

PENERAPAN TEKNOLOGI BLOCKCHAIN PADA E-VOTING MENGGUNAKAN METODE PROTOTYPING UNTUK MENJAGA KEAMANAN DATA VOTING

Fadli Nurfajar, Asep Erlan Maulana

Teknik Informatika, Universitas Pamulang

Jl. Raya Puspiptek No. 46, Serpong, Tangerang Selatan, Banten.

Fadlinurfajar29@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi mendorong penerapan sistem pemungutan suara secara elektronik (e-voting) untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam proses pemilihan. Namun, sistem e-voting konvensional masih menghadapi permasalahan terkait keamanan, integritas, dan potensi manipulasi data suara, sehingga menimbulkan keraguan terhadap keabsahan hasil pemilihan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi e-voting berbasis blockchain yang mampu menjaga keamanan dan keaslian data suara serta mencegah terjadinya pemungutan suara ganda. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan sistem prototyping yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan prototipe, evaluasi, dan penyempurnaan sistem. Teknologi blockchain diterapkan melalui penggunaan smart contract untuk menyimpan dan memvalidasi data pemungutan suara. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan (applied research), dengan metode pengumpulan data berupa studi pustaka dan observasi terhadap sistem e-voting yang telah ada. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black box dan white box. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi e-voting berbasis blockchain berhasil diimplementasikan dan mampu meningkatkan keamanan serta integritas data suara karena data bersifat permanen (immutable) dan tidak dapat dimanipulasi. Sistem juga mampu mencegah terjadinya pemungutan suara ganda.

Kata kunci : *e-voting, blockchain, smartcontract, prototyping*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi digital di berbagai bidang, termasuk dalam proses pemungutan suara atau voting. Salah satu bentuk pemanfaatan teknologi tersebut adalah penerapan sistem pemungutan suara elektronik (electronic voting atau e-voting) yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan akurasi dalam proses pemilihan. Sistem e-voting dinilai mampu mempercepat proses pemungutan dan penghitungan suara, mengurangi penggunaan sumber daya seperti waktu dan biaya, serta meminimalkan kesalahan manusia yang sering terjadi pada sistem pemungutan suara konvensional [1]. Oleh karena itu, e-voting banyak diterapkan pada pemilihan dalam lingkup organisasi, institusi pendidikan, maupun pemerintahan. Meskipun menawarkan berbagai keunggulan, penerapan sistem e-voting konvensional masih menghadapi sejumlah permasalahan yang cukup serius. Permasalahan utama terletak pada aspek keamanan dan integritas data suara. Risiko manipulasi data, kurangnya transparansi dalam proses penghitungan suara, serta potensi terjadinya pemungutan suara ganda menjadi tantangan yang dapat menurunkan tingkat kepercayaan publik terhadap hasil pemilihan elektronik [2]. Selain itu, sistem e-voting yang masih bergantung pada server terpusat rentan terhadap serangan siber, seperti peretasan dan perubahan data secara ilegal, sehingga menimbulkan keraguan terhadap keabsahan hasil voting [3]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan teknologi yang mampu

menjamin keamanan, transparansi, dan keaslian data suara secara menyeluruh. Salah satu teknologi yang dinilai memiliki potensi besar dalam meningkatkan keamanan sistem e-voting adalah blockchain. Blockchain merupakan teknologi buku besar terdistribusi (distributed ledger technology) yang menyimpan data transaksi dalam bentuk blok-blok yang saling terhubung secara kriptografis. Setiap blok memiliki hash unik dan terhubung dengan blok sebelumnya, sehingga data yang telah tersimpan bersifat permanen (immutable) dan sangat sulit untuk dimanipulasi [4]. Karakteristik tersebut menjadikan blockchain sebagai solusi yang tepat untuk memastikan integritas dan transparansi data dalam sistem pemungutan suara elektronik [5]. Penerapan teknologi blockchain pada sistem e-voting memungkinkan setiap suara dicatat secara aman dan dapat diverifikasi oleh seluruh pihak yang terlibat. Dengan menggunakan smart contract, proses pencatatan dan validasi suara dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya tanpa melibatkan pihak ketiga. Hal ini tidak hanya meningkatkan keamanan dan transparansi, tetapi juga mampu mencegah terjadinya pemungutan suara ganda serta meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap sistem e-voting [1]. Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penerapan blockchain pada sistem e-voting mampu meningkatkan integritas data dan mengurangi risiko kecurangan dalam proses pemilihan [3] [5]. Berdasarkan permasalahan dan potensi solusi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem e-voting berbasis blockchain

yang mampu menjaga keamanan dan integritas data voting. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode prototyping, yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap melalui pembuatan prototipe, evaluasi, dan penyempurnaan berdasarkan umpan balik pengguna. Pendekatan ini dipilih agar sistem yang dikembangkan dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mudah digunakan. Rencana penyelesaian masalah dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembangunan prototipe, evaluasi prototipe, serta pengujian sistem menggunakan metode Black Box dan White Box Testing. Dengan pendekatan tersebut, diharapkan sistem e-voting berbasis blockchain yang dikembangkan dapat berfungsi secara optimal, aman, dan mampu meningkatkan kepercayaan terhadap hasil pemungutan suara elektronik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sebelum melakukan penelitian ini, penulis terlebih dahulu melakukan studi literatur dengan menelusuri berbagai referensi yang relevan, baik berupa buku, jurnal ilmiah nasional maupun internasional, serta sumber daring yang berkaitan dengan sistem e-voting, teknologi blockchain, dan metode pengembangan sistem. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami konsep dasar yang digunakan serta mengidentifikasi penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian, khususnya dalam aspek keamanan, transparansi, dan integritas data voting.

