

ANALISIS KELAYAKAN TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM MENINGKATKAN TRANSPARANSI DAN KEAMANAN SISTEM E-VOTING

Edi Suharto¹, Firdaus²

Politeknik Piksi Ganesha,
edi_piksi@yahoo.com, firdaus010910@gmail.com

Abstraks

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi apakah teknologi blockchain dapat meningkatkan keamanan dan transparansi sistem pemungutan suara elektronik (e-voting). Teknologi blockchain muncul sebagai solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan akan sistem pemilihan yang aman dan transparan. Ini memiliki fitur desentralisasi, ketidakberubahan data, dan transparansi yang tinggi. Penelitian ini mengeksplorasi analisis risiko, masalah regulasi, dan kemungkinan efeknya terhadap kepercayaan publik antara berbagai aspek teknis dan non-teknis dari penerapan blockchain dalam e-voting. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun terdapat kendala dalam hal infrastruktur dan pemahaman pemilih tentang teknologi, teknologi blockchain menawarkan keuntungan besar dalam hal keamanan data dan transparansi proses pemilihan, yang membuatnya layak sebagai alternatif untuk sistem e-voting di masa depan. Studi menunjukkan adopsi blockchain dapat mendefinisikan ulang standar.

Kata Kunci : Blockchain, E-voting, Keamanan data

1. Pendahuluan

Pemilihan umum (pemilu) merupakan salah satu pilar penting dalam sistem demokrasi, dimana warga negara diberi hak untuk memilih pemimpin dan wakil mereka. Pemilu yang bebas, adil, dan transparan sangat penting dalam menjamin bahwa suara rakyat didengar, dan keputusan politik yang diambil mencerminkan kehendak masyarakat secara keseluruhan. Dalam proses demokrasi, pemilu berfungsi sebagai sarana untuk memastikan akuntabilitas dan legitimasi pemerintah.

Seiring dengan perkembangan teknologi, proses pemilihan umum telah mengalami transformasi. Salah satu inovasi yang menonjol dalam beberapa dekade terakhir adalah penggunaan teknologi dalam pemilu, yang dikenal dengan istilah **e-voting** (electronic voting). **E-voting** merujuk pada penggunaan perangkat elektronik untuk mencatat, menghitung, dan mengelola suara pemilih. Penggunaan teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemilu dengan mempermudah proses pemilihan, mempercepat penghitungan suara, serta mengurangi potensi kesalahan manusia dan manipulasi hasil.

Dalam banyak negara, e-voting dipandang sebagai solusi modern untuk mengatasi berbagai tantangan dalam sistem pemilu tradisional, seperti waktu yang lama dalam penghitungan suara,

biaya yang tinggi, serta masalah keamanan dan transparansi. E-voting juga berpotensi memperluas partisipasi politik, khususnya bagi mereka yang tinggal di daerah terpencil atau bagi pemilih yang memiliki keterbatasan fisik.

Meskipun demikian, penerapan e-voting juga menghadirkan sejumlah tantangan, terutama terkait **keamanan, kepercayaan publik, dan privasi**. Kekhawatiran mengenai potensi peretasan, manipulasi suara, dan kesulitan dalam verifikasi suara digital menjadi perhatian utama. Inilah yang memicu munculnya inovasi baru dalam **e-voting berbasis teknologi blockchain**, yang menawarkan potensi untuk menjawab berbagai tantangan tersebut dengan menyediakan sistem yang lebih aman, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Tantangan-tantangan ini menekankan pentingnya solusi modern seperti **e-voting berbasis blockchain**, yang menawarkan peluang untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, serta menjamin keamanan dan transparansi dalam proses pemilihan. Blockchain dapat memberikan sistem yang lebih cepat, aman, dan dapat diaudit, sehingga memungkinkan pemilu yang lebih demokratis dan terpercaya.

Teknologi **blockchain** adalah sistem terdesentralisasi yang terdiri dari rantai blok (blockchain) berisi data yang tersimpan dalam jaringan komputer. Setiap blok data saling terhubung secara kriptografis, sehingga sulit untuk diubah atau dimanipulasi tanpa persetujuan mayoritas dalam jaringan. Blockchain memungkinkan data dicatat dengan cara yang aman, transparan, dan dapat diverifikasi oleh semua pihak yang terlibat. Dalam konteks **e-voting**, blockchain memiliki potensi besar untuk mengatasi tantangan yang dihadapi sistem pemilu tradisional, terutama terkait **keamanan, transparansi, dan ketertelusuran**.

