

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemilihan Kepala Desa (Pilkades) merupakan pilar penting dalam sistem demokrasi di tingkat desa di Indonesia karena menjadi sarana utama bagi masyarakat desa dalam menentukan pemimpin yang akan mengelola pemerintahan dan pembangunan desa. Secara tradisional, Pilkades dilaksanakan secara manual menggunakan surat suara dan proses penghitungan konvensional, yang rentan terhadap berbagai permasalahan seperti kesalahan penghitungan suara, manipulasi data, serta membutuhkan biaya logistik dan waktu pelaksanaan yang relatif besar [1]. Selain itu, keterlibatan sumber daya manusia yang tinggi dalam proses manual juga meningkatkan potensi kesalahan administratif dan konflik pasca-pemilihan.

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, beberapa daerah di Indonesia mulai mengadopsi Sistem E-Voting (Electronic Voting) dalam pelaksanaan Pilkades. Penerapan E-Voting bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan proses pemilihan dibandingkan metode konvensional [2]. Melalui pemanfaatan teknologi digital, proses pemungutan suara dapat dilakukan secara otomatis sehingga mengurangi ketergantungan pada proses manual yang rentan terhadap kesalahan manusia. Keuntungan utama dari E-Voting antara lain mampu mengurangi potensi kecurangan dalam proses penghitungan suara, memangkas biaya logistik seperti pencetakan dan distribusi surat suara, serta mempercepat pengumuman hasil pemilihan [3]. Dengan sistem elektronik, proses pemungutan dan penghitungan suara dapat dilakukan secara lebih sistematis dan terstruktur, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas pelaksanaan Pilkades secara keseluruhan.

Meskipun demikian, implementasi E-Voting masih menghadapi tantangan signifikan, terutama terkait aspek kepercayaan dan keamanan data. Kekhawatiran yang muncul meliputi potensi serangan siber, integritas data pemilih, serta keraguan masyarakat terhadap transparansi sistem elektronik [4]. Selain itu, faktor psikologis dan politis, seperti rendahnya literasi teknologi dan resistensi terhadap perubahan sistem, turut mempengaruhi tingkat penerimaan E-Voting di lingkungan masyarakat desa [5]. Dalam konteks tersebut, teknologi Blockchain hadir sebagai solusi potensial untuk mengatasi kelemahan mendasar pada sistem E-Voting konvensional. Karakteristik Blockchain yang bersifat terdesentralisasi, transparan, dan immutable (tidak dapat diubah) memungkinkan terciptanya sistem pencatatan data yang aman dan dapat dipercaya [6]. Dalam proses pemilihan, setiap suara yang diberikan dapat dicatat sebagai transaksi yang terenkripsi dan tervalidasi oleh jaringan, sehingga menjamin integritas dan keaslian suara serta mengurangi peluang manipulasi data. Selain itu, pemanfaatan smart contract pada platform Blockchain memungkinkan otomatisasi proses pemilihan, mulai dari pendaftaran pemilih, proses pemungutan suara, hingga penghitungan hasil secara otomatis dan transparan, sehingga semakin meminimalkan intervensi manusia dan potensi kecurangan [7].

Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem E-Voting Pilkades yang terintegrasi dengan teknologi Blockchain. Implementasi sistem ini diharapkan mampu meningkatkan keamanan, transparansi, dan akuntabilitas dalam pelaksanaan Pilkades, sekaligus menjadi alternatif solusi yang lebih modern dan terpercaya. Dengan demikian, penerapan E-Voting berbasis Blockchain diharapkan dapat membangun kembali kepercayaan pemangku kepentingan terhadap proses demokrasi digital di tingkat desa serta mendukung penyelenggaraan Pilkades yang lebih efektif dan berintegritas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem E-Voting Pilkada berbasis blockchain yang menjamin keamanan dan transparansi data suara?
2. Bagaimana Smart Contract pada Blockchain dapat mengotomatisasi verifikasi pemilih dan penghitungan suara?
3. Bagaimana implementasi dan pengujian sistem E-Voting berbasis blockchain dalam menjaga integritas, transparansi, dan akuntabilitas proses pemungutan suara?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Merancang arsitektur sistem E-Voting Pilkada yang terintegrasi dengan teknologi Blockchain, dengan fokus pada aspek keamanan dan transparansi data.
2. Mengimplementasikan Smart Contract untuk mengotomatisasi proses pemilihan, mulai dari pencatatan suara hingga penghitungan hasil, di lingkungan simulasi Pilkada.
3. Menganalisis dan mengevaluasi efektivitas sistem E-Voting Pilkada berbasis Blockchain dalam meningkatkan integritas, akuntabilitas, dan kepercayaan pemilih.

