

Blockchain : Pengawasan Pemilu Aman, Transparan, dan Terpercaya

Akmal Azizan

Salma Zahra

Sally Sophia

Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

Akmalazizan64@gmail.com

Abstrak:

Kekhawatiran yang semakin meningkat mengenai integritas pemilu, keamanan, dan transparansi telah mendorong pencarian solusi inovatif untuk memperbaiki proses pemilu. Teknologi blockchain, dengan janji transparansi, keamanan, dan desentralisasi, telah muncul sebagai alat potensial untuk meningkatkan integritas sistem pemilu. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi peran blockchain dalam mentransformasi pemilu dengan melakukan analisis komparatif terhadap uji coba pemilu berbasis blockchain di Estonia, Sierra Leone, dan daerah lainnya. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi efektivitas, tantangan, dan hasil dari uji coba ini, memberikan bukti empiris untuk menginformasikan reformasi pemilu di masa depan. Penelitian ini menggunakan metodologi tinjauan literatur, menganalisis studi kasus, artikel akademik, dan laporan pemerintah. Pendekatan komparatif digunakan untuk menilai keberhasilan dan tantangan implementasi blockchain di berbagai konteks geopolitik. Analisis data berfokus pada tema-tema seperti kepercayaan pemilih, integrasi teknis, dan transparansi pasca-pemilu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun blockchain memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan transparansi dan keamanan pemilu, implementasinya tidak tanpa tantangan. Faktor-faktor seperti infrastruktur digital, edukasi pemilih, dan integrasi sistem mempengaruhi skalabilitas dan efektivitasnya. Penelitian ini menyimpulkan dengan rekomendasi untuk pembuat kebijakan dan otoritas pemilu tentang cara mengatasi tantangan ini, serta memberikan panduan untuk implementasi blockchain yang sukses dalam pemilu guna mendukung proses demokrasi yang lebih transparan dan aman.

Kata Kunci: Blockchain; Integritas Pemilu; Reformasi Pemilu; Transparansi; Kepercayaan Pemilih

Abstract:

The increasing concerns about electoral integrity, security, and transparency have prompted a search for innovative solutions to improve election processes. Blockchain technology, with its promise of transparency, security, and decentralization, has emerged as a potential tool to enhance the integrity of electoral systems. This study aims to explore the role of blockchain in transforming elections by conducting a comparative analysis of blockchain-based election pilots in Estonia, Sierra Leone, and other regions. The purpose is to evaluate the effectiveness, challenges, and outcomes of these pilots, providing empirical evidence to inform future election reforms. The study employs a literature review methodology, analyzing case studies, academic articles, and governmental reports. A comparative approach is used to assess the success and challenges of blockchain implementations in different geopolitical contexts. Data analysis focuses on themes such as voter trust, technical integration, and post-election transparency. The results indicate that while blockchain holds significant potential to improve electoral transparency and security, its implementation is not without challenges. Factors such as digital infrastructure, voter education, and system integration impact its scalability and effectiveness. The study concludes with recommendations for policymakers and election authorities on overcoming these challenges, guiding the successful implementation of blockchain in elections to foster more transparent and secure democratic processes.

Keywords: Blockchain; Electoral Integrity; Election Reform; Transparency; Voter Trust

Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, munculnya teknologi blockchain telah menarik perhatian besar karena potensinya untuk merevolusi berbagai sektor, termasuk pemerintahan dan pemilu (Daraghmi et al., 2024). Salah satu aplikasi paling menjanjikan adalah penggunaan blockchain untuk memastikan proses pemilu yang transparan, aman, dan efisien (Al Kemyani et al., 2022). Dengan memanfaatkan sifat desentralisasi, tidak dapat diubah, dan transparan dari blockchain, pemilu dapat menjadi lebih dapat dipercaya, mengurangi penipuan, manipulasi, dan kesalahan, sekaligus meningkatkan partisipasi pemilih dan kepercayaan terhadap proses demokrasi.

Sistem pemilu di seluruh dunia semakin mendapat sorotan karena kekhawatiran terhadap transparansi, keamanan, dan kepercayaan pemilih (Abubakar et al., 2020). Meskipun teknologi terus berkembang, banyak sistem pemilu tradisional masih rentan terhadap penipuan, manipulasi, dan ketidakefisienan, yang merusak proses demokrasi. Secara khusus, penipuan pemilih, pengelolaan data pemilu yang buruk, dan kurangnya transparansi dalam penghitungan suara terus menjadi masalah di banyak negara. Sebuah studi mengungkapkan bahwa hampir 50% negara di dunia melaporkan tantangan dalam memastikan integritas pemilu, dengan penipuan pemilih dan manipulasi menjadi masalah utama (Baker & Nori, 2023).