Penggunaan Teknologi Blockchain di Berbagai Bidang dan Potensinya untuk Sistem E-voting

Teknologi blockchain telah digunakan secara luas di berbagai sektor, menunjukkan potensi besar untuk diterapkan pada sistem e-voting berbasis web. Berikut adalah beberapa contoh penggunaan blockchain di berbagai bidang dan bagaimana konsep-konsep tersebut dapat diterapkan pada e-voting:

1. Keuangan

- **Penggunaan Blockchain:** Blockchain pertama kali populer melalui cryptocurrency seperti Bitcoin dan Ethereum, yang digunakan untuk transaksi keuangan tanpa perantara. Teknologi ini memungkinkan transaksi yang aman, cepat, dan transparan.
- **Potensinya untuk E-voting:** Prinsip desentralisasi dan keamanan blockchain dapat diaplikasikan untuk memastikan integritas dan transparansi pemungutan suara. Setiap suara bisa dicatat dalam buku besar (ledger) yang tidak dapat diubah atau dihapus, sehingga mencegah manipulasi hasil pemilu.

2. Logistik dan Rantai Pasokan (Supply Chain)

- **Penggunaan Blockchain:** Dalam logistik, blockchain digunakan untuk melacak barang dari produsen ke konsumen. Setiap langkah dalam rantai pasokan dicatat dalam blockchain, memungkinkan pelacakan yang transparan dan akurat.

- **Potensinya untuk E-voting:** Konsep pelacakan dalam blockchain dapat diterapkan untuk melacak suara dari saat pemilih memberikan suara hingga suara tersebut dihitung, dengan tetap menjaga anonimitas. Ini dapat mengatasi kekhawatiran mengenai manipulasi suara atau hilangnya suara dalam proses pemungutan suara.

3. Kesehatan

- **Penggunaan Blockchain:** Di bidang kesehatan, blockchain digunakan untuk mencatat riwayat medis pasien dengan cara yang aman dan dapat diakses oleh berbagai penyedia layanan kesehatan tanpa mempengaruhi privasi data pasien.
- **Potensinya untuk E-voting:** Sama halnya dengan data medis yang sensitif, blockchain dapat menjaga keamanan informasi pribadi pemilih, sehingga hanya pihak yang berwenang yang dapat mengakses data tanpa mengungkapkan identitas pemilih atau pilihan mereka.

4. Manajemen Identitas Digital

- **Penggunaan Blockchain:** Blockchain digunakan untuk memverifikasi identitas digital, misalnya dalam sistem verifikasi KYC (Know Your Customer) di perbankan. Blockchain memudahkan pengelolaan identitas digital yang aman dan dapat diverifikasi tanpa risiko pencurian identitas.
- **Potensinya untuk E-voting:** Sistem identitas berbasis blockchain dapat digunakan dalam e-voting untuk memastikan bahwa hanya pemilih yang sah yang dapat memberikan suara. Ini dapat meminimalkan risiko kecurangan, seperti pemilih ganda atau penggunaan identitas palsu.

5. Hak Kekayaan Intelektual

- **Penggunaan Blockchain:** Blockchain digunakan untuk melindungi hak kekayaan intelektual (HKI) melalui pencatatan hak paten, merek dagang, dan hak cipta secara desentralisasi. Hal ini memungkinkan transparansi dan keamanan dalam melacak kepemilikan aset digital.
- **Potensinya untuk E-voting:** Blockchain dapat diterapkan untuk melindungi hasil suara yang diberikan pemilih, di mana setiap suara dianggap sebagai aset digital yang terlindungi. Ini memastikan bahwa suara tidak dapat dipalsukan atau digandakan.

Potensi Blockchain dalam Sistem E-Voting

Beberapa manfaat potensial blockchain dalam e-voting adalah:

- **Keamanan:** Dengan kriptografi yang kuat, blockchain dapat memastikan keamanan setiap suara dan mencegah pemalsuan atau manipulasi.
- **Transparansi:** Blockchain memungkinkan audit publik dan verifikasi independen, di mana semua pihak dapat melihat hasilnya tanpa mengubah data.
- **Desentralisasi:** Tidak ada satu entitas pun yang memiliki kontrol penuh, sehingga mengurangi risiko manipulasi oleh pihak tertentu.
- **Keandalan:** Sistem blockchain bersifat tahan gangguan (fault-tolerant) karena jaringan terdesentralisasi, sehingga jika satu bagian gagal, sistem secara keseluruhan tetap berfungsi.