Penelitian yang dilakukan oleh Putri et al. [6] dengan judul “Digitalisasi Suara Mahasiswa dengan E-Voting untuk Pemilihan Ketua BEM FTS Universitas Muhammadiyah Purwokerto Menggunakan Metode Waterfall” menunjukkan bahwa penerapan sistem e-voting mampu meningkatkan efisiensi dan partisipasi pemilih dalam pemilihan organisasi kemahasiswaan. Namun, penelitian tersebut masih menggunakan arsitektur sistem terpusat dan belum menerapkan teknologi blockchain untuk menjamin keamanan serta integritas data suara.

Penelitian lain oleh Akbar et al. [3] dalam “Implementasi Teknologi Blockchain pada Aplikasi E-Voting Berbasis Web” membuktikan bahwa teknologi blockchain mampu meningkatkan keamanan data voting melalui mekanisme pencatatan terdistribusi yang sulit dimanipulasi. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih berfokus pada implementasi sistem secara umum dan belum membahas metode pengembangan sistem secara bertahap maupun pengujian logika internal smart contract secara mendalam.

Selanjutnya, Qusay [4] melalui penelitian “Implementasi Blockchain untuk Meningkatkan Keamanan Data dalam Sistem Pemilu Elektronik” menunjukkan bahwa penerapan blockchain mampu menjamin integritas dan transparansi data

pemungutan suara. Akan tetapi, penelitian tersebut masih bersifat konseptual dan belum menguraikan secara rinci tahapan pengembangan sistem serta pengujian fungsional yang dilakukan.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, penulis mengembangkan sistem e-voting berbasis blockchain dengan menggabungkan keunggulan dari penelitian sebelumnya. Penelitian ini menerapkan teknologi blockchain Ethereum dan smart contract untuk menjamin keamanan dan mencegah terjadinya pemungutan suara ganda, serta menggunakan metode prototyping dalam pengembangan sistem agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Selain itu, sistem diuji menggunakan metode Black Box dan White Box Testing untuk memastikan seluruh fungsi dan logika program berjalan dengan baik. Dengan pendekatan tersebut, diharapkan sistem e-voting yang dikembangkan mampu memberikan tingkat keamanan, transparansi, dan keandalan yang lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya.

2.1. Blockchain

Blockchain merupakan buku besar digital yang bersifat terdesentralisasi, terdistribusi, dan terbuka untuk publik, yang dikelola secara bersama oleh banyak pihak. Teknologi ini memanfaatkan kriptografi untuk menjamin keamanan proses transmisi dan akses data, sehingga mampu menjaga konsistensi penyimpanan data, mendeteksi perubahan data, serta mencegah penyangkalan transaksi. Blockchain juga dikenal sebagai Distributed Ledger Technology (DLT). Pada umumnya, blockchain menyimpan data dalam bentuk blok-blok, di mana setiap blok memiliki nilai hash kriptografis dari blok sebelumnya. Mekanisme ini menciptakan keterkaitan antarblok yang membentuk sebuah rantai (chain) yang aman. Sebagai paradigma komputasi dan model kolaborasi baru dalam lingkungan yang minim kepercayaan, blockchain menghadirkan mekanisme pembangunan kepercayaan yang unik. Teknologi ini berpotensi mengubah berbagai skenario aplikasi dan tata kelola operasional di berbagai sektor industri, serta menjadi salah satu fondasi penting dalam pengembangan sistem kepercayaan baru dan ekonomi digital di masa depan. Blockchain juga dapat didefinisikan sebagai teknologi yang memungkinkan pencatatan dan penyimpanan transaksi secara aman dalam bentuk rantai blok yang saling terhubung. Setiap blok menyimpan data transaksi, sebuah hash unik, dan hash dari blok sebelumnya. Hash merupakan kode unik yang dihasilkan dari data dalam blok, di mana perubahan kecil pada data akan menghasilkan hash yang berbeda secara signifikan. Dengan mekanisme tersebut, setiap blok terhubung secara kriptografis dengan blok sebelumnya, sehingga membentuk sistem pencatatan yang aman dan sulit untuk dimanipulasi [7].

2.2. E-voting

Electronic Voting (e-voting) merupakan sebuah inovasi dalam sistem pemilihan umum yang memanfaatkan teknologi informasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses demokrasi. Penerapan e-voting bertujuan untuk mempercepat proses pemungutan suara, mempercepat perhitungan dan rekapitulasi hasil pemilihan, serta mengurangi penggunaan sumber daya seperti waktu, biaya, dan tenaga. Kehadiran teknologi dalam sistem e-voting diharapkan dapat mempermudah pekerjaan manusia serta membantu pemerintah dalam menyelenggarakan pemilihan umum secara lebih modern dan terstruktur. Secara konseptual, e-voting diartikan sebagai proses pemberian suara dan penghitungan hasil pemilihan yang dilakukan secara elektronik melalui media teknologi informasi, sehingga mampu memberikan kemudahan, kecepatan, dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan sistem pemungutan suara konvensional [8].