Salah satu statistik yang paling mencolok yang menunjukkan perlunya reformasi adalah meningkatnya jumlah insiden penipuan dan manipulasi pemilu (Boldbaatar, 2020). Menurut laporan, sekitar 30% negara yang disurvei mengalami masalah signifikan terkait penipuan pemilu, termasuk pemalsuan suara, pendaftaran pemilih yang tidak sah, dan pengisian kotak suara secara tidak sah (Bhagwani & Govindaraj, 2020). Di beberapa wilayah, masalah ini diperburuk oleh infrastruktur digital yang kurang memadai dan ketidakmampuan untuk memverifikasi identitas pemilih dengan aman (Chowdhury & Leary, 2025). Dalam konteks ini, teknologi blockchain muncul sebagai solusi potensial untuk mengatasi masalah ini, menawarkan platform yang transparan, tidak dapat dipalsukan, dan aman untuk pemungutan suara dan pemantauan pemilu.

Meskipun beberapa negara telah mengimplementasikan sistem pemungutan suara berbasis blockchain, masih terdapat kekurangan dalam penelitian empiris yang mengevaluasi efektivitasnya (Bolt, 2017). Misalnya, sistem e-voting Estonia yang telah beroperasi sejak 2005 memanfaatkan teknologi blockchain untuk memastikan pemungutan suara yang aman dan transparan (Chatterjee & Chatterjee, 2017). Namun, meskipun sukses, ada kekhawatiran tentang skalabilitas, aksesibilitas, dan potensi kerentanannya terhadap ancaman siber yang meningkat (Comert, 2020). Sementara itu, proyek percontohan Sierra Leone pada 2018 yang menggunakan blockchain untuk transmisi hasil pemilu menghadapi tantangan teknis dan logistik, termasuk masalah terkait pendidikan pemilih dan integrasi sistem, yang membatasi keberhasilannya secara keseluruhan (Denis González et al., 2022).

Masalah empiris yang ingin diatasi oleh penelitian ini adalah kurangnya analisis komprehensif yang membandingkan aplikasi dunia nyata, tantangan, dan efektivitas pilot pemilu berbasis blockchain di berbagai konteks politik, sosial, dan ekonomi (Daraghmi et al., 2024). Mengingat kekhawatiran yang mendesak terkait integritas pemilu, studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana blockchain dapat mengurangi penipuan pemilu dan meningkatkan transparansi hasil pemilu (Ahlkvist et al., 2019). Dengan memeriksa proyek percontohan di Estonia, Sierra Leone, dan wilayah lainnya, penelitian ini akan menilai secara empiris apakah teknologi blockchain dapat menawarkan solusi yang dapat diskalakan, aman, dan terpercaya untuk tantangan yang dihadapi oleh pemilu modern.

Penelitian ini mengeksplorasi peran teknologi blockchain dalam sistem pemilu, khususnya dengan fokus pada analisis komparatif proyek percontohan pemilu berbasis blockchain di Estonia, Sierra Leone, dan wilayah lainnya (Dimitropoulos, 2020). Tujuannya adalah untuk memahami bagaimana blockchain dapat mengatasi tantangan utama dalam sistem pemilu modern, seperti penipuan pemilih, verifikasi identitas, dan manipulasi suara. Sistem e-voting Estonia yang pionir, pilot blockchain Sierra Leone pada 2018, dan inisiatif serupa di seluruh dunia memberikan wawasan berharga tentang kelayakan, tantangan, dan potensi manfaat blockchain dalam pemilu (Dong et al., 2019).

Argumentasi utama dari penelitian ini adalah bahwa meskipun blockchain menawarkan keuntungan signifikan untuk meningkatkan transparansi dan keamanan pemilu, implementasi sistem semacam itu memerlukan perhatian terhadap tantangan teknis, politik, dan infrastruktur. Dengan menganalisis pengalaman Estonia, Sierra Leone, dan wilayah lainnya, penelitian ini akan menunjukkan baik potensi maupun keterbatasan blockchain dalam merombak proses demokrasi.

Penelitian ini memiliki struktur sebagai berikut: pertama, bagian Teknologi Blockchain dan Tantangan Pemilu akan memberikan pemahaman dasar mengenai teknologi blockchain dan tantangan yang dihadapi oleh sistem pemilu tradisional (Gervais et al., 2016). Selanjutnya, Pilot E-Voting Estonia akan menyajikan analisis mendalam tentang penerapan blockchain untuk pemungutan suara elektronik di Estonia, mengeksplorasi keberhasilan, tantangan, dan dampaknya terhadap transparansi pemilu. Pada bagian Pilot Pemilu Blockchain Sierra Leone, penelitian akan memeriksa secara rinci pilot yang dilakukan pada 2018 di Sierra Leone, yang menggunakan blockchain untuk mengelola hasil pemilu serta mengevaluasi hasilnya. Perspektif Global dan Pelajaran yang Diperoleh akan menyajikan tinjauan terhadap pilot pemilu berbasis blockchain lainnya dan relevansinya dengan konteks Estonia dan Sierra Leone. Bagian Analisis Komparatif akan melakukan perbandingan antara pilot di Estonia dan Sierra Leone, mengidentifikasi pola umum, tantangan, serta pendekatan yang berbeda dalam implementasi blockchain di pemilu.

