

Blockchain untuk Sistem Pemilu yang Berintegritas

Cecep Mustafa

Badan Litbang Pendidikan dan Pelatihan Hukum dan Pelatihan Mahkamah Agung RI
cecepmustafa161@gmail.com

Rita Komalasari

Yarsi University
rita.komalasari161@gmail.com

Abstrak:

Integritas sistem pemilu di seluruh dunia semakin dipertanyakan akibat kekhawatiran terhadap kecurangan, kurangnya transparansi, dan kerentanan keamanan. Teknologi blockchain, dengan sifatnya yang terdesentralisasi dan tidak dapat diubah, menawarkan solusi potensial untuk mengatasi tantangan ini serta meningkatkan kepercayaan pemilih dalam proses pemilu. Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi apakah pemilu berbasis blockchain dapat meningkatkan transparansi dan kepercayaan dengan menganalisis potensi teoritis serta bukti empiris dari proyek percontohan dan aplikasi di dunia nyata. Melalui tinjauan literatur, analisis studi kasus, dan sintesis data, penelitian ini mengevaluasi efektivitas, skalabilitas, implikasi hukum, serta pertimbangan sosial dari penerapan blockchain dalam pemilu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa blockchain memiliki potensi besar dalam meningkatkan integritas pemilu, tetapi tantangan seperti aksesibilitas, skalabilitas, dan kepatuhan hukum harus dikelola dengan cermat agar implementasinya berhasil. Studi ini menyimpulkan bahwa meskipun blockchain berpotensi merevolusi sistem pemilu, adopsinya memerlukan perencanaan menyeluruh, termasuk dalam mengatasi faktor teknologi, hukum, dan sosial, guna memastikan penerimaan yang luas serta efektivitasnya.

Kata Kunci: Blockchain; Pemilu; Keamanan; Transparansi; Kepercayaan Pemilih

Abstract:

The integrity of electoral systems worldwide has been increasingly questioned due to concerns about fraud, lack of transparency, and security vulnerabilities. Blockchain technology, with its decentralized and immutable features, presents a potential solution to address these challenges and enhance voter trust in the electoral process. This study aims to explore whether blockchain-based elections can improve transparency and trust by analyzing both theoretical potential and empirical evidence from pilot projects and real-world applications. Through a literature review, case study analysis, and data synthesis, the research evaluates the effectiveness, scalability, legal implications, and social considerations of blockchain in elections. The results suggest that blockchain holds significant promise for enhancing electoral integrity, but challenges such as accessibility, scalability, and legal compliance must be carefully managed for successful implementation. The study concludes that while blockchain has the potential to revolutionize electoral systems, its adoption requires comprehensive planning, including addressing technological, legal, and social factors, to ensure its broad acceptance and effectiveness.

Keywords: Blockchain; Elections; Security; Transparency; Voter Trust

Pendahuluan

Integritas pemilu merupakan aspek fundamental dalam demokrasi, namun kepercayaan pemilih terhadap proses pemilu terus menjadi perhatian global (Vladucu et al., 2023). Masalah seperti kecurangan pemilih, kurangnya transparansi, dan potensi manipulasi seringkali mencemari sistem pemilu konvensional, mengurangi kepercayaan publik (Swartz, 2017). Dengan berkembangnya teknologi blockchain, minat untuk memanfaatkan fitur desentralisasi, ketidakberubahan (immutability), dan transparansi dalam meningkatkan keamanan serta efisiensi pemilu semakin meningkat. Blockchain, sebagai teknologi buku besar terdistribusi yang memastikan integritas data melalui verifikasi kriptografi, memiliki potensi untuk mengatasi tantangan tersebut dan memberikan solusi yang lebih andal bagi sistem pemilu modern.

