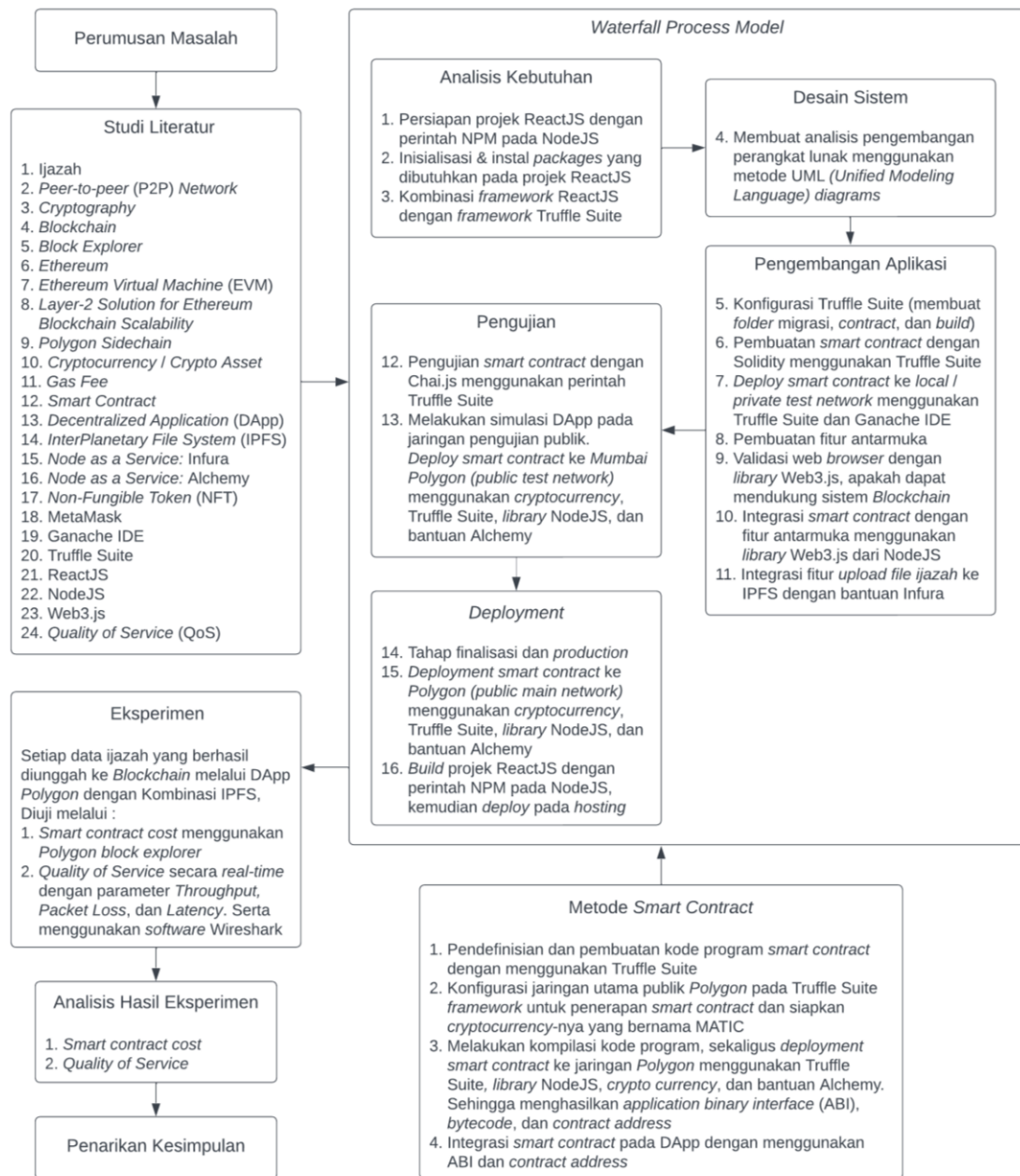


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian atau kerangka kerja yang digunakan untuk melakukan pada penelitian ini digambarkan pada Gambar 3.1. Pada bagian ini, penulis akan memaparkan kerangka kerja dari mulai penelitian hingga selesai penelitian.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap paling awal dari penelitian. Proses yang terjadi di tahap ini dimulai dari memahami latar belakang dan tujuan mengapa penelitian ini harus dilakukan, kemudian mengidentifikasi masalah yang akan diangkat, merumuskan permasalahan utama, menentukan metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah, dan merancang solusi penelitian yang digunakan untuk membantu penyelesaian masalah. Tahapan ini bertujuan bagi peneliti agar dapat dijadikan panduan selama melakukan penelitian ini nantinya.