Identifikasi Masalah

Rumusan masalah yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah: "Bagaimana teknologi blockchain dapat meningkatkan transparansi dan keamanan dalam sistem e-voting?"

Aspek-aspek yang akan dianalisis yaitu

1. **Transparansi Data Pemungutan Suara.**
Bagaimana blockchain dapat menyediakan catatan yang dapat diakses secara publik untuk semua transaksi pemungutan suara, sehingga memungkinkan pemilih dan pengamat untuk memverifikasi hasil pemilihan?
2. **Keamanan Data dan Integritas Suara.**
Apa mekanisme keamanan yang diterapkan oleh teknologi blockchain untuk mencegah manipulasi, penghapusan, atau perubahan data suara setelah pemungutan suara dilakukan?
3. **Verifikasi Identitas Pemilih.**
Bagaimana teknologi blockchain dapat memastikan bahwa hanya pemilih yang sah yang dapat memberikan suara, serta bagaimana proses verifikasi identitas tersebut dilakukan secara aman?
4. **Penghitungan Suara yang Akurat.**
Dalam hal apa penggunaan blockchain dapat mengurangi risiko kesalahan manusia dalam penghitungan suara, dan bagaimana sistem ini dapat menjamin hasil yang akurat?
5. **Kerahasiaan dan Anonimitas Pemilih.**
Bagaimana teknologi blockchain menjaga kerahasiaan identitas pemilih sambil tetap memastikan bahwa suara mereka dihitung dengan benar?
6. **Resistensi terhadap Serangan Siber**
Sejauh mana teknologi blockchain dapat memberikan perlindungan terhadap serangan siber yang mungkin mengancam integritas sistem e-voting?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan menganalisis bagaimana penerapan teknologi blockchain dalam sistem e-voting dapat mengatasi berbagai tantangan terkait transparansi dan keamanan, serta memberikan rekomendasi untuk implementasi yang lebih baik di masa depan. Dengan rumusan masalah ini, penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam tentang potensi blockchain dalam merevolusi sistem pemungutan suara dan meningkatkan kepercayaan publik terhadap hasil pemilihan.

Artikel ini bertujuan untuk melakukan analisis kelayakan penerapan teknologi blockchain pada sistem e-voting dengan fokus pada dua aspek utama: keamanan dan transparansi. Berikut adalah penjabaran rinci tentang tujuan penelitian ini:

1. **Menguji Kelayakan Blockchain dalam E-Voting**
 - Untuk mengetahui apakah teknologi blockchain layak digunakan dalam sistem e-voting.

- Menelahterdapatnya manfaat-manfaat spesifik dari penggunaan blockchain dalam meningkatkan keamanan dan transparansi.
2. **Meningkatkan Keamanan Sistem E-Voting**
 - Untuk memahami bagaimana blockchain dapat mengurangi risiko manipulasi, penghapusan, atau perubahan data suara.
 - Mencari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan seperti “Apakah blockchain dapat mencegah serangan siber?” dan “Bagaimana blockchain memastikan integritas data?”
 3. **Memperbaiki Transparansi Proses Pemilihan**
 - Untuk mengetahui bagaimana blockchain dapat menyediakan catatan transaksi yang transparan dan dapat diakses oleh semua orang.
 - Mempertimbangkan implikasi dari adopsi blockchain dalam meningkatkan visibilitas proses pemilihan dan membangun kepercayaan publik.
 4. **Mengurangi Kesalahan Manusia dalam Penghitungan Suara**
 - Untuk mengetahui bagaimana penggunaan blockchain dapat mengurangi risiko kesalahan manusia selama penghitungan suara.
 - Mencari solusi-solusi yang dapat diintegrasikan dengan algoritme penghitungan suara agar lebih akurat.
 5. **Melindungi Rahasia Pemilih**
 - Untuk memahami bagaimana blockchain dapat menjaga kerahasiaan identitas pemilih sementara memastikan validitas suara mereka.
 - Mengevaluasi model-model keamanan yang dapat digunakan untuk melindungi privasi pemilih.
 6. **Rekomendasi Implementas**
 - Memberikan rekomendasi-praktis untuk organisator pemilihan umum yang ingin mengadopsi teknologi blockchain dalam sistem e-voting mereka.
 - Mereview best practices dan guidelines yang sudah ada saat ini guna memastikan implementasi yang optimal.