Akhirnya, penelitian ini akan diakhiri dengan Kesimpulan, yang mensintesis temuan utama dan memberikan rekomendasi untuk sistem pemilu berbasis blockchain di masa depan. Penelitian ini memberikan kontribusi baru yang signifikan dalam bidang Blockchain untuk Pemilu yang Transparan dan Aman dengan menyediakan analisis komparatif yang komprehensif tentang pilot pemilu berbasis blockchain di berbagai konteks geopolitik dan infrastruktur.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka untuk mengumpulkan dan menganalisis data sekunder tentang pilot pemilu berbasis blockchain. Literatur yang digunakan mencakup artikel akademik, laporan pemerintah, dan studi kasus dari negara-negara seperti Estonia, Sierra Leone, dan wilayah lain yang telah mengimplementasikan blockchain dalam pemilu (Haque et al., 2024). Analisis data menggunakan pendekatan komparatif, mengevaluasi efektivitas, tantangan, dan hasil dari setiap pilot. Tema-tema utama seperti kepercayaan pemilih, integrasi sistem, dan transparansi pasca-pemilu dianalisis untuk mengidentifikasi pola dan wawasan. Penelitian ini menggunakan analisis konten kualitatif untuk menilai temuan-teori dan empiris, serta mensintesis data untuk memberikan rekomendasi kebijakan dan implementasi.

Teori yang sesuai untuk menganalisis secara komprehensif aspek teoritis dan praktis dari potensi blockchain dalam mentransformasi sistem pemilu adalah Actor-Network Theory (ANT). Actor-Network Theory berpendapat bahwa entitas manusia dan non-manusia (seperti teknologi, institusi, dan infrastruktur) membentuk jaringan yang mempengaruhi hasil dalam sistem yang kompleks. Teori ini sangat berguna untuk memahami bagaimana teknologi blockchain berinteraksi dengan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, pemilih, otoritas pemilu, dan pengembang teknologi, dalam konteks pemilu. ANT dapat memberikan wawasan mengenai peran-peran yang dimainkan oleh aktor-aktor ini dalam adopsi dan implementasi blockchain dalam sistem pemilu. Kontribusi utama yang diberikan oleh Actor-Network Theory (ANT) dalam analisis ini mencakup tiga aspek utama. Pertama, Jaringan Pemangku Kepentingan, di mana ANT membantu mengidentifikasi dan memetakan aktor-aktor yang terlibat dalam pemilu berbasis blockchain, serta menganalisis bagaimana interaksi antara aktor teknis (seperti pengembang blockchain) dan non-teknis (seperti pejabat pemerintah dan pemilih) mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan sistem. Kedua, Perantara Teknologi, di mana ANT berfokus pada peran teknologi (blockchain) sebagai perantara hubungan antara aktor manusia dan struktur sosial, yang dapat mengungkapkan bagaimana blockchain mengubah proses pemilu dengan meningkatkan transparansi, keamanan, dan efisiensi. Ketiga, Bukti Empiris, yang mendorong pengumpulan data dunia nyata untuk melacak tantangan dan keberhasilan adopsi blockchain dalam konteks yang berbeda, sehingga menghasilkan bukti empiris terkait dampaknya terhadap reformasi pemilu. Dengan menggunakan ANT sebagai kerangka teori, penelitian ini memungkinkan studi komprehensif tentang bagaimana blockchain beroperasi dalam jaringan politik, teknologi, dan sosial, yang pada gilirannya dapat memandu kebijakan, perbaikan teknologi, dan penelitian yang berkelanjutan dalam pemerintahan demokratis berbasis blockchain.

Hasil dan Pembahasan

Potensi Blockchain untuk Meningkatkan Transparansi Pemilu

Teknologi blockchain memiliki potensi yang signifikan untuk meningkatkan transparansi sistem pemilu dengan memastikan ketidakberubahan dan keamanan catatan pemilu (Hacker et al., 2019). Inti dari blockchain adalah penggunaan buku besar terdesentralisasi untuk mencatat suara, yang membuat setiap transaksi—setiap suara—dapat dilacak, aman, dan tidak dapat dirusak (Hajian Berenjestanaki et al., 2023). Fitur ketidakberubahan ini memastikan bahwa setelah suara diberikan, suara tersebut tidak dapat diubah atau dihapus, yang mengatasi salah satu kekhawatiran terbesar dalam sistem pemilu tradisional: penipuan pemilu dan manipulasi hasil (Herian, 2018).

