

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemalsuan ijazah akademik merupakan ancaman serius bagi kredibilitas institusi pendidikan. Praktik ilegal tersebut merugikan perusahaan rekrutmen dalam proses seleksi tenaga kerja (Diogo Serranito et al., 2020). Pemalsuan dokumen akademik merupakan masalah global yang terjadi di berbagai negara (Frisch et al., 2023). Oleh karena itu, masyarakat membutuhkan solusi verifikasi dokumen yang transparan dan andal. Sistem verifikasi tradisional yang bersifat terpusat tidak mampu mencegah manipulasi data secara efektif.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi mengelola platform verifikasi terpusat bernama Sistem Verifikasi Ijazah Elektronik (SIVIL) di Indonesia. Namun, platform terpusat tersebut menghadapi keterbatasan struktural yang mendasar. Menurut (Chaniago et al., 2021) sistem verifikasi dokumen akademik konvensional di Indonesia masih menghadapi tantangan dalam hal efisiensi dan transparansi. Selain itu, (Leka & Selimi, 2021) menyatakan bahwa arsitektur basis data terpusat memiliki kerentanan tinggi terhadap manipulasi data oleh administrator internal serta risiko kegagalan layanan (*single point of failure*) ketika server tidak dapat diakses oleh pihak ketiga. Kondisi ini menyebabkan pihak pemeriksa kesulitan mendeteksi potensi pemalsuan ijazah secara dini.

Perkembangan teknologi digital mendorong kemunculan teknologi Blockchain sebagai solusi penyimpanan data terdistribusi. Karakteristik Blockchain menyimpan bukti integritas dokumen dalam bentuk nilai hash secara permanen

pada jaringan terdesentralisasi. Namun, penelitian terdahulu hanya memfokuskan pengembangan sistem pada aspek pembuktian integritas dokumen melalui pencocokan nilai hash semata, tanpa menjamin keabsahan identitas institusi penerbit secara terdesentralisasi (Tripathi et al., 2023). Selain itu, mekanisme pencabutan status kredensial (revocation) secara operasional dan dinamis belum diterapkan pada sebagian besar sistem yang ada (Rustemi et al., 2023).

Sistem verifikasi ijazah yang ada belum mampu memberikan jaminan keabsahan secara menyeluruh dalam satu proses terpadu. Proses verifikasi yang dilakukan secara parsial dan terpisah menyebabkan hasil verifikasi tidak bersifat atomik, sehingga potensi celah keamanan tetap ada meskipun sebagian aspek telah diverifikasi. Perancangan sistem verifikasi yang mengintegrasikan pemeriksaan integritas dokumen, keabsahan identitas penerbit, dan status kredensial secara serentak tanpa membebankan biaya kepada pihak pemverifikasi diperlukan sebagai solusi atas keterbatasan tersebut.