2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan pada literatur topik yang telah didefinisikan pada tahap awal. Tahap ini, peneliti mengumpulkan dan mempelajari teori, metode dan penelitian yang telah dilakukan pada bidang *Blockchain*. Sumber bacaan yang dikumpulkan berkaitan mengenai topik Ijazah, *Peer-to-peer (P2P)*, *Cryptography*, *Blockchain*, *Block Explorer*, *Ethereum*, *Ethereum Virtual Machine (EVM)*, *Layer-2 Solution*, *Polygon Sidechain*, *Cryptocurrency* atau *Crypto Asset*, *Gas Fee*, *Smart Contract*, *Decentralized Application (DApp)*, *InterPlanetary File System (IPFS)*, *Node as a Service (NaaS)*, *Infura*, *Alchemy*, *Non-Fungible Token (NFT)*, *MetaMask*, *Ganache IDE*, *Truffle Suite*, *ReactJS*, *NodeJS*, *Web3.js*, dan *Quality of Service (QoS)*. Pada prosesnya dalam mempelajari bahasan di atas peneliti menggunakan berbagai sumber seperti buku, buku elektronik, jurnal, internet, video ataupun media informasi lainnya yang dapat mendukung penelitian. Peneliti juga turut menghadiri berbagai kegiatan seperti webinar, *workshop*, konferensi, sertifikasi, dan lain sebagainya, yang terkait studi literatur peneliti sendiri.

3. Pengembangan Aplikasi dan *Deployment Smart Contract*

Pada tahap ini penulis akan mengembangkan aplikasi perangkat lunak (DApp) sebagai sistem pencatatan ijazah dengan menggunakan kombinasi penyimpanan *smart contract Polygon* dan *IPFS*. *Framework* atau *tools* yang akan digunakan diantaranya akan memakai *ReactJS framework* dengan bahasa pemrograman JavaScript untuk pengembangan *front-end*, *NodeJS* untuk *runtime* pengembangan *back-end*, *Truffle Suite framework* dengan bahasa pemrograman *Solidity* untuk pengembangan *smart contract*, *Ganache IDE* untuk simulasi jaringan pengujian *Blockchain* dalam pengembangan *smart contract*, *Web3.js*

Fawwaz Kautsar, 2024

QUALITY OF SERVICE SISTEM PENCATATAN IJAZAH MENGGUNAKAN SMART CONTRACT DAN NFT JARINGAN POLYGON PADA LAYER-2 ETHEREUM BLOCKCHAIN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

library untuk mengintegrasikan antara *front-end* dengan *back-end*, layanan *Node as a Service* (NaaS) untuk memudahkan pengembangan DApp seperti Infura atau Alchemy, dompet MetaMask yang telah disediakan *cryptocurrency* yang bernama MATIC, dan IPFS untuk penyimpanan *file* ijazah secara P2P. Sementara untuk metode pengembangan dari aplikasi tersebut ialah menggunakan metode *Waterfall*. Pada bagian ini juga peneliti akan melakukan *deployment smart contract* ke jaringan utama (*Mainnet*) *Polygon sidechain* tersebut.

