemilihan Umum Police Politicization In The Context Of General Elections. *Jiana: Jurnal Ilmu Administrasi Negara*, 21(2), 141–153.
- Setiyanto, D., & Voutama, A. (2023). Pembangunan Infrastruktur Fiber To The Home Oleh Pt Ikhlas Cipta Teknologi Di Kawasan Desa Jatiranggon. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 25(2), 131–142.
- Yogatara, M. A., & Voutama, A. (2024). Perancangan Ui/Ux Untuk Platform E-Learning Kelas Fotografi Dan Videografi Berbasis Web Menggunakan Figma. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 2735–2742.