Penelitian terdahulu juga belum melakukan evaluasi sistem secara komprehensif. Sebagian besar penelitian hanya menguji aspek fungsional tanpa mengukur kinerja latensi, konsumsi *gas fee*, dan ketahanan terhadap skenario serangan siber secara bersamaan (Kistaubayev et al., 2023). Tingkat keandalan dan keamanan sistem yang dikembangkan sulit diukur secara objektif akibat evaluasi yang tidak menyeluruh, sehingga pengujian sistematis terhadap aspek fungsionalitas, kinerja, dan keamanan menjadi kebutuhan mendesak dalam pengembangan sistem verifikasi ijazah digital yang dapat diandalkan.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, sistem verifikasi ijazah digital terdistribusi berbasis *Blockchain* diusulkan dengan mengintegrasikan *smart contract*, IPFS, dan pendekatan *Decentralized Identifier* (DID:ethr) pada jaringan Ethereum Sepolia *Testnet*. Sistem yang dikembangkan dirancang untuk memeriksa integritas dokumen, keabsahan identitas institusi penerbit, dan status kredensial secara terpadu dalam satu proses tanpa membebankan biaya transaksi kepada pihak pemverifikasi. Evaluasi sistem dilakukan secara komprehensif mencakup aspek fungsionalitas, kinerja, dan keamanan guna memastikan keandalan sistem dalam kondisi penggunaan nyata.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana arsitektur sistem verifikasi ijazah digital terdistribusi dirancang dengan mengintegrasikan *Blockchain*, *smart contract*, IPFS, dan *Decentralized Identifier* (DID:ethr) pada jaringan Ethereum Sepolia *Testnet* sehingga mampu mengatasi keterbatasan sistem verifikasi terpusat?
2. Bagaimana mekanisme *one-call verification* dirancang dan diimplementasikan agar mampu mengintegrasikan pemeriksaan integritas dokumen, keabsahan identitas penerbit berbasis DID:ethr, dan status kredensial secara terpadu dalam satu pemanggilan fungsi tanpa membebankan biaya transaksi kepada pihak pemverifikasi?
3. Bagaimana sistem verifikasi ijazah digital yang diusulkan dievaluasi dan divalidasi dari aspek fungsionalitas, kinerja, dan keamanan berdasarkan pengujian latensi, konsumsi gas fee, dan simulasi skenario serangan siber?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Arsitektur sistem verifikasi ijazah digital terdistribusi dirancang dengan mengintegrasikan *Blockchain*, *smart contract*, IPFS, dan *Decentralized Identifier* (DID:ethr) pada jaringan Ethereum Sepolia *Testnet* sebagai solusi terhadap keterbatasan sistem verifikasi terpusat.
2. Mekanisme verifikasi ijazah digital dikembangkan agar mampu memeriksa integritas dokumen, keabsahan identitas institusi penerbit, dan status kredensial secara terpadu dalam satu proses tanpa membebankan biaya transaksi kepada pihak pemverifikasi.
3. Kinerja, keamanan, dan fungsionalitas sistem verifikasi ijazah digital yang diusulkan dievaluasi berdasarkan parameter pengujian latensi, konsumsi gas fee, tingkat keberhasilan fungsional dengan target minimal 90%, dan simulasi skenario serangan siber.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Kontribusi pada kajian sistem verifikasi kredensial akademik berbasis Blockchain dan DID diberikan, khususnya pada integrasi DID:ethr, one-call verification, dan revocation on-chain sebagai pendekatan terintegrasi yang belum banyak dieksplorasi sebelumnya.
2. Mekanisme one-call verification, multi-sig governance, dan audit trail revokasi dihasilkan sebagai referensi implementasi bagi pengembang sistem berbasis Blockchain

3. Prototipe sistem verifikasi ijazah disediakan untuk digunakan oleh institusi pendidikan, perusahaan, dan pihak verifikasi dalam memverifikasi keaslian ijazah secara real-time, lintas institusi, tanpa ketergantungan pada otoritas verifikasi tunggal.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Penelitian ini dibatasi pada pengembangan sistem otentikasi dan verifikasi ijazah akademik, tidak mencakup dokumen pendidikan lainnya seperti transkrip nilai, sertifikat pelatihan, atau sertifikat non-akademik.
2. Teknologi *Blockchain* yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada jaringan Ethereum Sepolia *Testnet* sebagai jaringan public *testnet*, bukan jaringan Ethereum mainnet maupun private/permissioned *Blockchain*.
3. Implementasi konsep *Decentralized Identifier* (DID) dalam penelitian ini dibatasi pada identitas penerbit ijazah (*issuer*), dan tidak mencakup pengelolaan identitas mahasiswa atau pemegang kredensial secara menyeluruh.
4. Evaluasi sistem dibatasi pada aspek keamanan data, kecepatan verifikasi, dan fungsionalitas sistem, tanpa melakukan analisis konsumsi energi jaringan *Blockchain* secara detail.
5. Penelitian ini tidak membahas integrasi sistem dengan database nasional atau sistem informasi akademik internal perguruan tinggi secara langsung, melainkan menggunakan data simulasi untuk pengujian sistem