4. Eksperimen

Setelah aplikasi perangkat lunak dan *smart contract* telah berhasil dibuat, selanjutnya adalah merancang skenario eksperimen dan melakukan eksperimen berdasarkan skenario yang telah ditetapkan atau dispesifikasikan. Tahap eksperimen tersebut akan terdiri dari beberapa tahap dan juga dengan parameter yang berbeda-beda. Data ijazah akan dikirimkan ke dalam jaringan *Polygon sidechain* sebanyak 35 buah, melalui *form* masukan yang telah disediakan pada web berupa aplikasi terdesentralisasi (DApp) yang telah dibuat. Aplikasi diuji sesuai dengan kegunaannya, setiap data ijazah yang berhasil diunggah ke *Blockchain* akan diuji melalui perhitungan biaya transaksi (*gas fee*) yang dapat dilihat secara *online* pada *Polygonscan* atau *Polygon block explorer*, serta diuji melalui perhitungan kualitas jaringan QoS dengan tiga parameter, yaitu *Throughput*, *Packet Loss*, dan *Latency*. Pada pengujian QoS sendiri untuk mendapatkan tiga data parameter tersebut akan dilakukan secara *real-time*, dengan menggunakan *software* yang bernama *Wireshark*.

5. Analisis Hasil Eksperimen

Setelah eksperimen berhasil dilakukan, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dan mengolah data berdasarkan hasil dari eksperimen penelitian, melalui hasil perhitungan biaya transaksi (*gas fee*) ke jaringan *Blockchain* dan melalui hasil perhitungan kualitas jaringan QoS. Kemudian dari data-data tersebut nantinya akan dibuat berupa visualisasi yang berbentuk grafik, yang berfungsi untuk mengetahui dan membandingkan performansi, Bahwa DApp yang mana memiliki performansi yang lebih baik, jika dikomparasikan DApp berbasis *Polygon smart contract* penelitian ini dengan DApp berbasis *Ethereum smart contract* yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

6. Penarikan Kesimpulan

Pada tahap terakhir ini, atau dengan kata lain setelah semua tahapan berhasil dilakukan, penulis akan melakukan penarikan kesimpulan dan saran yang dapat dimanfaatkan bagi penelitian selanjutnya yang akan datang, terutama dalam bidang yang sejenis dalam penelitian ini, dengan berdasarkan hasil data yang telah dianalisis dari pengujian telah dilakukan.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Berikut ini ialah daftar alat dan bahan secara detail yang digunakan untuk melakukan penelitian.

3.2.1 Alat Penelitian

A. Perangkat Keras (*Hardware*) yaitu sebuah laptop dengan spesifikasi:

- a.) Prosesor Intel® Core(TM) i5-8250U CPU @ 1.60GHz 1.80 GHz
- b.) Memori 4 GB RAM
- c.) Penyimpanan SSD 256 GB
- d.) VGA NVIDIA GeForce MX130

B. Perangkat lunak (*Software*) sebagai berikut:

- a.) Sistem operasi Windows 11
- b.) Visual Studio Code
- c.) Brave New Web Browser
- d.) MetaMask (*web browser extension v.11.0.0 / mobile app v.7.6.0*)
- e.) IPFS
- f.) Solidity v.0.5.0
- g.) Ganache IDE
- h.) NodeJS v.14.18.0
- i.) NPM v.6.14.15
- j.) Wireshark v.4.0.8

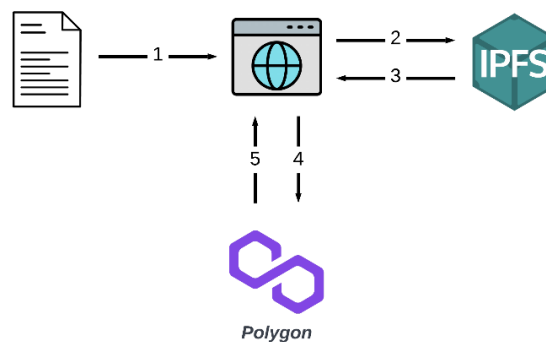
3.2.2 Bahan Penelitian

- A. Aset atau mata uang digital (*Cryptocurrency* atau *Crypto Asset*)
- B. Sampel gambar ijazah