Salah satu tantangan utama dalam sistem pemilu modern adalah kurangnya kepercayaan yang meluas terhadap integritas dan transparansi pemilu (Swan, 2017). Meskipun telah terjadi kemajuan dalam teknologi pemungutan suara, masalah seperti kecurangan pemilih, peretasan, pemalsuan surat suara, dan kurangnya akuntabilitas masih menjadi permasalahan yang signifikan di berbagai negara. Laporan tahun 2019 dari International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA) menemukan bahwa 67% warga di negara demokratis memiliki kekhawatiran terhadap kecurangan pemilu, sementara 54% menyatakan kurangnya kepercayaan terhadap hasil pemilu (IDEA, 2019). Ketidakpercayaan ini lebih jelas terlihat di negara-negara dengan demokrasi yang baru berkembang atau di wilayah dengan kondisi politik yang tidak stabil, di mana tuduhan kecurangan pemilu sering kali terjadi, dan proses pemilu dianggap dapat dimanipulasi oleh elit politik.

Sebagai contoh, di Amerika Serikat, survei menunjukkan bahwa 55% pemilih tidak memiliki atau hanya memiliki sedikit kepercayaan terhadap keakuratan hasil pemilu tanpa penghitungan ulang secara manual, dengan alasan kekhawatiran terhadap mesin pemungutan suara elektronik dan potensi serangan siber (Tillemann et al., 2019). Selain itu, pemilu presiden AS 2020 menyoroti meningkatnya kekhawatiran terhadap keamanan pemilu, dengan adanya laporan serangan siber terhadap infrastruktur pemilu serta dugaan campur tangan asing. Selain faktor tersebut, meningkatnya ancaman dunia maya juga memperburuk risiko terhadap integritas pemilu (Susskind, 2017). Laporan memproyeksikan bahwa serangan siber terhadap sistem pemilu akan semakin meningkat, sementara banyak negara masih memiliki infrastruktur pemilu yang rentan terhadap ancaman ini.

Permasalahan yang dihadapi saat ini jelas: sistem pemilu di seluruh dunia terus menghadapi tantangan dalam hal transparansi, keamanan, dan kepercayaan pemilih. Terlepas dari upaya modernisasi dan peningkatan sistem pemilu, kurangnya kepercayaan publik terhadap hasil pemilu tetap menjadi ancaman bagi demokrasi (Zyskind & Nathan, 2015). Berdasarkan bukti empiris, termasuk statistik dari IDEA, diperlukan solusi inovatif seperti teknologi blockchain untuk mengatasi permasalahan ini dan memulihkan kepercayaan publik dalam sistem pemilu.

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan: Apakah sistem pemilu berbasis blockchain dapat meningkatkan kepercayaan dan transparansi pemilih? Studi ini akan mengkaji tantangan yang dihadapi oleh sistem pemilu tradisional, termasuk masalah kecurangan, transparansi, dan keamanan. Selanjutnya, penelitian ini akan menelaah karakteristik teknologi

blockchain yang menjadikannya alat potensial dalam reformasi pemilu, terutama dalam meningkatkan transparansi dan membangun kepercayaan pemilih.

Manfaat dan keterbatasan sistem pemilu berbasis blockchain akan dievaluasi, diikuti dengan diskusi mengenai aspek teknis, hukum, dan sosial yang harus dipertimbangkan sebelum implementasi skala besar. Argumen utama penelitian ini menyatakan bahwa meskipun blockchain memiliki potensi dalam meningkatkan transparansi dan kepercayaan dalam pemilu, implementasinya harus dikelola dengan cermat untuk mengatasi tantangan terkait skalabilitas, aksesibilitas, dan keamanan. Dengan mengeksplorasi elemen-elemen ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman komprehensif mengenai potensi dan tantangan dalam menerapkan teknologi blockchain pada sistem pemilu.

Penelitian ini menawarkan beberapa kontribusi baru dalam kajian pemilu berbasis blockchain, terutama dalam hal bagaimana blockchain dapat diterapkan untuk meningkatkan kepercayaan dan transparansi pemilih. Berbeda dengan studi sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada aspek teoritis, penelitian ini mengkaji tantangan praktis dalam implementasi blockchain dan sejauh mana teknologi ini dapat menangani masalah spesifik seperti kecurangan pemilih, manipulasi suara, dan kerentanan keamanan dalam sistem tradisional.