1.4 Batasan Masalah

1. Sistem dibangun dan diuji coba dalam lingkungan simulasi menggunakan Sepolia Testnet Ethereum, bukan diimplementasikan secara langsung pada pemilihan kepala desa yang sesungguhnya.
2. Fokus penelitian hanya pada proses pencatatan suara, verifikasi pemilih (satu orang satu suara), dan penghitungan hasil secara otomatis melalui smart contract. Mekanisme autentikasi dilakukan dengan distribusi QR Code pada pemilih dan validasi NIK pemilih (Data NIK dalam penelitian ini merupakan data dummy).
3. Penelitian ini tidak membahas aspek hukum, regulasi, atau tata cara resmi Pilkada sesuai peraturan daerah/Kemendagri, melainkan hanya pada aspek teknis keamanan, transparansi, dan otomatisasi proses voting menggunakan blockchain.
4. Mekanisme relayer (server-side wallet) yang digunakan untuk menanggung biaya gas bagi pemilih hanya diimplementasikan sebagai solusi teknis dalam lingkungan simulasi, sehingga belum mengkaji dampak ekonomi dan keberlanjutan pendanaan relayer jika diterapkan di dunia nyata.
5. Evaluasi efektivitas sistem dilakukan melalui pengujian fungsional dan simulasi pengguna, bukan melalui uji coba lapangan dengan pemilih desa secara langsung.

1.5 Keterbaruan

Penelitian ini memiliki beberapa unsur keterbaruan yang membedakannya dari penelitian-penelitian sebelumnya terkait implementasi blockchain pada sistem E-Voting. Penelitian Suryo Bramasto dkk. (2024) mengembangkan aplikasi E-Voting sebagai DApps pada Vexanium Blockchain, namun fokusnya masih terbatas pada desain aplikasi terdesentralisasi secara umum dan belum secara spesifik diterapkan pada konteks pemilihan tingkat desa yang memiliki karakteristik sosial, administratif, dan teknis yang berbeda [8].

Dalam penelitian ini, sistem dirancang secara khusus mengikuti mekanisme Pilkades, termasuk alur pendaftaran pemilih, verifikasi, serta penghitungan suara yang lebih sesuai dengan kebutuhan proses demokrasi desa.

Penelitian lain oleh Adi Gunawan Lase dan Mariska (2024) mengimplementasikan E-Voting berbasis smart contract dengan konsensus Proof-of-Stake pada Ethereum, namun konteks yang dibahas masih pada pemilihan vendor di lingkungan perusahaan, yang cakupan prosesnya lebih sederhana dan tidak melibatkan elemen-elemen regulatif serta audit publik seperti pada Pilkades [9]. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini mengusulkan arsitektur dan mekanisme smart contract yang disesuaikan dengan aturan formal Pilkades, seperti satu orang satu suara, durasi voting tetap 6 jam sesuai jadwal TPS, serta peran relayer sebagai panitia yang membayar biaya gas agar pemilih tidak terbebani.

Penelitian yang dilakukan oleh Eko Yanuarso Budi dkk. (2023) juga membahas perancangan website E-Voting menggunakan smart contract pada blockchain Polygon, namun penelitian tersebut lebih menekankan aspek teknis pembuatan aplikasi dan penggunaan NFT sebagai bukti memilih, tanpa mengintegrasikan alur pemilihan desa serta mekanisme pengawasan publik secara real-time melalui blockchain explorer (Etherscan Sepolia) tanpa memerlukan akses khusus dari panitia [10].

Selain ketiga penelitian tersebut, Penelitian sebelumnya oleh Budi Sahputra dkk. (2024) mengimplementasikan sistem E-Voting berbasis Ethereum blockchain dengan memanfaatkan server lokal sebagai lingkungan pengujian, yang menekankan penggunaan smart contract untuk menjaga integritas data, transparansi hasil voting, serta pencatatan transaksi secara terdesentralisasi. Meskipun sistem tersebut mampu menjamin keaslian data suara, pendekatan yang digunakan masih memiliki keterbatasan untuk diterapkan pada pemilihan kepala desa, karena ketergantungan pada server lokal dan masih adanya beban biaya transaksi yang harus ditanggung oleh pengguna [11]. Penelitian ini menghadirkan keterbaruan dengan mengimplementasikan E-Voting pada jaringan Ethereum publik (testnet) serta menerapkan mekanisme relayer atau server-side wallet yang menanggung biaya gas, sehingga pemilih dapat memberikan suara tanpa biaya. Selain itu, alur sistem disesuaikan dengan prosedur Pilkades melalui penggunaan QR Code untuk autentikasi, validasi NIK, serta pembatasan waktu pemungutan suara selama enam jam, sehingga sistem yang dikembangkan lebih aplikatif dan relevan untuk konteks pemilihan di tingkat desa.

Dengan demikian, keterbaruan utama penelitian ini terletak pada upaya merancang dan mengimplementasikan sistem E-Voting Pilkades berbasis blockchain yang sesuai dengan kebutuhan nyata di tingkat desa, memanfaatkan smart contract untuk mengotomatisasi proses pemilihan mulai dari verifikasi pemilih hingga penghitungan suara, menyediakan transparansi penuh melalui blockchain explorer, serta menghadirkan mekanisme relayer yang memungkinkan partisipasi pemilih tanpa hambatan biaya serta menyediakan mekanisme audit yang dapat diverifikasi oleh masyarakat tanpa bergantung pada pihak ketiga, sehingga lebih relevan dan aplikatif untuk digunakan di lingkungan masyarakat desa.