3.3 Desain Sistem

3.3.1 Alur Kerja Sistem

Pada penelitian kali ini, rancangan sistem pencatatan ijazah yang diusulkan adalah berbasis *Polygon* salah satu optimasi *layer-2* dari *Ethereum Blockchain*, *Polygon* digunakan sebagai *platform* yang dipakai pada penelitian ini. Dengan menggunakan teknologi *Blockchain* diharapkan mampu untuk menjamin integritas data. Selain itu diperlukan kombinasi dengan IPFS sebagai penyimpan media, agar dapat meminimalisir biaya saat mengunggah ijazah ke *Blockchain*, metode ini biasa dikenal dengan istilah *off-chain* yaitu data yang disimpan di luar *Blockchain*. Dari beberapa penjelasan tersebut, maka rancangan atau desain sistem aplikasinya ialah seperti berikut:



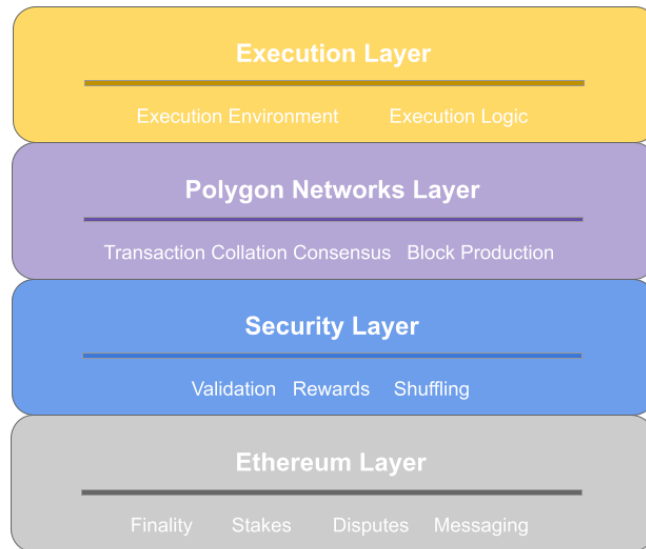
Gambar 3.2 Alur Penerbitan Ijazah ke jaringan *Polygon*

Pada Gambar 3.2 menggambarkan alur penerbitan ijazah, dengan penjelasan seperti berikut:

1. Mengunjungi *website* yang berupa DApp, baik melalui *browser* komputer maupun *mobile*. Mengisi seluruh data *form* masukan dan mengunggah ijazah yang berupa gambar, dari direktori penyimpanan lokal komputer ke DApp web *browser*.
2. Klik tombol *submit* dan gambar ijazah akan disebar dan disimpan pada IPFS.
3. Hasil pengunggahan *file* tersebut mengembalikan alamat konten CID IPFS.
4. Nilai data ijazah dan CID dimasukkan ke dalam *smart contract* jaringan *Polygon*.
5. Seluruh data *smart contract* yang berhasil divalidasi akan ditampilkan pada web DApp.

3.3.2 Arsitektur yang Digunakan

Berikut ini ialah arsitektur jaringan *Polygon* yang merupakan salah satu *layer-2* dari jaringan *Ethereum*:



Gambar 3.3 Arsitektur *Polygon Sidechain* (Brennan, 2022)

Ethereum Layer adalah lapisan yang dapat terhubung dengan jaringan *Polygon* agar memastikan kompatibilitas dan interoperabilitas diantara kedua jaringan. *Security Layer* berfokus pada aspek keamanan, keandalan, integritas, dan fundamental jaringan secara keseluruhan agar tetap terjaga. Pada *Polygon Network Layer* berfokus pada operasionalitas, proses *smart contract*, skalabilitas transaksi, serta menjaga keseimbangan antara skalabilitas dengan keamanan. Sementara *Execution Layer* berkaitan dengan eksekusi transaksi dan *smart contract* di dalam *sidechain* tersebut.

3.4 Diagram Alir

Tahap perancangan prosedur sistem pencatatan atau penerbitan ijazah ini dibuat menggunakan *FlowChart*, yang merupakan rancangan aliran aktivitas atau aliran kerja dalam sebuah sistem yang akan dijalankan. Panah-panah tersebut akan mengarah ke urutan aktivitas yang terjadi dari awal hingga akhir.