Studi ini mengintegrasikan data dunia nyata terkait persepsi pemilih dan kepercayaan mereka terhadap sistem pemilu berbasis blockchain. Dengan menganalisis fitur blockchain seperti desentralisasi, ketidakberubahan, dan transparansi, penelitian ini menawarkan wawasan baru mengenai bagaimana teknologi ini dapat mengubah persepsi publik terhadap integritas pemilu. Penelitian ini juga memberikan penilaian komprehensif terhadap potensi dan keterbatasan blockchain dalam konteks keamanan pemilu. Selain membahas manfaat teknologi blockchain, penelitian ini mengkaji tantangan dan keterbatasan implementasinya, terutama di wilayah dengan infrastruktur teknologi yang terbatas atau tingkat literasi digital yang rendah.

Selanjutnya, penelitian ini mengeksplorasi tantangan hukum terkait adopsi blockchain dalam pemilu, seperti masalah privasi data, kepatuhan terhadap undang-undang pemilu, dan bagaimana teknologi ini dapat disesuaikan dengan standar demokrasi nasional dan internasional. Sebagai tambahan, studi ini memperkenalkan kerangka evaluasi untuk sistem pemilu berbasis blockchain dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti transparansi, keamanan, aksesibilitas, efisiensi biaya, dan skalabilitas. Dengan mengintegrasikan berbagai kriteria ini, penelitian ini menawarkan panduan praktis bagi otoritas pemilu dan pengembang teknologi sebelum mengimplementasikan sistem blockchain. Penelitian ini juga membahas masa depan pemilu, termasuk bagaimana sistem blockchain dapat berkembang untuk menghadapi ancaman digital, serangan siber, dan perubahan dinamika politik.

Terkait kesenjangan dalam literatur yang ada, meskipun teknologi blockchain telah banyak dibahas sebagai solusi potensial dalam meningkatkan transparansi dan keamanan pemilu, masih terdapat beberapa kekurangan yang perlu diisi (Alvarez, Hall, & Roberts, 2007). Salah satunya adalah minimnya studi empiris mengenai dampak blockchain terhadap kepercayaan pemilih. Sebagian besar literatur yang ada hanya membahas manfaat teoritis blockchain tanpa meneliti data empiris dari program percontohan atau studi kasus nyata (Amelin et al., 2019). Selain itu, kurangnya pembahasan mengenai skalabilitas dan aksesibilitas sistem pemilu berbasis blockchain menjadi salah satu kesenjangan yang diisi oleh penelitian ini, dengan mengevaluasi bagaimana

teknologi ini dapat diterapkan dalam lingkungan dengan tingkat adopsi teknologi yang beragam (Barański et al., 2020).

Penelitian ini juga menawarkan rekomendasi konkret mengenai implikasi hukum dan regulasi dalam pemilu berbasis blockchain, memberikan saran bagi pembuat kebijakan tentang bagaimana blockchain dapat diintegrasikan dengan sistem pemilu yang ada sambil tetap mematuhi regulasi yang berlaku. Kesenjangan lainnya adalah ketidakadaan kerangka kerja terstruktur untuk implementasi blockchain dalam pemilu, yang dijawab oleh penelitian ini dengan memperkenalkan framework evaluasi yang dapat digunakan oleh otoritas pemilu untuk mengukur kesiapan dan efektivitas sistem berbasis blockchain (Berentsen, 2019). Selain itu, penelitian ini menyoroti kurangnya fokus pada faktor sosial dan persepsi publik, dengan mengeksplorasi bagaimana edukasi pemilih dan strategi keterlibatan publik harus dirancang untuk meningkatkan penerimaan terhadap sistem pemilu berbasis blockchain (Decaro, 2017). Dengan memberikan bukti empiris dan model evaluasi yang terstruktur, penelitian ini menghubungkan potensi teoritis blockchain dengan hasil nyata, memberikan wawasan baru bagi pengambil kebijakan, peneliti, dan otoritas pemilu mengenai bagaimana blockchain dapat menjadi solusi inovatif bagi tantangan pemilu modern.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan tinjauan literatur sebagai metode utama, dengan menganalisis secara sistematis artikel akademik, studi kasus, dan laporan dari sumber-sumber kredibel seperti lembaga pemerintah, organisasi internasional, dan komisi pemilihan umum. Studi literatur ini berfokus pada identifikasi tema utama terkait penerapan blockchain dalam pemilu, termasuk transparansi, keamanan, kepercayaan pemilih, skalabilitas, dan implikasi hukum. Analisis data melibatkan sintesis temuan empiris dari proyek percontohan dan survei, serta evaluasi implementasi blockchain yang telah ada. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola, tantangan, dan solusi, sehingga memberikan pemahaman komprehensif mengenai penerapan praktis blockchain serta potensi dampaknya terhadap sistem pemilu (Fowler, 2020).