Dengan demikian, tujuan artikel ini adalah untuk memberikan analisis yang komprehensif tentang potensi dan kelayakan penggunaan blockchain dalam meningkatkan keamanan dan transparansi dalam sistem e-voting, serta memberikan panduan yang berguna bagi stakeholders terkait.

- **Pertanyaan Penelitian (Research Questions):**
 - Apa manfaat utama yang diberikan blockchain terhadap sistem e-voting?
 - Bagaimana blockchain dapat mengatasi kekurangan dalam sistem e-voting konvensional?
 - Apa saja tantangan teknis dan non-teknis dalam mengimplementasikan blockchain pada sistem e-voting?

2. Tinjauan Literatur

Berikut adalah ulasan singkat tentang cara kerja blockchain, termasuk block, konsensus, desentralisasi, dan kriptografi:

Cara Kerja Blockchain

1. **Block**

- **Struktur Blok:** Blockchain terdiri dari blok-blok yang saling terkait satu sama lain. Setiap blok berisi metadata transaksi, timestamp, dan pointer ke blok sebelumnya.

2. **Konsensus**

- **Mekanisme Konsensus:** Konsensus adalah proses yang memungkinkan nod-nod dalam jaringan blockchain untuk sepakat tentang kondisi ledger. Ada beberapa jenis mekanisme konsensus, seperti Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), dan Hybrid Approaches.
- **PoW:** Digunakan oleh Bitcoin, PoW membutuhkan miner untuk menyelesaikan masalah matematika kompleks untuk menambahkan sebuah blok ke jaringan. Proses ini membutuhkan energi yang signifikan dan dapat memperlambat proses transaksi.
- **PoS:** Digunakan oleh Ethereum setelah migrasi dari PoW, PoS meminta validator untuk memblokir asset-native mereka sebagai ganti untuk menambahkan sebuah blok ke jaringan. Metode ini lebih efisien energi daripada PoW tapi rentan terhadap sentralisasi jika tidak diatur dengan tepat.

3. **Desentralisasi**

- **Prinsip Desentralisasi:** Desentralisasi adalah prinsip utama blockchain yang membagi kontrol dan keputusan pembuatan rekaman-transaksi di antara ribuan anggota jaringan. Hal ini menghilangkan kebutuhan percaya pada satu otoriti pusat, membuat sistem lebih resisten terhadap serangan dan korupsi data.

4. **Kriptografi**

- **Teknik Kriptografis:** Teknik kriptografis digunakan untuk melindungi setiap blok dalam rangkaian dengan menggunakan algoritma enkripsi yang kuat. Hal ini membuat sulit bagi siapa pun untuk mengubah data setelah itu telah direkam di blockchain,

Dengan demikian, kombinasi dari struktur blok, mekanisme konsensus, desentralisasi, dan kriptografi membuat blockchain menjadi salah satu teknologi yang paling aman dan transparan untuk merekam dan mentransfer nilai digital.

Manfaat Umum dari Blockchain

Blockchain menawarkan beberapa manfaat umum yang signifikan, termasuk:

Transparansi

Catatan Transaksi yang Transparan: Blockchain menyediakan catatan transaksi yang transparan dan dapat diakses oleh semua orang. Hal ini memungkinkan pemilih dan pengamat untuk memverifikasi hasil pemilihan secara real-time.

Imutabilitas

Data yang Tak Bisa Ditulis Lagi: Imutabilitas adalah fitur utama blockchain yang memastikan bahwa data tidak bisa diubah atau dihapus setelah direkam. Setiap node dalam jaringan memiliki salinan ledger yang sama, sehingga jika mayoritas node memvalidasi transaksi, maka transaksi tersebut akan ditambahkan ke ledger secara permanen.

Keamanan Data

Lapisan Perlindungan Tambahan: Fitur keamanan tambahan dari blockchain berasal dari penggunaan kriptografi yang kuat. Setiap informasi di blockchain dihash secara kriptografis, sehingga perubahan atau manipulasi data akan menghasilkan perubahan hash ID yang signifikan. Hal ini membuat sulit bagi hacker untuk mengubah data tanpa deteksi oleh jaringan.