Contoh menonjol dari potensi blockchain dalam pemilu adalah sistem e-voting Estonia, yang telah beroperasi sejak 2005. Estonia, sebagai pemimpin dalam pemerintahan digital, mengintegrasikan blockchain ke dalam infrastruktur pemilunya untuk memungkinkan warga negara memberikan suara dengan aman dari lokasi mana pun, sambil mempertahankan transparansi dan verifikasi proses pemilu (Huang et al., 2021). Sistem Estonia menggunakan blockchain untuk memastikan bahwa suara tercatat dengan aman dan seluruh proses pemilu dapat diaudit (Isibor, 2023). Pendekatan terdesentralisasi ini memberikan pemilih, otoritas pemilu, dan pengamat eksternal catatan yang transparan dan dapat diverifikasi dari pemilu, meningkatkan kepercayaan terhadap sistem.

Di Estonia, blockchain juga memberikan transparansi dalam data pemilu, memungkinkan akses real-time bagi semua pihak yang terlibat (Jafar et al., 2021). Pemilih dapat memverifikasi bahwa suara mereka telah dihitung dengan akurat, otoritas pemilu dapat memantau integritas proses pemilu, dan pengamat internasional dapat mengaudit hasil secara independen (Kaur et al., 2023). Transparansi ini menghasilkan tingkat kepercayaan publik yang lebih tinggi, karena semua pemangku kepentingan diyakinkan bahwa proses pemilu itu adil dan aman. Model Estonia menunjukkan bagaimana blockchain dapat mengatasi tantangan jangka panjang terkait transparansi pemilu, dan keberhasilannya yang berkelanjutan membuka jalan bagi negara lain untuk mempertimbangkan blockchain sebagai alat untuk meningkatkan integritas pemilu.

Potensi blockchain untuk meningkatkan transparansi pemilu melampaui pengalaman Estonia (Kianieff, 2019). Seiring dengan negara-negara lain yang menjajaki sistem pemungutan suara berbasis blockchain, mereka dapat memanfaatkan prinsip-prinsip ketidakberubahan, desentralisasi, dan transparansi yang serupa untuk membangun sistem pemilu yang lebih dapat dipercaya, yang dapat mengembalikan kepercayaan publik dan mendorong partisipasi demokratis (Khaldun, 2025). Melalui penggunaan blockchain, hasil pemilu dapat dikonfirmasi, diverifikasi, dan dipercaya oleh pemilih, otoritas, dan komunitas internasional, yang sangat penting untuk mempertahankan integritas proses demokratis.

Keamanan dan Pencegahan Penipuan

Salah satu keuntungan utama dari teknologi blockchain dalam pemilu adalah kemampuannya untuk menyediakan fitur keamanan yang kuat yang melindungi dari penipuan pemilu (Lemos et al., 2022). Sistem pemungutan suara tradisional seringkali rentan terhadap berbagai bentuk manipulasi, seperti pengisian kotak suara, penyamaran pemilih, dan manipulasi hasil pemilu. Kerentanannya ini dapat merusak kredibilitas pemilu, menyebabkan ketidakpercayaan di kalangan pemilih, dan kehilangan kepercayaan pada proses demokratis. Blockchain menawarkan solusi untuk tantangan keamanan ini dengan memanfaatkan metode kriptografi untuk mengamankan data suara, menjadikan catatan tersebut tidak dapat diubah dan tidak dapat dirusak.

Dalam sistem pemilu berbasis blockchain, setiap suara ditandatangani secara digital dan dienkrpsi, memastikan bahwa suara tersebut tidak dapat diubah setelah tercatat di blockchain (Meegan, 2020). Sifat terdesentralisasi dari blockchain semakin meningkatkan keamanan, karena tidak ada titik pusat kegagalan yang dapat diserang oleh pihak yang berniat jahat. Sebaliknya, data didistribusikan ke beberapa node, sehingga hampir tidak mungkin bagi individu atau kelompok manapun untuk mengubah catatan pemilu tanpa terdeteksi.

Pilot pemilu Sierra Leone 2018 adalah contoh ilustratif bagaimana blockchain dapat mencegah penipuan pemilu (Muneeza et al., 2018). Dalam pilot ini, blockchain digunakan untuk mentransmisikan hasil pemilu secara aman dan real-time, memastikan bahwa hasilnya tidak dapat dirusak dan mudah diverifikasi. Penggunaan teknologi blockchain membantu mengurangi risiko perubahan hasil yang curang, yang selama ini meresahkan pemilu di wilayah tersebut. Dengan memanfaatkan fitur keamanan kriptografi blockchain, Sierra Leone mampu meningkatkan kepercayaan terhadap integritas hasil pemilu, meskipun tantangan infrastruktur dan pendidikan pemilih ada (Mutuku, 2023).