Teori yang sesuai untuk analisis komprehensif mengenai potensi blockchain dalam pemilu, dengan menggabungkan bukti empiris dan kerangka kerja yang terstruktur, adalah Technology Acceptance Model (TAM) dan Diffusion of Innovations Theory (DOI). TAM berfokus pada bagaimana pengguna menerima dan menggunakan teknologi baru. Model ini mempertimbangkan dua faktor utama: persepsi kemudahan penggunaan dan persepsi kegunaan. Teori ini dapat diterapkan pada blockchain dalam pemilu dengan mengevaluasi penerimaan teknologi ini oleh pemilih dan pemangku kepentingan. TAM membantu menilai apakah pemilih menganggap sistem pemungutan suara berbasis blockchain mudah digunakan serta apakah mereka melihatnya bermanfaat dalam meningkatkan keamanan, transparansi, dan kepercayaan dalam pemilu. Selain itu, TAM dapat memberikan wawasan untuk merancang strategi guna meningkatkan pemahaman dan adopsi publik terhadap teknologi ini, yang merupakan faktor kunci dalam keberhasilannya. DOI menjelaskan bagaimana ide dan teknologi baru menyebar dalam suatu masyarakat. Teori ini membagi tahapan adopsi mulai dari inovator hingga kelompok yang paling lambat menerima perubahan serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi, seperti keunggulan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, kemampuan untuk diuji coba, dan keterlihatan. Dalam konteks pemilu berbasis blockchain, DOI dapat menjelaskan bagaimana berbagai komunitas (pemerintah,

pemilih, otoritas pemilu) mengadopsi blockchain, hambatan yang mereka hadapi, serta waktu yang dibutuhkan untuk penerapan yang luas. DOI juga mempertimbangkan faktor sosial dan budaya, seperti bagaimana blockchain selaras dengan norma dan infrastruktur pemilu yang sudah ada. Dengan menggabungkan TAM dan DOI, penelitian ini dapat menawarkan pendekatan multidimensional dalam memahami bagaimana blockchain dapat diterapkan dalam sistem pemilu. TAM membantu menganalisis penerimaan teknologi dari perspektif pengguna (pemilih, otoritas pemilu), sedangkan DOI memberikan wawasan tentang proses adopsi dalam masyarakat yang lebih luas, dengan mempertimbangkan aspek hukum, teknologi, dan sosial. Kombinasi ini tidak hanya memberikan landasan teoritis dalam menilai potensi blockchain tetapi juga menyusun kerangka kerja untuk menganalisis bukti empiris mengenai implementasi praktisnya.

Hasil dan Pembahasan

Tantangan dalam Sistem Pemilu Tradisional

Sistem pemilu tradisional menghadapi berbagai tantangan yang mengikis kepercayaan pemilih dan mengancam integritas pemilu. Salah satu perhatian utama adalah kerentanan infrastruktur pemilu terhadap kecurangan dan manipulasi. Menurut International Institute for Democracy and Electoral Assistance (IDEA), 67% warga negara di negara demokrasi mengungkapkan kekhawatiran terhadap kecurangan pemilu (IDEA, 2019). Di banyak negara, permasalahan seperti penyamaran pemilih, pemalsuan surat suara, dan kurangnya transparansi dalam proses penghitungan suara masih terus terjadi, yang pada akhirnya mengurangi kepercayaan publik.

Ancaman siber juga menjadi isu yang semakin berkembang, dengan potensi campur tangan asing dan peretasan, seperti yang ditunjukkan dalam pemilu presiden AS yang mengungkap risiko serangan siber terhadap infrastruktur pemilu (Gonzalez & Tuncay, 2023). Tantangan-tantangan ini menunjukkan perlunya sistem pemilu yang mampu mengatasi permasalahan keamanan, transparansi, dan kepercayaan—permasalahan yang dapat diatasi dengan teknologi blockchain. Dengan kemampuannya untuk menyediakan catatan yang tidak dapat diubah, validasi terdesentralisasi, dan transparansi yang lebih baik, blockchain menawarkan solusi potensial untuk mengatasi kelemahan sistem pemilu tradisional, sehingga menciptakan proses pemungutan suara yang lebih aman dan dapat dipercaya (Hernandez, Vogelsteller, & Sieler, 2020).