2.3. Metode Prototyping

Desain pengembangan sistem yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini adalah model prototyping. Penerapan model prototyping memberikan gambaran awal bagi pengembang untuk memperjelas spesifikasi kebutuhan sistem yang diinginkan, sehingga aplikasi dapat dikembangkan secara bertahap hingga berfungsi secara lengkap. Model ini juga berperan sebagai media komunikasi antara pengguna dan pengembang, khususnya dalam menjembatani keterbatasan pemahaman pengguna terhadap aspek teknis sistem. Dengan adanya prototipe, kebutuhan dan harapan pengguna dapat dipahami dengan lebih baik, sehingga spesifikasi sistem yang dikembangkan dapat sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan [9].

2.4. Smart contract

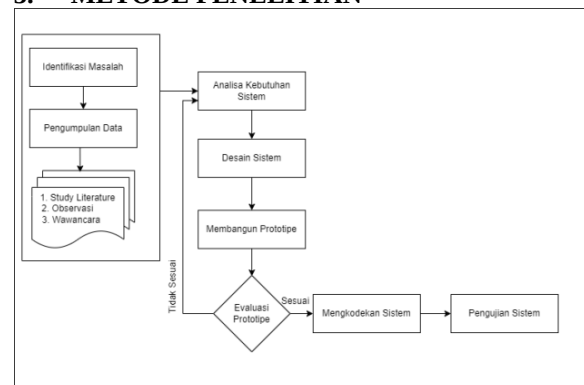
Smart contract merupakan kontrak digital yang dijalankan secara otomatis berdasarkan ketentuan yang telah diprogram sebelumnya di dalam jaringan blockchain, sehingga proses eksekusinya tidak memerlukan keterlibatan pihak ketiga. Pada awal pengembangannya, smart contract dirancang untuk mengotomatisasi kontrak hukum agar dapat diimplementasikan dalam bentuk perangkat lunak. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi blockchain, smart contract kini lebih dikenal sebagai sekumpulan kode atau skrip program yang berjalan pada jaringan blockchain untuk mengatur, memverifikasi, dan mengeksekusi berbagai transaksi secara otomatis dan aman [10].

2.5. Ethereum

Ethereum merupakan sebuah platform blockchain terdesentralisasi yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 2015 oleh Vitalik Buterin dengan tujuan memperluas fungsi teknologi blockchain. Tidak hanya digunakan sebagai sistem

pencatatan transaksi, Ethereum memungkinkan pengembang untuk membuat dan menjalankan smart contract, yaitu program komputer yang dapat mengeksekusi perjanjian atau logika tertentu secara otomatis sesuai dengan aturan yang telah ditentukan. Dalam ekosistem Ethereum, Ether (ETH) berperan sebagai mata uang kripto yang digunakan untuk membayar biaya transaksi serta biaya komputasi dalam menjalankan smart contract. Ethereum beroperasi sebagai jaringan terdesentralisasi yang terdiri dari banyak node, di mana setiap node memiliki salinan lengkap dari blockchain Ethereum, sehingga menjamin transparansi, keamanan data, serta ketahanan sistem terhadap manipulasi dan kegagalan terpusat [7]. Ethereum merupakan jaringan blockchain yang tidak hanya menyimpan catatan transaksi keuangan seperti Bitcoin, namun juga dapat menyimpan data yang lebih umum dengan membawa konsep smart contract [11]. Platform ini menyediakan infrastruktur terdesentralisasi yang memungkinkan pengembangan berbagai aplikasi blockchain dengan fleksibilitas tinggi.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

3.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini peneliti mengidentifikasi berbagai permasalahan yang terdapat pada sistem aplikasi e-voting di beberapa penelitian sebelumnya terutama terkait keamanan, transparansi, dan kepercayaan publik terhadap hasil voting. Identifikasi masalah dilakukan untuk menentukan kebutuhan serta arah pengembangan sistem yang akan dibangun. Pada penelitian yg di lakukan oleh (JuliYanti et al., 2025) dari Blend Sains Jurnal Teknik, berjudul Digitalisasi Suara Mahasiswa dengan E-voting untuk Pemilihan Ketua BEM FTS Universitas Muhammadiyah Purwokerto Menggunakan Metode Waterfall. Sistem informasi e-voting ini menjadi solusi digital yang efektif dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan partisipasi dalam pemilihan organisasi kemahasiswaan di era modern. Untuk pengembangan ke depan, disarankan agar sistem dilengkapi dengan fitur keamanan yang lebih kuat serta integrasi data secara otomatis guna meningkatkan validasi dan kenyamanan pengguna.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam merancang sistem. Metode pengumpulan data meliputi:

- Studi Literature – Mencari beberapa redaksi dari penelitian sebelumnya, buku, dan penelitian terkait blockchain, e-voting, dan prototyping.
- Observasi – Mengamati proses voting yang berjalan pada organisasi atau sistem yang relevan.
- Wawancara – Melakukan wawancara dengan pihak terkait seperti panitia voting atau calon pengguna sistem untuk mengetahui kebutuhan mereka.

3.3. Analisa Kebutuhan Sistem

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan fungsional, non-fungsional, kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang harus diperlukan

3.4. Desain Sistem

Desain sistem dilakukan dengan membuat arsitektur aplikasi dan membuat desain menggunakan pemodelan UML metode permodelan yang umum digunakan dalam sistem. Salah satu diagram yang digunakan dalam perancangan berbasis UML yaitu Usecase Diagram yang digunakan untuk memahami bagaimana sistem harus bekerja.

3.5. Membangun Prototipe

Prototipe sistem e-voting dibangun berdasarkan desain yang telah dibuat. Prototipe dibuat menggunakan balsamiq, teknologi blockchain (Ethereum Ganache), smart contract Solidity, ReactJS, serta integrasi Web3 untuk koneksi dompet MetaMask. Prototipe diberikan kepada calon pengguna untuk digunakan dan dievaluasi.