Dengan demikian, kombinasinya dari struktur blokir, mekanisme konsensus, desentralisasi, dan kriptografi membuat blockchain menjadi salah satu teknologi yang paling aman dan transparan untuk merekam dan mentransfer nilai digital.

Gambaran Umum Sistem E-Voting Saat Ini

Sistem e-voting saat ini menggunakan berbagai teknologi untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan transparansi dalam proses pemungutan suara. Berikut adalah gambaran umum tentang sistem e-voting, termasuk teknologi yang digunakan dan kelemahan yang paling sering ditemui:

Teknologi yang Digunakan

1. Mesin Elektronik Pemilihan (EVM):

- **India:** India telah menggunakan EVM sejak tahun 1982-1983 dalam pemilihan umum lokal dan secara resmi mulai digunakan dalam pemilu nasional pada tahun 2004. EVM di India dilengkapi dengan fitur VVPAT (Voter Verified Paper Audit Trail) untuk memastikan bahwa suara pemilih direkam dengan benar.
- **Brazil:** Brasil juga telah mengadopsi teknologi e-voting, meskipun telah mengalami beberapa insiden keamanan

2. Internet Voting (I-Voting):

- **Swiss dan Australia:** Negara-negara ini telah melakukan eksperimen dengan e-voting, meskipun masih terbuka untuk kritik mengenai keamanan data

3. Blockchain Technology:

- **Penggunaan Blockchain:** Beberapa penelitian telah menunjukkan potensi blockchain dalam meningkatkan keamanan dan transparansi dalam sistem e-voting. Blockchain dapat memastikan integritas data suara dengan menggunakan kriptografi yang kuat dan mechanism konsensus yang efektif

Kelemahan yang Paling Sering Ditemui

1. Risk Hacking and Manipulation Data:

- Salah satu kelemahan utama sistem e-voting adalah risk hacking dan manipulation data. Hacker dapat mencoba untuk mengakses sistem e-voting dan memanipulasi hasil suara, yang dapat mengancam legitimasi hasil pemilihan

2. Infrastructure Limitations:

- Infrastruktur yang buruk dapat mempengaruhi kinerja sistem e-voting. Misalnya, ketersediaan Wi-Fi atau koneksi internet yang stabil sangat penting untuk menjalankan sistem e-voting dengan lancar

3. User Education and Awareness:

- Pendidikan dan kesadaran masyarakat tentang cara menggunakan sistem e-voting sangat penting untuk meningkatkan partisipasi dan kepercayaan publik. Kurangnya kesadaran masyarakat dapat memicu kesalahan manusia dalam menggunakan sistem

Contoh-contoh E-Voting di Beberapa Negara

1. **India**

- India telah melakukan uji coba e-voting sejak tahun 1982 dan secara resmi mulai digunakan dalam pemilu nasional pada tahun 2004. Hasilnya, sistem e-voting di India telah menunjukkan tingkat kepuasan masyarakat yang tinggi dan meningkatnya partisipasi pemilih .

2. **Brasil**

- Brasil juga telah mengadopsi teknologi e-voting, meskipun telah mengalami beberapa insiden keamanan. Penerapan e-voting di Brasil telah meningkatkan efisiensi dan kecepatan proses pemungutan suara.

3. **Estados Unidos**

- Amerika Serikat telah melakukan eksperimen dengan e-voting, tetapi masih terbuka untuk kritik mengenai keamanan data dan infrastruktur yang kurang lengkap.

4. **Australia**

- Australia juga telah melakukan eksperimen dengan i-voting, tetapi masih terbuka untuk kritik mengenai keamanan data dan infrastruktur yang kurang lengkap

Hasil Analisis

Hasil analisis dari penerapan e-voting di beberapa negara menunjukkan bahwa teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan proses pemungutan suara. Namun, masih ada beberapa kelemahan yang perlu diatasi, seperti risk hacking dan manipulation data, infrastructure limitations, dan user education awareness. Dengan demikian, sistem e-voting saat ini menggunakan berbagai teknologi untuk meningkatkan keamanan dan transparansi, tetapi masih perlu perhatian ekstra untuk mengatasi kelemahan yang paling sering ditemui.