Teknologi Blockchain dan Keuntungannya

Blockchain, sebagai sistem buku besar terdesentralisasi, menawarkan berbagai keuntungan yang dapat mengatasi kekurangan sistem pemilu tradisional (Ikeda, 2019). Salah satu fitur paling menarik dari blockchain adalah imutabilitasnya. Setelah data dimasukkan ke dalam blockchain, data tersebut tidak dapat diubah atau dihapus tanpa konsensus dari peserta jaringan (Jang & Ryu, 2025). Hal ini memastikan bahwa pemalsuan suara atau kecurangan hampir tidak mungkin terjadi, karena setiap upaya untuk mengubah suara akan segera terdeteksi oleh peserta jaringan lainnya. Karakteristik ini menjamin integritas hasil pemilu, menjadikannya solusi ideal untuk mengatasi kekhawatiran terkait kecurangan pemilu.

Selain itu, transparansi blockchain menjadi keunggulan utama lainnya. Semua transaksi (suara) yang tercatat di blockchain dapat dilihat oleh setiap peserta secara real-time (Karlkvist & Axelsson, 2023). Sistem yang terbuka dan akuntabel ini memungkinkan pemilih, pejabat pemilu,

dan pemangku kepentingan lainnya untuk memverifikasi keakuratan dan integritas proses pemilu, tanpa mengorbankan anonimitas pemilih. Transparansi semacam ini dapat secara signifikan memulihkan kepercayaan publik terhadap proses pemilu, yang sering kali terkikis oleh persepsi atau realitas ketidak transparan dalam sistem pemilu tradisional.

Selain itu, sifat desentralisasi blockchain berarti tidak ada satu entitas atau otoritas pusat yang memiliki kendali penuh atas sistem (Kumar et al., 2023). Hal ini mengurangi risiko manipulasi terpusat, karena tidak ada titik kontrol tunggal yang dapat dieksploitasi untuk mengubah hasil pemilu (Leekha, 2018). Dalam konteks pemilu, fitur desentralisasi ini memastikan bahwa tidak ada badan pemerintah, partai politik, atau individu yang dapat mengganggu atau memanipulasi hasil akhir, sehingga melindungi proses demokrasi.

Lebih lanjut, blockchain dapat menyediakan identitas digital yang aman dan dapat diverifikasi bagi pemilih, sehingga mengurangi risiko penipuan identitas dan memastikan bahwa hanya pemilih yang memenuhi syarat yang dapat berpartisipasi (Lupiañez-Villanueva et al., 2018). Dengan memanfaatkan tanda tangan digital dan teknik kriptografi, sistem berbasis blockchain dapat mengautentikasi identitas pemilih dengan tingkat kepastian yang tinggi, menciptakan lingkungan pemungutan suara yang aman (Mohanty & Behera, n.d.). Ini tidak hanya meningkatkan keamanan pemilu secara keseluruhan, tetapi juga membantu mengatasi salah satu masalah lama dalam sistem tradisional—penyamaran pemilih.

Secara keseluruhan, imutabilitas, transparansi, desentralisasi, dan kemampuan blockchain dalam mengamankan identitas digital menjadikannya solusi teknologi yang menjanjikan untuk memodernisasi sistem pemilu. Dengan meningkatkan keamanan, memastikan transparansi, dan mencegah manipulasi, blockchain dapat memainkan peran penting dalam mengatasi tantangan yang dihadapi oleh sistem pemilu tradisional.