3.6. Evaluasi Prototipe

Pengguna mencoba prototipe dan memberikan umpan balik terkait fungsionalitas, kemudahan penggunaan, keamanan, dan alur sistem. Jika prototipe dinilai belum sesuai, dilakukan revisi, perbaikan, dan iterasi ulang pada desain serta implementasi prototipe. Apabila prototipe dinyatakan sudah sesuai, maka proses dilanjutkan ke tahap berikutnya. Evaluasi prototipe menggunakan System usability scale (SUS) untuk Mengukur tingkat kegunaan prototipe sistem berdasarkan penilaian pengguna.

3.7. Mengkodekan Sistem

Setelah prototipe dianggap sesuai, dilakukan proses pengembangan sistem secara penuh. Pada tahap ini sistem dibangun secara lengkap berdasarkan prototipe dan kebutuhan yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.8. Pengujian Sistem

Tahap akhir adalah pengujian sistem untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan baik dan bebas dari kesalahan. Pengujian terdiri dari:

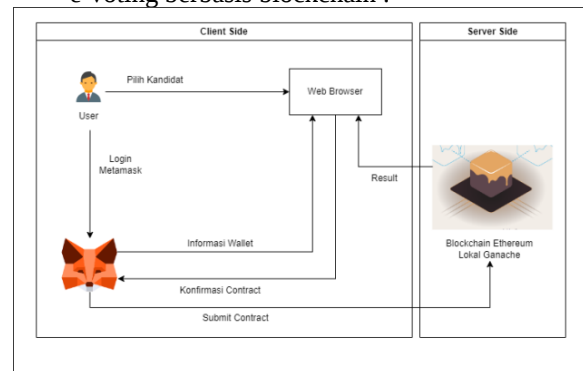
- White box testing – Menguji logika internal seperti alur fungsi vote() pada smart contract.
- Black box testing – Menguji fungsi sistem berdasarkan input dan output.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dibahas hasil implementasi dan pengujian sistem e-voting berbasis blockchain yang dikembangkan menggunakan metode prototyping.

4.1. Desain Arsitektur

e-voting berbasis blockchain :



Gambar 2. Desain arsitektur sistem

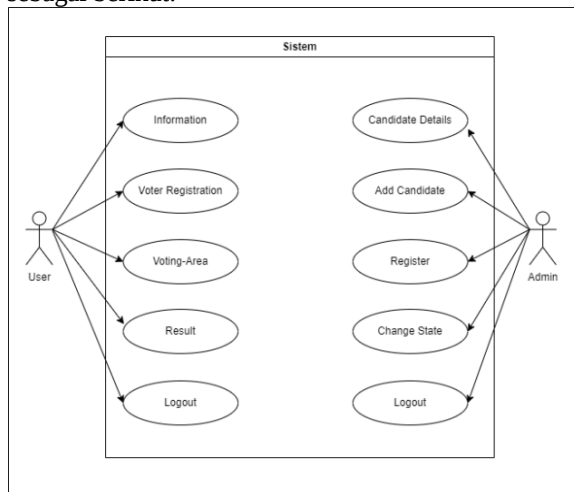
Desain arsitektur sistem pada penelitian ini menggambarkan alur interaksi antara pengguna (user), aplikasi e-voting, dompet digital (MetaMask), dan jaringan blockchain Ethereum lokal (Ganache). Arsitektur sistem dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu Client Side dan Server Side, yang saling terhubung dalam proses pemungutan suara.

Pada sisi Client Side, pengguna mengakses aplikasi e-voting melalui web browser. Pengguna terlebih dahulu melakukan proses autentikasi dengan cara login menggunakan MetaMask sebagai identitas digital. Setelah proses login berhasil, informasi akun dan alamat wallet pengguna dikirimkan ke aplikasi untuk diverifikasi. Selanjutnya, pengguna dapat melihat daftar kandidat dan melakukan pemilihan kandidat melalui antarmuka aplikasi.

Proses pemungutan suara dilakukan dengan mengirimkan transaksi ke smart contract melalui MetaMask. Pengguna melakukan konfirmasi transaksi sebelum suara dikirimkan ke blockchain. Setelah transaksi dikonfirmasi, data suara akan dikirim dan disimpan ke dalam jaringan blockchain Ethereum lokal menggunakan Ganache pada sisi Server Side. Penyimpanan data pada blockchain memastikan bahwa data suara bersifat permanen (immutable) dan tidak dapat dimanipulasi. Setelah transaksi berhasil diproses oleh blockchain, hasil pemungutan suara akan dikembalikan ke aplikasi melalui web browser untuk ditampilkan kepada pengguna.

4.2. Use Case Diagram

Adapun perancangan Use Case Diagram adalah sebagai berikut:

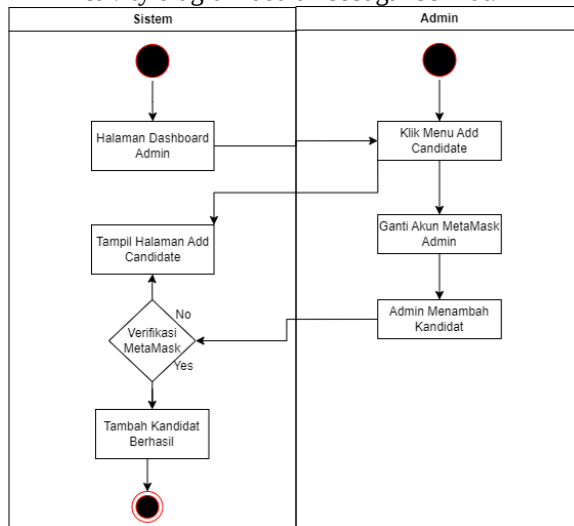


Gambar 3. Use case diagram

- Admin melakukan login, menambah kandidat, melihat detail kandidat, melakukan register untuk voter, melakukan perubahan fase dan logout aplikasi.
- User melakukan login, melihat informasi voting, melakukan registrasi, melakukan vote, melihat hasil voting dan logout aplikasi.