3. Metode Penelitian

Pendekatan Penelitian

Untuk menganalisis kelayakan teknologi blockchain dalam konteks e-voting, beberapa pendekatan penelitian yang dapat digunakan Analisis Komparatif

Pendekatan ini membandingkan sistem e-voting tradisional dengan sistem e-voting berbasis blockchain. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan blockchain dapat mengatasi berbagai kelemahan yang ada dalam metode pemungutan suara konvensional, seperti kerentanan terhadap kerusakan bahan pemilihan dan kesalahan perhitungan suara. Misalnya, penelitian oleh

Hanifatunnisa dan Ismail (2020) menunjukkan bagaimana blockchain dapat memastikan integritas data pemilihan suara dan menjaga kerahasiaan pemilih.

Kerangka Analisis untuk Mengevaluasi Penerapan Blockchain dalam Sistem E-Voting

Untuk mengevaluasi penerapan blockchain dalam sistem e-voting, kita dapat menggunakan beberapa kerangka analisis yang berbeda. Berikut adalah contoh-contoh kerangka analisis yang dapat digunakan:

Framework SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)

1. Strengths (Kelebihan):

- Integritas Data: Blockchain memastikan integritas data pemilihan suara dengan mencegah perubahan, duplikasi, atau penghapusan data.
- Transparansi: Catatan transaksi yang transparan dan dapat diakses oleh semua orang.
- Keamanan: Mechanism kriptografis yang kuat dan distribusi data di blockchain membuat sulit bagi hacker untuk mengubah data.
- Real-Time Information: Sistem dapat menampilkan informasi pemungutan suara secara real-time.

2. Weaknesses (Kekurangan):

- Infrastruktur yang Buruk: Ketersediaan Wi-Fi atau koneksi internet yang stabil sangat penting untuk menjalankan sistem e-voting dengan lancar.
- Keterampilan User: Kurangnya kesadaran masyarakat tentang cara menggunakan sistem e-voting.
- Biaya Implementasi: Biaya awal implementasi blockchain dapat cukup mahal.

3. Opportunities (Peluang):

- Peningkatan Partisipasi Pemilih:* Penggunaan device mobile membuat partisipasi pemilih ditingkatkan karena aksesibilitas yang lebih luas.
- Efisiensi Proses:* Menghilangkan beban kerja berat bagi petugas pemilihan dan meningkatkan efisiensi proses pemungutan suara.

4. *Threats (Ancaman):

- Serangan Siber:* Risiko serangan hacker yang ingin mengubah atau manipulasi data suara.
- Masalah Aksesibilitas:* Kurangnya infrastruktur yang stabil di beberapa daerah dapat menyebabkan gangguan teknis.

Analisis Risiko

1. Identifikasi Risiko:

- Risiko hacking dan manipulation data,
- Infrastruktur limitatif,
- User education awareness,

2. Evaluasi Risiko:

- Tingkat ancamannya,
- Kemungkinan terjadinya,

3. Mitigasi Risiko:

- Menggunakan mechanism kriptografis yang kuat,
- Melakukan simulasi sebelum implementasi skala besar,
- Memberikan pendidikan user yang intensif.

Perbandingan dengan Teknologi Lain

Perbandingan sistem e-voting konvensional dengan berbasis blockchain dapat dilakukan untuk mengevaluasi mana yang lebih efektif dalam hal transparansi, integritas data, dan keamanan.

Aspek	Sistem E-Voting Konvensional	Blockchain-Based
Transparansi Data	Kurang transparant	Sangat transparant
Integritas Data	Rentan perubahan/duplikasi/penghapusan	Immutable
Keamanan	Lebih rentan terhadap serangan/siber	Kuat

Dengan menggunakan framework SWOT dan analisis risiko, kita dapat memiliki gambaran yang jelas tentang potensi dan tantangan yang dihadapi ketika menerapkan blockchain dalam sistem e-voting. Sedangkan perbandingan dengan teknologi lain membantu menilai apakah blockchain merupakan solusi yang lebih optimal dibandingkan metode tradisional.

