BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem *voting* elektronik (*e-voting*) merupakan inovasi penting dalam modernisasi proses pemilihan yang bertujuan mempercepat proses, menjaga keamanan, dan memastikan transparansi dibandingkan dengan metode konvensional. Teknologi *e-voting* telah diadopsi di berbagai negara dan organisasi, tetapi kepercayaan publik terhadap hasilnya masih rendah karena tantangan seperti isu keamanan, privasi, dan tingginya ketergantungan pada sistem terpusat (Patil, 2024; Сікора, 2024).

Perkembangan teknologi digital mendorong munculnya solusi baru, salah satunya adalah penerapan *Blockchain* dalam sistem *e-voting*. Sistem server terpusat konvensional memang lebih efisien, tetapi rentan terhadap manipulasi data dan serangan siber (Jumagaliyeva dkk., 2016). *Blockchain* menawarkan transparansi melalui pencatatan yang bersifat permanen dan publik, meskipun menghadapi tantangan seperti validasi pemilih dan kecepatan proses (Deokar, 2024). Sifat desentralisasi *Blockchain* memungkinkan pencatatan hasil *voting* yang tidak dapat diubah serta dapat diaudit secara independen, sehingga mengurangi risiko manipulasi dan meningkatkan kepercayaan publik.

Permasalahan utama yang diidentifikasi dalam penelitian ini mencakup beberapa aspek penting. Sistem terpusat memiliki kelemahan dalam keamanan data karena seluruh kendali dan penyimpanan informasi berfokus pada satu titik saja sehingga sistem rentan terhadap serangan (Putra dkk., 2024). Model *Blockchain*

murni juga memiliki keterbatasan, khususnya dalam hal validasi identitas dan efisiensi transaksi yang masih kurang optimal (Chirchi dkk., 2024). Hingga saat ini belum terdapat model yang mampu mengintegrasikan efisiensi validasi dari sistem terpusat dengan transparansi dan integritas pencatatan yang ditawarkan oleh *Blockchain* secara efektif.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi penggunaan *Blockchain* dalam *e-voting*, meskipun sebagian besar belum secara spesifik membahas desain *Hybrid Model* yang efektif untuk diterapkan di dunia nyata, terutama dalam konteks efisiensi dan keamanan sistem *voting* skala organisasi (Joni dkk., 2024; Madke dkk., 2024; I. Singh dkk., 2024). Penelitian yang secara spesifik mengkaji penggunaan *Hybrid Model* untuk mengoptimalkan efisiensi dan menjaga integritas sistem *voting* skala organisasi dengan konsensus *Proof of Stake* (PoS) pada *platform Polygon* juga belum ditemukan.

Solusi atas permasalahan tersebut diwujudkan melalui pendekatan *Hybrid Model* yang menggabungkan keunggulan sistem terpusat dan teknologi *Blockchain*. Validasi pemilih tetap dilakukan secara terpusat guna mempertahankan efisiensi proses autentikasi, sedangkan pencatatan hasil *voting* memanfaatkan *Blockchain* demi memastikan transparansi dan keamanan data. *Smart Contract* diterapkan guna mengotomatisasi proses secara sistematis sehingga potensi manipulasi dapat diminimalkan. Penerapan algoritma konsensus *Proof of Stake* (PoS) pada *platform Polygon* mendukung skalabilitas sekaligus menekan biaya transaksi.

Smart Contract dalam sistem ini memiliki peran yang krusial, yakni melakukan otomatisasi seluruh proses *voting* tanpa memerlukan intervensi manual,

memastikan integritas hasil *voting* melalui penerapan kode yang tidak dapat diubah, serta menyediakan mekanisme audit yang transparan dan dapat diverifikasi oleh seluruh pihak yang berwenang.