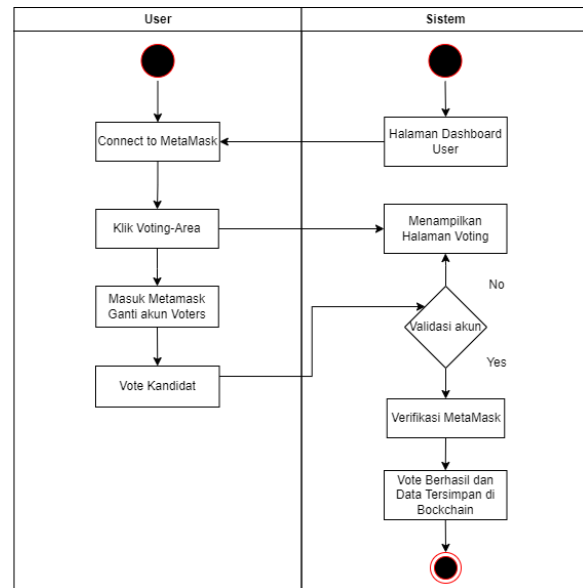
4.3. Activity Diagram

Activity diagram adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Activity diagram add candidate

Pada Activity diagram Add Candidate, admin meng klik menu add candidate sistem akan menampilkan halaman add candidate, ganti akun metamask ke akun address admin admin menambahkan kandidat, metamask memverifikasi transaksi admin jika benar tambah kandidat berhasil dan akan muncul di halaman candidate details dan halaman voting-area pada user..

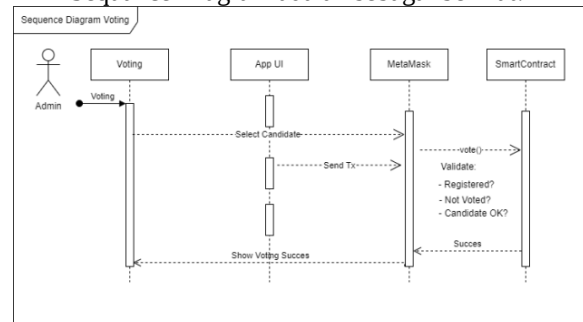


Gambar 5. Activity Ddiagram voting

Pada Activity diagram Voting, User connect ke metamask pada jaringan blockchain ethereum ganache user meng klik menu voting-area sistem menampilkan halaman voting, user ke metamask ganti akun voters dengan address dari blockchain ganache untuk bisa voting, user memilih kandidat, sistem mem validasi akun dari user jika benar metamask akan memverifikasi dan vote berhasil dan data tersimpan di blockchain ethereum lokal ganache.

4.4. Sequence Diagram

Sequence Diagram adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Sequence diagram voting

Sequence diagram voting menunjukkan proses pemilih memberikan suara. Pemilih memilih kandidat melalui UI, kemudian aplikasi mengirim transaksi ke MetaMask. Setelah pemilih mengonfirmasi, MetaMask mengirimkan transaksi ke smart contract. Smart contract memvalidasi apakah pemilih sudah terdaftar, belum pernah voting, dan kandidat valid. Jika semua valid, suara dicatat di blockchain dan aplikasi menampilkan pesan voting berhasil.

4.5. Implementasi Program

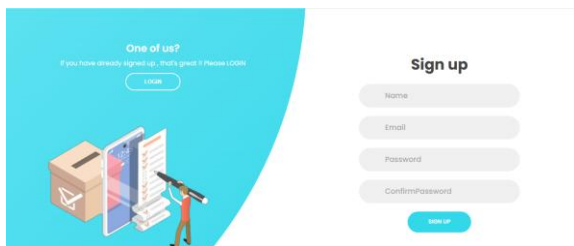
Implementasi program pada sistem e-voting berbasis blockchain yang dikembangkan dengan

menggunakan metode prototyping untuk menjaga keamanan data voting.



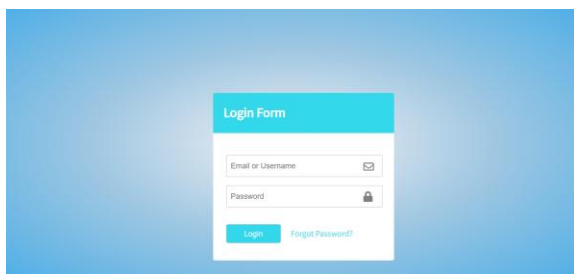
Gambar 7. Halaman utama

Halaman utama terdapat 2 menu yaitu user sign-up/login dan admin login.