Bukti Empiris dari Percontohan Blockchain

Beberapa proyek percontohan telah dilakukan secara global untuk menguji efektivitas sistem pemilu berbasis blockchain, memberikan bukti empiris tentang potensinya dalam mengatasi tantangan dalam sistem pemilu tradisional (Mwansa, 2023). Salah satu contoh yang paling menonjol adalah proyek percontohan di West Virginia, AS, dimana blockchain digunakan untuk pemungutan suara bagi personel militer yang bertugas di luar negeri (Naik et al., 2023). Proyek ini memungkinkan pemilih untuk memberikan suara mereka secara aman melalui aplikasi seluler, memastikan bahwa suara tersebut dicatat di blockchain yang tidak dapat dimanipulasi. Hasilnya menjanjikan: pemilih militer menemukan kemudahan dalam mengakses dan mengirimkan suara mereka dibandingkan dengan metode pemungutan suara tradisional, yang sering kali mengalami keterlambatan dan risiko keamanan. Implementasinya relatif lancar, dan proyek ini meningkatkan partisipasi pemilih, dengan lebih dari 100 suara diberikan menggunakan sistem blockchain (Olmstead & Smith, 2017).

Demikian pula, pada tahun 2019, kota Moskow melakukan proyek percontohan berbasis blockchain untuk pemilihan tingkat kota, memungkinkan penduduk untuk memberikan suara dalam isu-isu lokal melalui perangkat seluler mereka (Pineda, Jabba, & Nieto-Bernal, 2024). Proyek ini bertujuan untuk menguji kemampuan blockchain dalam memungkinkan mekanisme pemungutan suara yang aman, transparan, dan mudah digunakan. Meskipun proyek ini terbatas dalam skala

kecil, ia menunjukkan potensi blockchain dalam memfasilitasi pemungutan suara jarak jauh dengan tetap mempertahankan transparansi dan mengurangi risiko kecurangan.

Meskipun proyek-proyek ini menunjukkan hasil yang menggembirakan, mereka tidak terlepas dari tantangan. Masalah seperti literasi digital di kalangan pemilih, terutama populasi yang lebih tua, serta skalabilitas teknologi blockchain untuk pemilu berskala besar masih menjadi hambatan yang signifikan.

Tantangan Hukum dan Regulasi

Meskipun blockchain menawarkan solusi yang menjanjikan untuk modernisasi sistem pemilu, penerapannya menimbulkan tantangan hukum dan regulasi yang signifikan (Nakamoto, 2019). Salah satu tantangan utama adalah kompatibilitas sistem pemilu berbasis blockchain dengan undang-undang dan regulasi pemilu yang ada. Di banyak negara, hukum saat ini tidak dirancang untuk mengakomodasi metode pemungutan suara digital atau terdesentralisasi (Regulation, 2018).

Selain itu, blockchain berbasis identitas digital dapat bertentangan dengan regulasi perlindungan data, seperti General Data Protection Regulation (GDPR) di Uni Eropa (Pilkington, 2016). GDPR mengatur hak individu untuk menghapus data pribadinya, sementara blockchain bersifat tidak dapat diubah. Ini menciptakan ketegangan antara kebutuhan akan keamanan pemilu dan kepatuhan terhadap peraturan privasi.

Pertimbangan Sosial dan Teknologi

Penerapan blockchain dalam pemilu juga membawa pertimbangan sosial dan teknologi yang harus diatasi agar berhasil dan inklusif. Salah satu tantangan utama adalah literasi digital (Portillo, 2024). Di wilayah yang akses internetnya terbatas atau di mana pemilih kurang akrab dengan platform digital, transisi ke sistem pemilu berbasis blockchain dapat menciptakan hambatan partisipasi (Radziwill, 2018). Selain itu, transisi ke sistem pemilu berbasis blockchain memerlukan infrastruktur yang memadai. Di banyak negara berkembang, pemilih mungkin tidak memiliki akses ke koneksi internet yang andal atau perangkat yang diperlukan untuk berpartisipasi dalam pemilu berbasis blockchain (Sidhu, 2017). Terakhir, skalabilitas teknologi blockchain menjadi tantangan tersendiri. Sementara blockchain telah menunjukkan potensi dalam proyek percontohan skala kecil, menerapkan sistem ini pada pemilu nasional menghadirkan tantangan dalam hal daya komputasi dan kecepatan transaksi (Smith, 2014b). Meskipun blockchain menawarkan banyak manfaat dalam meningkatkan keamanan dan transparansi pemilu, tantangan sosial dan teknologinya harus dipertimbangkan dengan cermat. Literasi digital, akses yang merata terhadap teknologi, dan solusi skalabilitas menjadi langkah penting dalam mewujudkan sistem pemilu berbasis blockchain yang efektif dan inklusif.