Keberhasilan blockchain dalam mengamankan hasil pemilu di Sierra Leone menyoroti potensi transformatifnya untuk melindungi pemilu dari penipuan. Blockchain tidak hanya memastikan integritas proses pemilu dengan mencegah manipulasi suara, tetapi juga menyediakan jejak yang transparan dan dapat diaudit yang dapat diverifikasi secara independen oleh semua pemangku kepentingan, termasuk pengamat pemilu, kandidat, dan publik. Transparansi ini sangat penting untuk menjaga kredibilitas pemilu dan membangun kepercayaan dalam proses demokratis. Seiring dengan evolusi teknologi blockchain, potensi untuk meningkatkan keamanan sistem pemilu di seluruh dunia semakin jelas. Dengan mengamankan data pemilu dan mencegah penipuan, blockchain dapat memainkan peran penting dalam memastikan pemilu yang adil, transparan, dan bebas dari manipulasi, sehingga memperkuat pemerintahan demokratis.

Tantangan Skalabilitas dan Kebutuhan Infrastruktur

Meskipun blockchain menawarkan keuntungan signifikan dalam meningkatkan keamanan dan transparansi pemilu, penerapannya yang luas menghadapi tantangan skalabilitas yang substansial, terutama di daerah dengan sumber daya terbatas (Melander & Halvord, 2017). Salah satu hambatan utama adalah infrastruktur yang dibutuhkan untuk mendukung sistem pemilu berbasis blockchain. Di negara maju seperti Estonia, integrasi blockchain ke dalam sistem pemilu relatif lancar karena infrastruktur digital yang kuat, akses internet yang luas, dan tingkat literasi digital yang tinggi di kalangan populasi (Nair & Dorai, 2021). Keberhasilan Estonia dalam menerapkan pemungutan suara berbasis blockchain sebagian besar dikaitkan dengan komitmennya yang telah lama terhadap pemerintahan digital, yang memungkinkan negara tersebut membangun kerangka kerja teknis dan sosial yang diperlukan untuk inovasi semacam itu.

Namun, di negara-negara dengan sumber daya teknologi terbatas, seperti Sierra Leone, pengenalan pemilu berbasis blockchain memerlukan investasi besar dalam infrastruktur teknologi dan sumber daya manusia. Pilot Sierra Leone, yang memanfaatkan blockchain untuk mengamankan transmisi hasil pemilu pada tahun 2018, menghadapi tantangan besar karena keterbatasan konektivitas internet, infrastruktur digital yang tidak memadai, dan rendahnya tingkat literasi digital di kalangan pemilih dan pejabat pemilu. Di Sierra Leone, banyak warga yang tidak memiliki akses ke internet, dan bahkan yang memilikinya seringkali memiliki koneksi yang lambat atau tidak dapat diandalkan, membuatnya sulit untuk memastikan transmisi dan verifikasi hasil pemilu secara real-time (Ohize et al., 2025).

Selain tantangan infrastruktur, pendidikan pemilih merupakan komponen kritis untuk keberhasilan implementasi blockchain. Di Sierra Leone, salah satu hambatan efektivitas pilot blockchain adalah kesulitan dalam mendidik pemilih dan pejabat pemilu tentang cara kerja teknologi dan dampaknya terhadap proses pemilu. Banyak pemilih yang tidak familiar dengan blockchain dan kesulitan untuk

memahami bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan transparansi dan keamanan proses pemilu. Akibatnya, kepercayaan publik pada sistem semula rendah, dan potensi penuh teknologi ini tidak dapat direalisasikan.

Tantangan-tantangan ini menekankan perlunya strategi yang spesifik berdasarkan konteks saat mengimplementasikan sistem pemilu berbasis blockchain, terutama di daerah yang sedang berkembang atau dengan sumber daya terbatas (Narayanan et al., 2016). Implementasi yang berhasil memerlukan tidak hanya investasi teknologi dalam infrastruktur digital, tetapi juga upaya komprehensif untuk meningkatkan literasi digital. Ini dapat mencakup program pendidikan pemilih yang menginformasikan warga tentang cara kerja teknologi blockchain dan manfaatnya bagi integritas pemilu, serta program pelatihan bagi pejabat pemilu untuk memastikan mereka siap untuk mengelola sistem pemungutan suara berbasis blockchain.