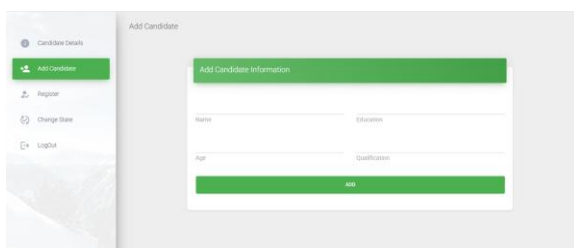
Gambar 8. Halaman user signup

Halaman Sign Up diatas adalah halaman untuk user melakukan pendaftaran dan mengisi username, email, password dan confirm password untuk bisa melanjutkan ke tahap login user.



Gambar 8. Halaman login admin

Halaman Login Admin diatas adalah halaman untuk admin agar dapat masuk ke dalam sistem, admin harus memasukkan email/username dan password, lalu mengklik tombol login untuk masuk ke dalam sistem.



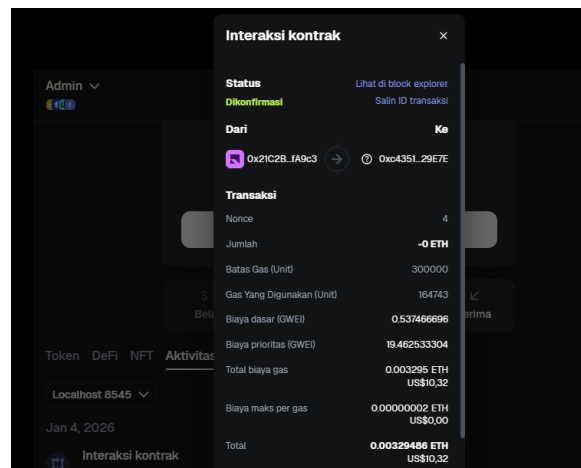
Gambar 9. Halaman add candidate

Halaman Add Candidate diatas adalah halaman untuk admin mendaftarkan kandidat yg akan di pilih oleh user/voter.



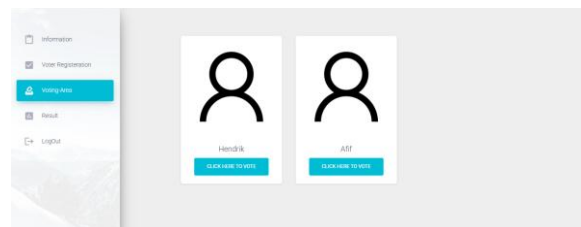
Gambar 10. Halaman verifikasi blockchain

Halaman diatas adalah halaman untuk verifikasi permintaan transaksi add candidate ke blockchain.



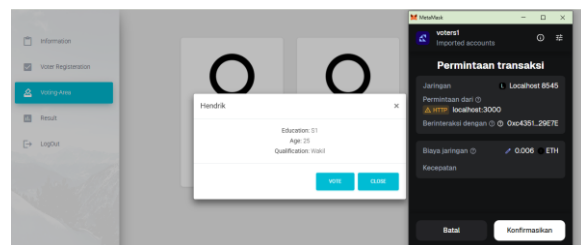
Gambar 11. Interaksi kontrak add candidate

Gambar diatas adalah halaman dari metamask untuk melihat setiap transaksi dan interaksi kontrak.



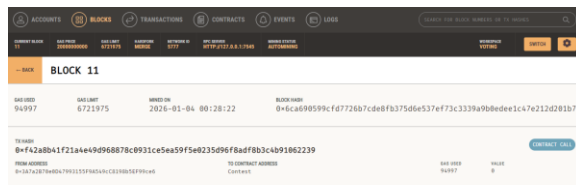
Gambar 12. Halaman voting area

Halaman voting-Area diatas adalah halaman untuk user/voter melakukan vote pada kandidat yg akan dipilih.



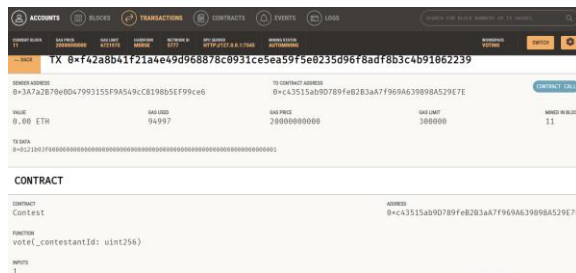
Gambar 13. Halaman verifikasi blockchain voters

Halaman diatas adalah halaman untuk verifikasi permintaan transaksi voter ke blockchain.



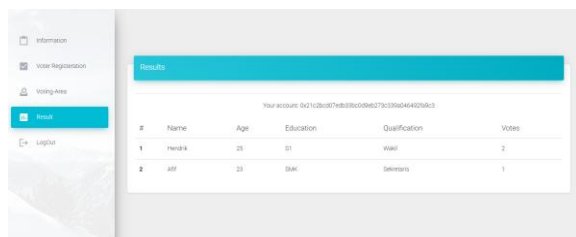
Gambar 14. Ganache block hash voter

Gambar diatas adalah halaman dari ganache untuk keamanan melihat setiap transaksi yg tersimpan di blockchain.



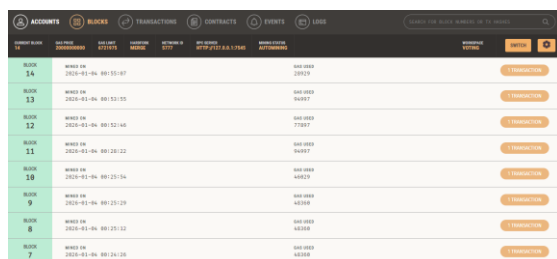
Gambar 15. Transaction hash voter

Gambar diatas adalah halaman dari ganache untuk melihat transparansi dari setiap transaksi yg dilakukan oleh admin/user.