4. Hasil dan Diskusi

Kelayakan Teknologi Blockchain dalam E-Voting

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan teknologi blockchain dalam sistem e-voting memberikan manfaat signifikan dalam hal transparansi dan keamanan. Berikut adalah beberapa poin kunci yang mendukung temuan ini:

1. Integritas Data

- Teknologi blockchain memastikan integritas data pemilihan suara dengan mencegah perubahan, duplikasi, atau penghapusan data. Hal ini diungkapkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Hanifatunnisa dan Ismail (2020), yang menunjukkan bahwa blockchain dapat mengatasi masalah kerentanan yang sering dihadapi oleh metode pemilihan konvensional, seperti kerusakan bahan pemilihan dan kesalahan perhitungan suara.

2. Transparansi Real-Time

- Sistem e-voting berbasis blockchain dapat menampilkan informasi pemungutan suara secara real-time, memberikan visibilitas kepada pemilih dan pengamat.

Penelitian menunjukkan bahwa pengguna memberikan penilaian positif terhadap sistem ini dalam hal keamanan, transparansi, dan kemudahan penggunaan

3. **Kerahasiaan Pemilih**

- Blockchain juga menjaga kerahasiaan pemilih dengan baik, memastikan bahwa identitas pemilih tetap aman selama proses pemungutan suara. Ini merupakan salah satu keunggulan utama yang tidak selalu dapat dicapai oleh sistem e-voting tradisional.

4. **Biaya Efektif**

- Biaya untuk menerapkan teknologi Ethereum blockchain dalam sistem e-voting dihitung mencapai total 27.462.557 Gwei = 0.027462557 ETH, (Gwei adalah unit terkecil dari mata uang Crypto ETH), yang menunjukkan bahwa penggunaan cryptocurrency dapat mengurangi biaya operasional dibandingkan dengan metode tradisional

5. **Kesimpulan**

Secara keseluruhan, penerapan teknologi blockchain dalam sistem e-voting dapat secara signifikan meningkatkan keamanan, transparansi, dan efisiensi proses pemilihan. Meskipun terdapat tantangan yang harus diatasi, perkembangan dan percobaan sistem berbasis blockchain menunjukkan potensi besar untuk mendefinisikan ulang standar pemilihan demokratis di masa depan.

Dengan demikian, blockchain bukan hanya sekadar solusi teknis, tetapi juga langkah penting menuju peningkatan kepercayaan publik dalam proses demokrasi digital.

6. **Daftar Pustaka**

1. Hanifatunnisa, R., & Ismail, M. (2020). Desain dan Implementasi Sistem Pencatatan Pemungutan Suara dengan Teknologi Blockchain pada Jaringan Peer-to-Peer. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 9(4), 354–364. doi:10.22146/JNTETI.V9I4.648.
2. Wijaya, W. P. P., & Kamil, M. (2021). Pemanfaatan Teknologi ETH Blockchain Untuk Aplikasi E-Voting. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*. Retrieved from <http://ojs.stmik-banjarbaru.ac.id/index.php/jutisi/article/view/1973>.
3. Ilahi, A., Kurniadi, D., Novaliendry, D., & Sriwahyuni, T. (2024). Implementasi Teknologi Blockchain Pada Aplikasi E-Voting Berbasis WEB. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 28924–28938. Retrieved from <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/18602>.
4. Harahap, E. P., Aini, Q., & Anam, R. K. (2020). Pemanfaatan Teknologi Blockchain Pada Platform Crowdfunding. *Technomedia Journal*, 4(2), 199–210. doi:10.33050/TMJ.V4I2.1108.
5. Huangsu, L., & Wang, Y. (2020). Implementasi Smart Contract untuk E-Voting pada Jaringan Blockchain. Retrieved from <https://repositori.buddhidharma.ac.id/1476/4/COVER%20-%20BAB%20III.pdf>.
6. Karmanis, N. (2021). Electronic-Voting (E-Voting) Dan Pemilihan Umum: Studi Komparasi Di Indonesia, Brazil, India, Swiss Dan Australia. *Mimbar Administrasi*, 18(2), 1–14. Retrieved from <http://sister.untagsmg.ac.id/index.php/mia/article/view/2526>.

7. Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (2023). Implementasi Teknologi Blockchain dalam Aplikasi E-Voting Berbasis Mobile, 14(2), 219-231. doi:10.31849/digitalzone.v14i2.16682.
8. Kumparan (2023). 9 Masalah Serius yang Terjadi di Pemilu 2019. Retrieved from <https://kumparan.com/kumparannews/9-masalah-serius-yang-terjadi-di-pemilu-2019-1qvdomgkAG6>.