

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut KBBI, ijazah adalah surat izin yang diberikan sebagai tanda tamat belajar (KBBI, 2016). Jadi ijazah merupakan sebuah dokumen atau sertifikat yang diberikan kepada seseorang yang telah menyelesaikan jenjang pendidikan formal tertentu baik di dalam negeri maupun luar negeri (Furqoni, 2017). Ijazah tersebut dikeluarkan secara resmi oleh lembaga atau instansi yang bersangkutan dengan penerima ijazahnya. Lembaga formal pada jenjang pendidikan di Indonesia diantaranya adalah Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA), Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), Politeknik dan Perguruan Tinggi, baik itu lembaga dari negeri, swasta, maupun kedinasan.

Keaslian ijazah merupakan hal yang sangat penting, dikarenakan ijazah dapat digunakan sebagai salah satu bukti standar kelulusan seseorang dalam studi atau pendidikannya (Ridho, 2016). Ijazah juga sering dijadikan tolak ukur seseorang untuk mendapatkan pekerjaan serta sebagai identitas di mata lingkungan sosial.

Pada umumnya untuk menyatakan integritas, keabsahan atau keaslian ijazah diperlukan legalisasi dengan cara memverifikasi atau menghubungi, kepada lembaga yang bersangkutan atau mengeluarkan ijazah tersebut. Proses ini sangat memerlukan waktu yang lama dan kurang efisien (Ridho, 2016). Kemudian pada tahun 2018 lembaga dari pemerintah, Permenristekdikti mengeluarkan peraturan No 59 tahun 2018 terkait: Ijazah, Sertifikat Kompetensi, Gelar dan Tata Cara Penulisan Gelar di Perguruan Tinggi yang memuat Penomoran Ijazah Nasional dan sekaligus Sistem Verifikasi Ijazah *Online* (PIN SIVIL) (LLDIKTI, 2020). Peraturan tersebut diantaranya bertujuan untuk mengurangi pemalsuan ijazah yang dikeluarkan secara ilegal oleh oknum-oknum tertentu, lalu dapat mempercepat proses verifikasi keaslian ijazah, dan lain sebagainya.

Pada tahun 2018 juga terdapat investigasi yang dilakukan oleh Tirto, terdapat 873 ijazah yang diproduksi atau dikeluarkan oleh pihak kampus swasta di

Tangerang. Namun, tercatat mahasiswa yang lulus hanya 145 orang, sehingga sisanya yaitu 728 ijazah palsu yang diterbitkan (Muis et al., 2021). Oleh karena itulah, solusi yang diterapkan oleh Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) adalah Sistem Verifikasi Ijazah *Online* (SIVIL) yang terintegrasi dengan Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDIKTI). Namun sayangnya sistem yang dibangun masih menggunakan penyimpanan secara terpusat (*centralized*) sehingga rentan terhadap peretasan, seperti serangan injeksi SQL yang dapat mengakibatkan pemalsuan dengan mengubah data, kerusakan data, dan bahkan kehilangan data (Muis et al., 2021). Pemalsuan ijazah juga dapat digolongkan sebagai tindak kriminal karena telah melanggar norma hukum (Furqoni, 2017) dan telah melanggar Hak Atas Kekayaan Intelektual (HAKI) seseorang. Sehingga, oknum yang terlibat dalam memalsukan dan yang memakai ijazah palsu, dapat dipidanakan menggunakan pasal 263 KUHP dan 264 KUHP (Karinda, 2016) Biasanya pemesan ijazah tersebut menggunakan ijazah palsunya untuk kepentingan atau keperluan melamar pekerjaan di suatu perusahaan atau pabrik (Furqoni, 2017).

Selama ini sistem penyimpanan yang kita kenal ialah memakai penyimpanan *database* tradisional atau konvensional. Penyimpanan tersebut bersifat terpusat (*centralized*), sehingga kita perlu mempercayai pada pihak ketiga apapun yang mereka lakukan. Dengan demikian, kelemahan penyimpanan terpusat ialah kita tidak memiliki kontrol, melainkan entitas atau pihak lain yang memiliki mengontrol data kita, selain itu data dalam penyimpanan dapat diubah (*non-persistence*) dan ketersediaan data yang rendah jika terjadi kegagalan sistem (*fault tolerance*) (Iredale, 2021).