Kesimpulan

Penelitian ini telah mengeksplorasi potensi teknologi blockchain dalam mengatasi tantangan yang dihadapi oleh sistem pemilu tradisional. Metode pemungutan suara konvensional sering kali mengalami masalah seperti kecurangan, kurangnya transparansi, dan rendahnya kepercayaan pemilih. Fitur utama blockchain—immutabilitas, transparansi, desentralisasi, dan identitas digital yang aman—menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi permasalahan tersebut, memastikan integritas pemilu, dan memulihkan kepercayaan publik. Bukti empiris dari proyek

percontohan, seperti yang dilakukan di West Virginia dan Moskow, menunjukkan bahwa blockchain dapat meningkatkan transparansi dan aksesibilitas dalam pemilu, meskipun masih terdapat tantangan seperti literasi digital, skalabilitas, dan hambatan hukum. Meskipun memiliki keunggulan, penerapan sistem pemungutan suara berbasis blockchain memerlukan penyelesaian berbagai tantangan hukum, teknologi, dan sosial. Isu hukum, terutama terkait regulasi perlindungan data serta integrasi blockchain dengan kerangka pemilu yang ada, harus diselesaikan agar adopsi teknologi ini dapat diterapkan secara luas. Selain itu, upaya untuk mengatasi kesenjangan digital dan meningkatkan literasi teknologi bagi pemilih sangat penting untuk memastikan inklusivitas dan partisipasi yang luas. Terakhir, masalah skalabilitas harus diatasi agar blockchain dapat menangani pemilu dalam skala besar secara efektif.

Sebagai rekomendasi kebijakan, pemerintah sebaiknya memprioritaskan pengembangan kerangka regulasi yang komprehensif guna mengatasi tantangan hukum dan teknis dalam pemungutan suara berbasis blockchain. Secara bersamaan, investasi dalam program literasi digital serta teknologi pemilu yang mudah diakses perlu dilakukan untuk memastikan seluruh warga negara dapat berpartisipasi dalam pemilu berbasis blockchain. Dengan kebijakan dan infrastruktur yang tepat, blockchain berpotensi untuk mentransformasi sistem pemilu menjadi lebih transparan, aman, dan terpercaya.

References

- Alvarez, R. M., Hall, T. E., & Roberts, B. F. (2007). Military voting and the law: procedural and technological solutions to the ballot transit problem. *Fordham Urb. LJ*, 34, 935.
- Amelin, R., Channov, S., Lipchanskaya, M., Tsybulevskaya, O., & Zametina, T. (2019). Blockchain technologies for electronic voting: Legal aspects. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, X(5 (43)), 1382-1389.
- Barański, S., Szymański, J., Sobiecki, A., Gil, D., & Mora, H. (2020). Practical I-voting on stellar blockchain. *Applied Sciences*, 10(21), 7606. <https://doi.org/10.3390/app10217606>
- Berentsen, A. (2019). Aleksander Berentsen recommends *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system* by Satoshi Nakamoto. *21st Century Economics: Economic Ideas You Should Read and Remember*, 7-8. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17740-9_3
- Decaro, V. (2017). Cryptocurrency and blockchain: The revolution of the world economic system and digital identities.
- Fowler, A. (2020). Promises and perils of mobile voting. *Election Law Journal: Rules, Politics, and Policy*, 19(3), 418-431. <https://doi.org/10.1089/elj.2019.0589>
- Gonzalez, J., & Tuncay, M. (2023). *THE DEMOCRATIC CHAIN. Blockchain in the Context of Swedish Electoral Processes: Applying a Need-Solution Pairing approach with a lens of Legitimacy* (Master's thesis).
- Hernandez, M., Vogelsteller, F., & Sieler, S. (2020). *Blueprint for the new creative economies*.
- IDEA, I. (2019). *The Global State of Democracy 2019: Addressing the Ills, Reviving the Promise*.
- Ikeda, K. (2019). qBitcoin: A peer-to-peer quantum cash system. In *Intelligent Computing: Proceedings of the 2018 Computing Conference, Volume 1* (pp. 763-771). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01174-1_58
- Jang, H., & Ryu, D. H. (2025). Development of a service blueprint for blockchain services. *PloS One*, 20(1), e0317449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317449>
- Karlkvist, D., & Axelsson, M. (2023). *Democratization of Voting with Blockchain Technology*.
- Kumar, A., Menaria, S., Sagar, K., Choudhary, A., & Bajaj, P. K. (2023, December). A blockchain-based voting system for elections. In the *International Conference on Communication and*