Mengatasi tantangan skalabilitas dan infrastruktur ini sangat penting untuk memastikan bahwa blockchain dapat diterapkan dengan efektif di berbagai konteks pemilu. Seiring semakin banyak negara yang mempertimbangkan adopsi teknologi blockchain untuk pemilu, memahami hambatan teknologi dan sosial yang spesifik di setiap wilayah akan sangat penting untuk menciptakan solusi yang disesuaikan yang memungkinkan implementasi yang sukses. Pendekatan berbasis konteks ini akan membantu memastikan bahwa blockchain dapat berkontribusi pada pemilu yang lebih transparan, aman, dan inklusif di seluruh dunia.

Kepercayaan dan Keyakinan Pemilih

Keuntungan mendasar dari teknologi blockchain dalam pemilu adalah kemampuannya untuk mengembalikan dan meningkatkan kepercayaan pemilih, yang sering kali terganggu oleh kekhawatiran tentang penipuan pemilu dan kurangnya transparansi (Singh & Dubey, 2020). Di banyak sistem demokrasi, masalah seperti manipulasi surat suara, penyamaran pemilih, dan penghitungan suara yang salah atau rusak telah menyebabkan skeptisisme publik yang meluas mengenai integritas hasil pemilu. Fitur transparansi dan keamanan bawaan blockchain memberikan solusi terhadap masalah ini dengan memungkinkan pemilih melacak dan memverifikasi surat suara mereka sepanjang proses pemilu, mulai dari pencoblosan hingga penghitungan. Verifikasi ini membantu membangun kepercayaan pada sistem pemilu, karena memastikan setiap suara tercatat dan dihitung dengan akurat.

Estonia berfungsi sebagai model bagaimana blockchain dapat mendorong kepercayaan dalam proses pemilu. Sejak pengenalan pemungutan suara berbasis blockchain pada tahun 2005, Estonia telah melihat peningkatan kepercayaan publik. Warga negara Estonia dapat secara independen memverifikasi suara mereka kapan saja selama periode pemilu, memastikan suara mereka tidak diubah dan dihitung dengan akurat. (Tiwari & Karandikar, 2022) Tingkat transparansi ini meningkatkan kepercayaan pemilih, karena warga negara tahu bahwa suara mereka tercatat dengan aman di blockchain yang tidak dapat dirusak. Transparansi yang diberikan oleh blockchain memastikan bahwa seluruh proses terbuka untuk pemeriksaan, dan transparansi ini melibatkan pemilih sebagai bagian integral dari proses pemilu.

Dalam demokrasi lain yang lebih besar dengan populasi yang lebih besar, seperti India atau Brasil, kepercayaan pemilih dapat lebih sulit untuk dipulihkan, tetapi potensi blockchain untuk mencapai hal tersebut sangat besar. Dengan menciptakan mekanisme untuk memverifikasi suara dan

memastikan hasil pemilu dapat diaudit secara independen, blockchain dapat memperkuat partisipasi pemilih, yang mengarah pada tingkat partisipasi yang lebih tinggi dan pemilu yang lebih representatif. Kepercayaan yang dibangun oleh blockchain dapat mengarah pada peningkatan partisipasi demokratis secara keseluruhan, karena pemilih merasa lebih yakin bahwa suara mereka dihitung secara adil dan dengan cara yang transparan.

Peningkatan kepercayaan pemilih bukan hanya tentang transparansi teknologi itu sendiri, tetapi juga tentang bagaimana blockchain dapat memperkuat peran pemilih dalam sistem demokratis (Vaishnavi & Rathi, 2020). Dengan memberdayakan pemilih untuk memverifikasi suara mereka, blockchain dapat meningkatkan rasa keterlibatan dalam proses pemilu dan memberikan mereka keyakinan bahwa suara mereka memiliki dampak yang nyata dalam hasil pemilu.

Blockchain juga dapat mengatasi tantangan terkait perbedaan sosial dan ekonomi dalam partisipasi pemilu. Karena blockchain dapat diakses dari perangkat digital, termasuk ponsel cerdas, warga negara di daerah terpencil atau kurang berkembang dapat memberikan suara dengan mudah dan aman. Teknologi ini berpotensi mengurangi hambatan yang biasanya menghalangi partisipasi pemilih di wilayah dengan akses terbatas ke tempat pemungutan suara atau infrastruktur (Yamada, 2017). Meningkatkan kepercayaan pemilih dan memperluas akses ke pemilu adalah langkah-langkah penting untuk meningkatkan kualitas demokrasi, yang dapat dicapai dengan menerapkan blockchain. Blockchain memiliki kemampuan untuk membangun dan memulihkan kepercayaan pemilih dalam sistem pemilu, mengurangi penipuan pemilu, dan memperkuat transparansi. Dengan menciptakan sistem pemilu yang dapat diverifikasi dan terdesentralisasi, blockchain dapat meningkatkan integritas dan partisipasi dalam proses demokrasi.