Platform Polygon dipilih karena memiliki sejumlah keunggulan yang mendukung kebutuhan sistem *voting* berbasis *Blockchain*. *Polygon* menerapkan mekanisme konsensus *Proof of Stake* (PoS) yang lebih hemat energi dibandingkan *Proof of Work,* serta menawarkan biaya transaksi yang rendah sehingga efisien untuk skala penggunaan besar. *Polygon* mampu memproses transaksi dengan kecepatan tinggi hingga ribuan transaksi per detik, yang menjamin kelancaran proses *voting*. Keunggulan lainnya mencakup kompatibilitas penuh dengan ekosistem *Ethereum*, sehingga integrasi serta pengembangan *Smart Contract* yang sudah terstandarisasi dapat dilakukan dengan lebih mudah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada "Bagaimana penerapan *Hybrid Model* berbasis *Blockchain* dengan *Smart Contract* dapat memperkuat keamanan dan menjamin transparansi sistem *e-voting*, serta bagaimana kinerja prototipe yang dihasilkan ditinjau dari aspek efisiensi, meliputi *gas fee, throughput*, dan kecepatan transaksi?". Rumusan masalah penelitian ini mencakup perancangan arsitektur *Hybrid Model* berbasis validasi terpusat dan *Blockchain*, implementasi *Smart Contract* untuk otomatisasi *voting*, serta evaluasi keamanan (autentikasi, pencegahan *double voting* dan *immutability*), transparansi data melalui audit

Blockchain, dan efisiensi sistem berdasarkan *gas fee*, *throughput*, serta waktu eksekusi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan akademik dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan *Hybrid Model* dalam sistem *e-voting* berbasis *Blockchain* guna memperkuat keamanan dan menjamin transparansi, mengevaluasi kinerja *Smart Contract* dalam melakukan otomatisasi proses *voting* serta mencegah manipulasi data, dan mengukur efisiensi sistem melalui analisis *gas fee*, *throughput*, serta waktu eksekusi transaksi pada jaringan *Polygon Testnet*. Penelitian ini juga diarahkan untuk memberikan kontribusi konseptual terhadap pengembangan kajian integrasi antara mekanisme terpusat dan desentralisasi dalam sistem *e-voting*.

Tujuan praktis penelitian ini meliputi perancangan dan implementasi prototipe *e-voting* berbasis *Hybrid Model* dengan *Smart Contract* yang dapat digunakan pada skala organisasi, menghasilkan sistem yang memenuhi aspek keamanan, transparansi, dan efisiensi, memberikan rekomendasi teknis terkait efektivitas pendekatan *Hybrid Model* dalam menyeimbangkan kebutuhan efisiensi dan keamanan, serta menyediakan acuan implementasi bagi organisasi yang berencana menerapkan sistem *e-voting* berbasis *Blockchain*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem *e-voting* berbasis *Blockchain* dengan pendekatan *Hybrid Model* yang menggabungkan validasi terpusat dan pencatatan hasil *voting* secara desentralisasi.

2. Meningkatkan pemahaman praktis terkait pemanfaatan teknologi *Smart Contract* untuk menjamin integritas dan efisiensi sistem *voting* elektronik.
3. Menyediakan prototipe sistem yang dapat dijadikan referensi oleh organisasi dalam menerapkan sistem *e-voting* yang aman, efisien, dan transparan.
4. Menjadi dasar pertimbangan bagi pengambil kebijakan atau pengembang sistem dalam mengadopsi solusi teknologi *Blockchain* untuk sistem pemilihan skala organisasi.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan, yaitu:

1. Penelitian difokuskan pada penerapan sistem *e-voting* berdasarkan eksperimen, bukan untuk *voting* nasional atau umum.
2. Validasi identitas pemilih dalam *Hybrid Model* dilakukan secara terpusat, sementara pencatatan hasil *voting* dilakukan secara desentralisasi menggunakan *Blockchain*.
3. Aspek keamanan yang dibahas terbatas pada integritas hasil *voting*, otentikasi pengguna, dan mekanisme pencatatan transaksi, tanpa mencakup implementasi enkripsi tingkat lanjut atau mitigasi serangan siber skala besar.
4. Implementasi *Smart Contract* dalam sistem *voting* ini terbatas pada fungsi dasar pencatatan hasil *voting* dan belum mencakup fitur otomatisasi penuh untuk seluruh proses *voting*.
5. Evaluasi yang dilakukan dalam penelitian ini hanya mencakup perbandingan kinerja sistem berdasarkan eksperimen dan belum diuji dalam lingkungan nyata dengan jumlah pemilih yang besar.

6. Faktor psikologis dan sosial pemilih dalam adopsi teknologi *Blockchain* untuk *voting* tidak dipertimbangkan.