Tidak sedikit orang menganggap ijazah merupakan hal yang bermakna atau esensial. Dengan demikian, alangkah lebih baik kita mencari solusi atas permasalahan ijazah yang ada pada saat ini. Baru-baru ini lahir teknologi yang bernama *Blockchain* tepatnya pada tahun 2009. *Blockchain* merupakan sebuah *distributed database* atau *ledger* yang mencatat berbagai transaksi atau catatan data, yang divalidasi oleh banyak *node* atau komputer yang berada di dalam jaringannya (Fajar, 2020). Setelah berhasil divalidasi catatan data tersebut akan dimasukkan ke dalam sebuah *block* yang saling terhubung ke *block* sebelumnya, dengan menggunakan teknik *cryptography*. Nantinya *block* tersebut disebar ke jaringan

(*node*) yang terlibat di dalamnya, setelah dimasukan atau direkam ke dalam *block*, riwayat catatan data tersebut tidak dapat diubah (*immutable*) (Wikipedia, 2020a). Sehingga, teknologi *Blockchain* merupakan salah satu sistem yang dapat menjamin suatu integritas atau keabsahan ijazah dan catatan penting lainnya (Fajar, 2020).

Teknologi *Blockchain* mampu memfasilitasi setiap domain digital dapat dijadikan sebagai *Non-Fungible Token* (NFT). NFT dapat dengan mudah diverifikasi, dibagikan, dan diakses oleh berbagai pihak (Bhujel & Rahulamathavan, 2022; Tapscott, 2021) tanpa batasan fisik atau administratif. Hal ini tentunya melahirkan paradigma baru dalam mendokumentasikan pencapaian akademis, dimana secara tradisional ijazah diwakili oleh dokumen fisik, yang rentan terhadap risiko kerusakan, kehilangan, atau pemalsuan. Setiap pemilik ijazah berupa NFT dapat dengan cepat membuktikan kredensial akademis mereka secara *global* tanpa perlu menghadapi hambatan birokrasi tradisional.

Salah satu *Blockchain* yang populer saat ini ialah *Ethereum*. *Ethereum* merupakan *Blockchain* pertama generasi 2.0 (W. Yang et al., 2018) yang memungkinkan kita membuat kode program *scripting* pada *Blockchain*, yang dimana pada saat itu *Bitcoin Blockchain* sebagai generasi pertamanya memiliki fungsionalitas yang terbatas. Kode program *scripting* pada *Ethereum* tersebut dinamakan *smart contract* (Ante, 2020). Namun, karena mahalnya transaksi pada jaringan *Ethereum* pada saat ini, terdapat masih banyak lagi *Blockchain* alternatif yang dapat dijadikan pilihan, seperti *Polygon Sidechain*.

Smart contract Ethereum merupakan protokol komputer yang berfungsi untuk menyimpan data, memfasilitasi, memverifikasi, dan menegakkan negosiasi secara digital yang ditulis melalui kode program (Aziz et al., 2019). Perbedaan *smart contract* dengan kontrak tradisional ialah, jika *smart contract* merupakan kode komputer yang tidak dapat dibantah, tidak dapat dihentikan, dan tidak dapat diubah (*immutable*) (Hsiao, 2017) yang kebalikannya dengan kontak tradisional.

Smart contract dapat menjaga integritas data (Ante, 2020). Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan *smart contact* untuk menjaga atribut data yang penting pada *Blockchain*. Atribut data yang akan dimasukan ke dalam *Blockchain* berdasarkan wawancara yang sudah dilakukan peneliti sebelumnya, diantaranya diperlukan data Nama, Nomor Induk Mahasiswa (NIM), Asal Program Studi, Gelar

Studi, Nomor Ijazah Internal disertai dengan gambar atau bukti dokumennya (Wira, 2020).

Namun saat ini teknologi *Blockchain* masih mengalami isu skalabilitas, sehingga tidak cocok untuk menyimpan data berukuran besar, yang mengakibatkan biaya transaksi menjadi lebih mahal (Aziz et al., 2019). Sehingga, Untuk mengurangi biaya transaksi penyimpanan dan mempercepat proses pengunggahan data pada *Blockchain*, maka gambar atau dokumen ijazah yang berbentuk digital perlu disimpan ke dalam bentuk *hash* dengan menggunakan *InterPlanetary File System* (IPFS) (Fajar, 2020).