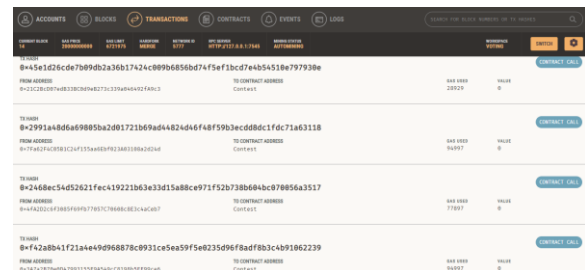
Gambar 16. Halaman result voting selesai

Halaman Result diatas adalah halaman untuk user/voter melihat hasil pemilihan yg sudah diselesaikan oleh admin dan status saat ini pemilihan sudah berakhir halaman vote pun sudah tampil dan bisa dilihat untuk vote terbanyak adalah pemenang dari pemilihan ini.



Gambar 17. Ganache blockchain

Gambar diatas adalah halaman dari ganache halaman ini memperlihatkan keamanan dari blockchain yg setiap transaksi yg dilakukan oleh admin / user akan menghasilkan sebuah block baru yg disebut dengan blockchain.



Gambar 17. Ganache transaction hash

Halaman diatas adalah halaman dari ganache halaman ini memperlihatkan tranparansi data karna setiap transaksi tersimpan dan bisa dilihat di transaction hash yg ada pada ganache.

4.6. Pengujian sistem white box

Pengujian White Box dilakukan untuk menganalisis struktur internal program dengan teknik *Basis Path Testing*, yang mencakup pembuatan *flow graph* dan perhitungan *Cyclomatic Complexity* untuk memastikan seluruh jalur independen telah diuji, sesuai dengan metodologi yang telah diuraikan dalam penelitian lain pada aplikasi perangkat lunak[12].

Tabel 1. Pengujian fungsi vote

Data Masukan	Source Code
Fungsi vote()	<pre>function vote(uint _contestantId) public validState(PHASE.voting){ require(voters[msg.sender].isRegistered); require(!voters[msg.sender].hasVoted); require(_contestantId > 0 && _contestantId <= contestantsCount); contestants[_contestantId].voteCount++; voters[msg.sender].hasVoted = true; voters[msg.sender].vote = _contestantId; }</pre>

Fungsi ini memiliki 3 keputusan (require)

- Cyclomatic Complexity* (CC)
 $CC = \text{Jumlah keputusan} + 1$
 Karena ada 3 *require*, maka:
 $\text{Decisions (require)} = 3$
 $\text{Cyclomatic Complexity} = 4$
 ada 4 jalur independen yang wajib diuji.
- Independent Paths (Jalur Independen)

Tabel 2. Independent paths vote

Path	Deskripsi
Path 1 – Normal Flow	Semua kondisi terpenuhi → voting sukses
Path 2 – Pemilih Tidak Terdaftar	Gagal pada require pertama
Path 3 – Pemilih Sudah Voting	Gagal pada require kedua
Path 4 – ID Kandidat Tidak Valid	Gagal pada require ketiga

Tabel diatas memiliki 4 jalur independent

c. Basis path testing

Tabel 3. Basis path testing vote

Jalur	Kondisi Input	Proses	Output	Status
Normal Flow (Path 1)	isRegistered = true, hasVoted = false, contestantId valid	Semua require lolos	voteCount++, hasVoted = true	Valid
Pemilih Tidak Terdaftar (Path 2)	isRegistered = false	Gagal pada require pertama	Transaksi revert	Valid
Pemilih Sudah Voting (Path 3)	hasVoted = true	Gagal pada require kedua	Transaksi revert	Valid
ID Kandidat Tidak Valid (Path 4)	contestantId = 0 atau > contestantsCount	Gagal pada require ketiga	Transaksi revert	Valid

Berdasarkan hasil pengujian White Box pada fungsi vote() menggunakan metode Basis Path Testing, diperoleh bahwa seluruh jalur independen (4 path) telah diuji dan menghasilkan output yang sesuai dengan logika program. Fungsi mampu menangani semua kondisi, baik input valid maupun kondisi gagal seperti pemilih tidak terdaftar, pemilih yang sudah melakukan voting, serta ID kandidat yang tidak valid. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa alur logika smart contract pada fungsi vote() bekerja secara benar, aman, dan bebas dari kesalahan logika.

Pengujian sistem menggunakan metode *Black Box* pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan teknik *Equivalence Partitioning*, yaitu dengan mengelompokkan data uji ke dalam kelas input yang valid dan tidak valid. Pengujian *Black Box* dilakukan dengan fokus pada fungsi sistem melalui pengujian input dan output tanpa melihat struktur kode program. Teknik *Equivalence Partitioning* sering digunakan untuk mengelompokkan data uji valid dan tidak valid, sebagaimana diterapkan dalam penelitian sebelumnya pada berbagai sistem informasi berbasis web dan aplikasi[13].