Kesimpulan

Penelitian ini telah mengeksplorasi potensi transformatif teknologi blockchain dalam meningkatkan transparansi, keamanan, dan integritas sistem pemilu. Dengan memeriksa pengalaman Estonia dan Sierra Leone, jelas bahwa blockchain dapat memberikan manfaat signifikan dalam memastikan bahwa hasil pemilu tidak dapat diubah, aman, dan dapat diverifikasi. Transparansi sistem pemungutan suara berbasis blockchain dapat mengembalikan kepercayaan publik dengan memberikan pemilih kemampuan untuk memverifikasi suara mereka secara mandiri, sementara fitur keamanan kriptografi dari teknologi ini melindungi pemilu dari penipuan. Namun, tantangan terkait skalabilitas, infrastruktur, dan pendidikan pemilih harus diatasi untuk sepenuhnya mewujudkan potensi blockchain dalam sistem pemilu. Analisis ini menekankan bahwa adopsi blockchain yang berhasil dalam pemilu memerlukan investasi substansial dalam infrastruktur digital, pendidikan pemilih, dan pengujian iteratif melalui proyek percontohan. Pemerintah harus memastikan bahwa semua pemangku kepentingan—pemilih, otoritas pemilu, dan ahli teknis—terpenuhi persiapannya untuk mendukung transisi ke sistem pemungutan suara berbasis blockchain. Selain itu, pembuat kebijakan harus memprioritaskan implementasi bertahap untuk memungkinkan perbaikan dan penyesuaian terus-menerus berdasarkan umpan balik dunia nyata.

Sebagai kesimpulan, blockchain memiliki potensi untuk merevolusi cara pemilu dilaksanakan, menawarkan proses pemungutan suara yang lebih aman, transparan, dan dapat dipercaya. Untuk memanfaatkan potensi ini sepenuhnya, penting bagi pemerintah untuk menerapkan kebijakan komprehensif yang mengatasi kesenjangan infrastruktur, mempromosikan pendidikan pemilih, dan memungkinkan adopsi teknologi secara hati-hati dan bertahap. Dengan melakukannya, mereka akan

membangun kepercayaan publik yang lebih besar dalam proses pemilu dan memastikan integritas sistem demokrasi di era digital.

References

- Ahlkvist, J., Gustafsson, A., Lundborg, C., Mattsson, Thorell, J., Sandstedt, A., & Slavnic, S. (2019). A Decentralized Voting System.
- Al Kemyani, M. K., Al Raisi, J., Al Kindi, A. R. T., Al Mughairi, I. Y., & Tiwari, C. K. (2022). Blockchain applications in accounting and finance: qualitative Evidence from the banking sector. *Journal of Research in Business and Management*, 10(4), 28-39.
- Abubakar, M., Jaroucheh, Z., Al-Dubai, A., & Buchanan, B. (2020, December). PoNW: a secure and scalable proof-of-notarized-work based consensus mechanism. In *Proceedings of the 2020 4th International Conference on Vision, Image and Signal Processing* (pp. 1-8). <https://doi.org/10.1145/3448823.3448875>
- Baker, S. A., & Nori, A. S. (2023, July). A secure proof of work to enhance scalability and transaction speed in blockchain technology for IoT. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2830, No. 1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0157213>
- Boldbaatar, B. A. (2020). E-Government for Businesses in Estonia: A European perspective.
- Bhagwani, S., & Govindaraj, P. (2020). Financial and non-financial applications of blockchain. *Int. J. Innov. Technol. Explore. Eng*, 9, 1050-1054. <https://doi.org/10.35940/ijitee.F4117.049620>
- Bolt, W. (2017). Bitcoin and cryptocurrency technologies: A comprehensive introduction.
- Chatterjee, R., & Chatterjee, R. (2017, October). An overview of the emerging technology: Blockchain. In *2017 3rd International Conference on Computational Intelligence and Networks (CINE)* (pp. 126-127). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CINE.2017.33>
- Chowdhury, M. R., & Leary, M. (2025). How Blockchain Technologies would be impactful for ensuring the free, fair, and trustful election system in Developing Countries.
- Comert, O. (2020). Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world.
- Denis González, C., Frias Mena, D., Massó Muñoz, A., Rojas, O., & Sosa-Gómez, G. (2022). Electronic voting system using an enterprise blockchain. *Applied Sciences*, 12(2), 531. <https://doi.org/10.3390/app12020531>
- Daraghmi, E., Hamoudi, A., & Abu Helou, M. (2024). Decentralizing Democracy: Secure and Transparent E-Voting Systems with Blockchain Technology in the Context of Palestine. *Future Internet*, 16(11), 388. <https://doi.org/10.3390/fi16110388>
- Dimitropoulos, G. (2020). The law of blockchain. *Wash. L. Rev.*, 95, 1117. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3559970>
- Dong, Z., Lee, Y. C., & Zomaya, A. Y. (2019). Proofware: Proof of useful work blockchain consensus protocol for decentralized applications. *arXiv preprint arXiv:1903.09276*.
- Gervais, A., Karame, G. O., Wüst, K., Glykantzis, V., Ritzdorf, H., & Capkun, S. (2016, October). On the security and performance of proof of work blockchains. In *Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC conference on computer and communications security* (pp. 3-16). <https://doi.org/10.1145/2976749.2978341>
- Haque, E. U., Shah, A., Iqbal, J., Ullah, S. S., Alrubaie, R., & Hussain, S. (2024). A scalable blockchain based framework for efficient IoT data management using lightweight consensus. *Scientific Reports*, 14(1), 7841. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58578-7>
- Hacker, P., Lianos, I., Dimitropoulos, G., & Eich, S. (Eds.). (2019). *Regulating blockchain: techno-social and legal challenges*. Oxford University Press.