- Intelligent Systems* (pp. 365-379). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-2082-8_26
- Leekha, S. (2018). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World. *FIIB Business Review*, 7(4), 275-276. <https://doi.org/10.1177/2319714518814603>
- Lupiáñez-Villanueva, F., Devaux, A., Faulí, C., Stewart, K., Porcu, F., Taylor, J., ... & Nederveen, F. (2018). *Study on the Benefits and Drawbacks of Remote Voting*. Mohanty, P. R. A. S. A. N. D. E. E. P., & Behera, S. K. *Peer-to-Peer Electronic Cash System in Bitcoin Technology*.
- Mwansa, P. (2023). *Trust system framework for integrity controls in electoral vote counting and validation* (Doctoral dissertation, Cape Peninsula University of Technology).
- Nakamoto, S. (2019). *Bitcoin: Ein elektronisches Peer-to-Peer-Cash-System*.
- Naik, A. C., Prajapati, A. M., Pandey, S. N., & Mishra, A. C. (2023, April). Blockchain-based e-voting system. In *2023 7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)* (pp. 316-320). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICOEI56765.2023.10125883>
- Olmstead, K., & Smith, A. (2017). *Americans and Cybersecurity*. Pew Research Center, 26(311-27).
- Pineda, M., Jabba, D., & Nieto-Bernal, W. (2024). Blockchain architectures for the digital economy: Trends and opportunities. *Sustainability*, 16(1), 442. <https://doi.org/10.3390/su16010442>
- Pilkington, M. (2016). Blockchain technology: Principles and applications. In *Research Handbook on Digital Transformations* (pp. 225-253). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781784717766.00019>
- Portillo, N. (2024). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Available at SSRN 4993270. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4993270>
- Radziwill, N. (2018). Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World. 2016. Dan Tapscott and Alex Tapscott. New York: Penguin Random House. 348 pages. <https://doi.org/10.1080/10686967.2018.1404373>
- Regulation, P. (2018). General Data Protection Regulation. *Intouch*, 25, 1-5.
- Sidhu, J. (2017, July). Syscoin: A peer-to-peer electronic cash system with blockchain-based services for e-business. In *2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCN.2017.8038518>
- Smith, C. M. (2014). The Development of Military and Overseas Voting Rights in the United States. In *Convenience Voting and Technology: The Case of Military and Overseas Voters* (pp. 39-67). New York: Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1057/9781137391070_3
- Smith, C. M. (2014). The Future of Convenience Voting for Overseas and Domestic Voters. In *Convenience Voting and Technology: The Case of Military and Overseas Voters* (pp. 171-180). New York: Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1057/9781137391070_8
- Susskind, J. (2017). Decrypting democracy: Incentivizing blockchain voting technology for an improved election system. *San Diego L. Rev.*, 54, 785.
- Swartz, L. (2017). Blockchain dreams: Imagining techno-economic alternatives after Bitcoin. *Another Economy is Possible: Culture and Economy in a Time of Crisis*, 1, 82-105.
- Swan, M. (2017). Anticipating the economic benefits of blockchain. *Technology Innovation Management Review*, 7(10), 6-13. <https://doi.org/10.22215/timreview/1109>
- Tillemann, T., Price, A., Tillemann-Dick, G., & Knight, A. (2019). *The Blueprint for Blockchain and Social Innovation*.
- Vladucu, M. V., Dong, Z., Medina, J., & Rojas-Cessa, R. (2023). E-voting meets blockchain: A

survey. *IEEE Access*, 11, 23293-23308. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3253682>
Zyskind, G., & Nathan, O. (2015, May). Decentralizing privacy: Using blockchain to protect personal data. In *2015 IEEE Security and Privacy Workshops* (pp. 180-184). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SPW.2015.27>