4.7. Pengujian sistem black box

Tabel 4. Pengujian Voting

Skenario	Input	Output yang Diharapkan	Hasil
Pemilih terdaftar melakukan voting	Klik Vote pada kandidat	Transaksi berhasil, voteCount bertambah	Valid
Pemilih mencoba voting dua kali	Klik Vote setelah sudah hasVoted=true	Smart contract menolak transaksi	Valid
Pemilih belum terdaftar mencoba voting	Pemilih tidak register wallet	Smart contract menolak "not registered"	Valid
Memilih kandidat tidak valid	ID kandidat > jumlah kandidat	Smart contract menolak "invalid contestant"	Valid

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Penerapan Teknologi *Blockchain* pada *E-Voting* Menggunakan Metode *Prototyping* untuk Menjaga Keamanan Data *Voting*, dapat disimpulkan bahwa penerapan teknologi blockchain pada sistem e-voting mampu menjamin keamanan dan transparansi data pemungutan suara melalui pencatatan suara pada smart contract yang bersifat permanen (immutable) serta mekanisme validasi pemilih yang mencegah manipulasi data dan pemungutan suara ganda. Sistem e-voting berbasis blockchain juga terbukti dapat meningkatkan kepercayaan publik terhadap hasil pemungutan suara elektronik karena proses voting dilakukan secara aman, transparan, dan dapat diverifikasi, yang diperkuat oleh hasil pengujian *Black Box* dan *White Box* yang menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Metode *prototyping* terbukti efektif dalam perancangan dan pengujian sistem karena memungkinkan evaluasi serta penyempurnaan sistem secara bertahap sesuai kebutuhan pengguna. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan sehingga disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menambahkan mekanisme

otentikasi pemilih yang lebih kuat, menggunakan jaringan blockchain publik atau skala pemilihan yang lebih luas, serta melakukan pengujian lanjutan seperti penetration testing dan pengujian performa guna meningkatkan keandalan, keamanan, dan stabilitas sistem e-voting.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. P. Putra, "IMPLEMENTASI SMART CONTRACT PADA E-VOTING DENGAN METODE PEER-TO-PEER BLOCKCHAIN ETHEREUM," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. Dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 12, no. 1, Mar. 2025, doi: 10.30656/prosisko.v12i1.9136.
- [2] Berbasis Blockchain, D. Kriptografi, and R. M. Shidqi, "IMPLEMENTASI KEAMANAN SISTEM E-VOTING PADA JARINGAN BERBASIS BLOCKCHAIN DAN KRIPTOGRAFI," 2023, doi: 10.13140/RG.2.2.22199.39849.
- [3] A. Ilahi, D. Kurniadi, D. Novaliendry, and T. Sriwahyuni, "Implementasi Teknologi Blockchain Pada Aplikasi E-Voting Berbasis WEB," vol. 8, 2024.

-
- [4] Q. Mutawali, "Implementasi Blockchain untuk meningkatkan keamanan data dalam sistem Pemilu elektronik," *Maliki Interdiscip. J.*, vol. 2, no. 12, pp. 698–709, Dec. 2024.
- [5] G. Saroinsong, A. Sambul, and S. R. U. A. Sompie, "Penerapan Teknologi Blockchain Pada Sistem E-Voting: Implementation of Blockchain Technology in E-Voting Systems," *J. Tek. Inform.*, vol. 20, no. 1, pp. 11–18, Feb. 2025.
- [6] F. P. Juliyanti, S. Supriyono, L. A. Purwanto, and A. Y. Badharudin, "Digitalisasi Suara Mahasiswa dengan E-voting untuk Pemilihan Ketua BEM FTS Universitas Muhammadiyah Purwokerto Menggunakan Metode Waterfall," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 20–31, Jul. 2025, doi: 10.56211/blendsains.v4i1.967.
- [7] S. Gideon, S. Alwin, and S. Sherwin R. U. A., "Penerapan Teknologi Blockchain Pada Sistem E-Voting: Implementation of Blockchain Technology in E-Voting Systems," *J. Tek. Inform.*, vol. 20, pp. 11–18, Feb. 2025.
- [8] P. Gery Pratama, "IMPLEMENTASI SMART CONTRACT PADA E-VOTING DENGAN METODE PEER-TO-PEER BLOCKCHAIN ETHEREUM," *PROSISKO J. Pengemb. Ris. Dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 12, Mar. 2025, doi: 10.30656/prosisko.v12i1.9136.
- [9] K. Nur Hafizah Mohamed and I. Noraini, "UTHM E-Voting System Using Blockchain," *J. Soft Comput. Data Min.*, vol. 3, pp. 34–44, Jun. 2022.
- [10] G. Didik, "Penerapan Smart Contract dalam Keuangan Syariah: Tinjauan Literatur tentang Integrasi Cryptocurrency dan Blockchain," *J. Ilm. Ekon. Islam*, vol. 11, Apr. 2025.
- [11] M. N. F. Alim, F. Azlan, and A. I. Miru, "Perancangan dan Implementasi Sistem E-Voting Menggunakan Teknologi Blockchain dan Smart Contract," *SemanTIK Tek. Inf.*, vol. 11, no. 1, Jun. 2025, doi: 10.55679/semantik.v11i1.138.
- [12] P. Yuanita and W. Linda Wahyu, "IMPLEMENTASI WHITEBOX TESTING DENGAN TEKNIK BASIS PATH PADA PENGUJIAN HALAMAN PENCARIAN PROGRAM PROMO," *J. Kecerdasan Buatan Dan Teknol. Inf.*, vol. 4, pp. 173–180, May 2025, doi: 10.69916/jkbt.v4i2.280.
- [13] T. Aisya *et al.*, "BLACK BOX TESTING USING EQUIVALENCE PARTITIONING TECHNIQUE ON BAKKAR WEBSITE," *J. INSTEK Inform. Sains Dan Teknol.*, vol. 10, pp. 230–238, May 2025, doi: 10.24252/instek.v10i1.52951.