- <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842187.001.0001>
- Hajian Berenjestanaki, M., Barzegar, H. R., El Ioini, N., & Pahl, C. (2023). Blockchain-based e-voting systems: a technology review. *Electronics*, 13(1), 17. <https://doi.org/10.3390/electronics13010017>
- Herian, R. (2018). *Regulating blockchain: Critical perspectives in law and technology*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429489815>
- Huang, J., He, D., Obaidat, M. S., Vijayakumar, P., Luo, M., & Choo, K. K. R. (2021). The application of the blockchain technology in voting systems: A review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(3), 1-28. <https://doi.org/10.1145/3439725>
- Isibor, N. (2023). Using Blockchain Technology to Curb Voter Fraud in Nigeria: Prospects and Challenges. *Digital Policy Studies*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.36615/dps.v2i1.2313>
- Jafar, U., Aziz, M. J. A., & Shukur, Z. (2021). Blockchain for electronic voting system-review and open research challenges. *Sensors*, 21(17), 5874. <https://doi.org/10.3390/s21175874>
- Kaur, G., Bindal, R., Kaur, V., Kaur, I., & Gupta, S. (2023, June). Bitcoin and cryptocurrency technologies: A review. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2782, No. 1). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0154700>
- Kianieff, M. (2019). *Blockchain technology and the law: Opportunities and Risks*. Informa Law from Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351039222>
- Lemos, L., Ainse, D., & Faras, A. (2022, May). DAO meets the Estonian e-residency program: a stance from Synergy's blockchain-based open-source toolkit. In *Conference Proceedings of the STS Conference Graz 2022* (p. 175).
- Meegan, X. (2020). Identifying key non-financial risks in decentralised finance on ethereum blockchain. MIP Politecnico di Milano.
- Melander, A., & Halvord, E. (2017). Blockchain-What it is, and a non-financial use case.
- Muneeza, A., Arshad, N. A., & Arifin, A. T. (2018). The application of blockchain technology in crowdfunding: Towards financial inclusion via technology. *International journal of management and applied research*, 5(2), 82-98. <https://doi.org/10.18646/2056.52.18-007>
- Mutuku, R. K. (2023). Modernizing the Kenyan electoral system through the polkadot blockchain network. *East African Journal of Information Technology*, 6(1), 77-90. <https://doi.org/10.37284/eajit.6.1.1199>
- Nair, P. R., & Dorai, D. R. (2021, February). Evaluation of performance and security of proof of work and proof of stake using blockchain. In *2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICI)* (pp. 279-283). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388487>
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction*. Princeton University Press.
- Ohize, H. O., Onumanyi, A. J., Umar, B. U., Ajao, L. AIsah, R. O., Dogo, E. M., ... & Ibrahim, M. M. (2025). Blockchain for securing electronic voting systems: a survey of architectures, trends, solutions, and challenges. *Cluster Computing*, 28(2), 653-684. <https://doi.org/10.1007/s10586-025-03695-7>
- Singh, R., & Dubey, D. (2020). Security and performance analysis of blockchain-based electronic voting systems: A review. *Information Processing & Management*, 57(6), 102-477. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2020.102477>
- Tiwari, C., & Karandikar, A. (2022). *Handbook of Blockchain Technology and Applications*. Springer.
- Vaishnavi, M., & Rath, P. (2020). Understanding blockchain-based electronic voting systems. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13677-020-00214-5>

Yamada, H. (2017, August). Bitcoin and Blockchain Technology. In *2017 IEEE International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC)* (pp. 6-10). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICEIC.2017.8120193>