IPFS menyediakan penyimpanan data terdesentralisasi yang efisien secara desentral yang tidak memerlukan otoritas tunggal terpusat. *Blockchain* memang menyediakan penyimpanan data terdesentralisasi yang sangat aman, tetapi memiliki keterbatasan tertentu dalam hal biaya penyimpanan data yang besar dalam sebuah rantai. Oleh karena itu kami menggunakan IPFS dengan *Blockchain* untuk menangani penyimpanannya yang mahal dan meminimalkan biaya pemeliharaan perawatan sistem (Rai et al., 2022).

IPFS merupakan *distributed file system* yang bersifat *Peer-to-peer* (P2P) (Muis et al., 2021), IPFS memungkinkan pengguna untuk menyimpan dan berbagi data tanpa adanya otoritas yang memiliki kontrol (*decentralized*). Dengan demikian, penulis akan mengkombinasikan teknologi IPFS (Aziz et al., 2019) pada *Polygon Sidechain* untuk mengatasi isu skalabilitas.

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa ekosistem seperti aplikasi terdesentralisasi (DApp), *smart contract* jaringan *Polygon*, dan penyimpanan IPFS. DApp berperan sebagai antarmuka untuk dapat berinteraksi dengan kontrak pintar yang memerlukan tingkat keandalan dan responsivitas tinggi. Kesalahan atau keterlambatan dalam mengeksekusi kontrak pintar dapat memiliki dampak signifikan pada DApp dan layanan yang dibangun di atasnya. Oleh karena itu, setiap eksekusi kontrak pintar membutuhkan evaluasi *Quality of Service* (QoS) yang cermat untuk memastikan ketersediaan layanan yang optimal. Kemampuan untuk mengukur dan memantau aspek-aspek tersebut dapat membantu pengguna DApp mengetahui kinerja dari DApp yang dibangun.

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengukur dan menganalisis

performansi QoS pada sistem pencatatan ijazah, yang dimana mampu memberikan hasil analisis jaringan yang baik (Wulandari, 2016). Analisis QoS akan menggunakan parameter *Throughput* (banyak data yang dapat ditransfer melalui jaringan), *Packet Loss* (banyak paket yang hilang dalam proses transmisi), dan *Latency* (lama keterlambatan waktu yang dibutuhkan pada proses pengiriman) (Dhika & Tyas, 2021). Sehingga dengan menggunakan analisis QoS tersebut, diharapkan untuk dapat membandingkan kualitas jaringan pada saat mengunggah data ijazah (Fajar, 2020) dan mencetak ijazah NFT dengan menggunakan *Polygon Sidechain* berbasis IPFS.

Berdasarkan paparan latar belakang yang telah disampaikan, dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performansi sistem penyimpanan *Blockchain* pada jaringan *Polygon* menggunakan *smart contract* sekaligus IPFS. Maka dilakukan penelitian ini dengan judul “***Quality of Service Sistem Pencatatan Ijazah Menggunakan Smart Contract dan NFT Jaringan Polygon pada Layer-2 Ethereum Blockchain***”. Sehingga dapat menghasilkan solusi yang mampu membuat sistem yang bisa menjaga keaslian ijazah dan lebih terpercaya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dipaparkan pada pendahuluan terdapat berbagai rumusan masalah untuk memudahkan pembahasan supaya lebih terarah yang telah disebutkan pada poin dibawah ini:

1. Bagaimana implementasi ijazah digital menggunakan teknologi *Blockchain* jaringan *Polygon* untuk diterbitkan dan dijadikan NFT?
2. Bagaimana perbandingan kinerja atau performa *Quality of Service* dan *smart contract cost* sistem pencatatan ijazah, antara yang menggunakan *smart contract Polygon* dengan *smart contract Ethereum*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan ini diantaranya ialah sebagai berikut:

1. Untuk membangun aplikasi berbasis *website* yang bersifat terdesentralisasi yaitu *Decentralized Application* (DApp), digunakan untuk mengunggah data dokumen ijazah digital ke dalam *smart contract* dan IPFS.
2. Untuk mengetahui kinerja terbaik dan biaya operasional dalam penyimpanan data antara yang menggunakan *Polygon* dengan *Ethereum Blockchain* melalui pembuatan API IPFS.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini bagi beberapa pihak, diantaranya:

1. Bagi Peneliti
 - a.) Manfaat bagi peneliti yaitu peneliti mendapatkan pengetahuan baru secara lebih mendalam.
 - b.) Dapat memanfaatkan penggunaan teknologi *Blockchain* menjadi lebih mendalam.
2. Bagi Pemilik Ijazah
 - a.) Pemilik ijazah memiliki hak akses atau kontrol penuh terhadap kepemilikan ijazah, karena dokumen ijazah tersebut diunggah ke dalam penyimpanan sistem *Blockchain* yang desentral dan tidak ada 1 otoritas atau pihak yang memiliki kontrol atas kepemilikan ijazah tersebut.
 - b.) Meningkatkan keamanan, integritas dan transparansi kepemilikan ijazah, sehingga dapat menjaga Hak Atas Kekayaan Intelektual (HAKI) jauh lebih baik lagi.
 - c.) Meminimalisir terjadinya peretasan atau hal yang tidak diinginkan, kepada pemilik ijazah.
 - d.) Dokumen berbentuk digital tidak mudah rusak, mudah dilacak (*tracking*), dan cepat diverifikasi keasliannya (*originality*). Karena sistem *Blockchain* memiliki penyimpanan yang berisi catatan informasi yang terhubung ke dalam *block* satu dengan yang lainnya.

- e.) Tidak memerlukan kepercayaan kepada sistem pihak ketiga (*middleman*).
 - f.) Meminimalisir biaya atau penipuan dari calo transaksi.
3. Bagi Universitas
- a.) Menambah wawasan terkait sistem yang terdesentralisasi dengan menggunakan teknologi *Blockchain*.
 - b.) Membantu mengimplementasikan pengetahuan teknologi *Blockchain* dalam verifikasi dan validasi ijazah.
 - c.) Sebagai bahan referensi dalam pengembangan teknologi *Blockchain*, khususnya *Blockchain* pada jaringan *Polygon*.
 - d.) Dapat mengefisienkan proses bisnis, karena dokumen yang diunggah ke sistem *Blockchain* merupakan dokumen yang berbentuk digital, sehingga dapat menghemat atau mengefisienkan pembuatan kertas fisik, pencetakan ijazah, tenaga administrasi, dan arsip tempat penyimpanan fisik dokumen tersebut.
 - e.) Dapat meningkatkan keuntungan atau *profit* secara operasional yang lebih, karena sistem *Blockchain* yang dapat mengatasi isu terkait keamanan, efisiensi, serta mengurangi keterlibatan dan kepercayaan pada pihak ketiga (*middleman*).
4. Bagi Instansi Pemerintah
- a.) Sebagai salah satu bentuk saran atau referensi dalam penerbitan ijazah.
 - b.) Sebagai salah satu literatur pengetahuan apabila instansi berhendak untuk menerapkan atau mengimplementasikan sistem penerbitan ijazah menggunakan teknologi *Blockchain*.
 - c.) Meminimalisir terjadinya modifikasi pemalsuan ijazah melalui peretasan atau serangan siber, karena sistem *Blockchain* yang bersifat desentral dan kekal (*immutable*), sehingga cenderung sulit atau mustahil untuk diretas.
 - d.) Meminimalisir terjadinya kegagalan sistem tunggal (*system failure*), karena sistem *Blockchain* tidak hanya mengandalkan 1 otoritas pihak PDDIKTI saja (*centralized*), dengan kata lain sistem *Blockchain* menganut sistem *peer-to-peer* (*decentralized*), yang dapat meningkatkan keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*), dan toleransi kegagalan (*fault tolerance*).

e.) Berdasarkan Pasal 1 Undang-Undang (UU) Nomor 32 tahun 2004, Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) menganut sistem desentralisasi yang merupakan penyerahan wewenang pemerintahan oleh pemerintah kepada daerah otonom untuk mengatur dan mengurus pemerintahan. Sehingga, sistem *Blockchain* yang terdesentralisasi ini akan dapat membantu dan sejalan dengan sistem pemerintahan yang ada di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Supaya pembahasan utama dari penelitian ini tidak keluar dari apa yang akan diteliti, dengan demikian perlu dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem pencatatan ijazah yang digunakan dalam skripsi ini ialah untuk ijazah perguruan tinggi.
2. Penelitian ini berbasis web menggunakan *smart contract* dengan bahasa pemrograman Solidity.
3. Web *browser* yang digunakan mampu didukung oleh ekstensi MetaMask.
4. *Template* model ijazah yang akan digunakan ialah format gambar.
5. Sampel data sebanyak 35 lembar ijazah.
6. Data perbandingan penelitian sebelumnya akan menggunakan data tahun 2020.
7. Hasil *generate private key* mahasiswa masih belum disimpan ke dalam *database* yang bersifat privasi.