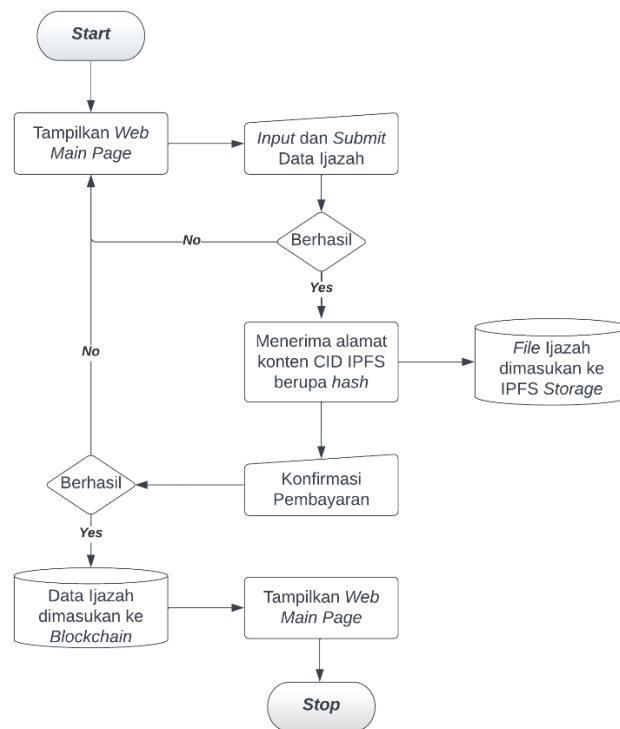
Pada gambar 3.4 terdapat serangkaian proses untuk alur penerbitan data ijazah. Dimulai dengan admin mengakses DApp pada halaman utama atau *Home*,

Fawwaz Kautsar, 2024

QUALITY OF SERVICE SISTEM PENCATATAN IJAZAH MENGGUNAKAN SMART CONTRACT DAN NFT JARINGAN POLYGON PADA LAYER-2 ETHEREUM BLOCKCHAIN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

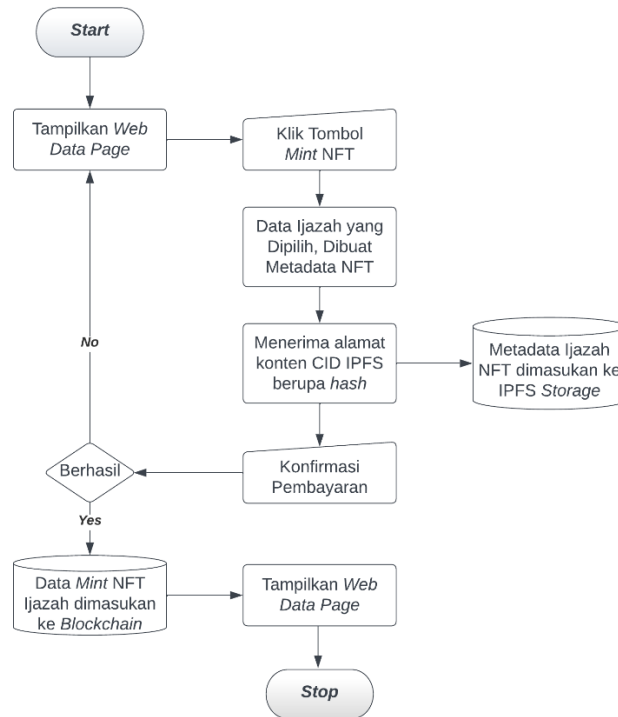
memasukan data dan gambar ijazah mahasiswa sesuai *form* masukan yang tersedia, jika *file* gambar ijazah berhasil dimasukan ke penyimpanan IPFS maka akan otomatis menerima alamat konten CID IPFS berupa *hash*, setelah itu akan muncul *pop-up* konfirmasi pembayaran untuk mengunggah data ijazah ke *Blockchain*, admin harus menyetujui transaksi tersebut, kemudian transaksi akan divalidasi oleh para partisipan jaringan yang jika transaksi berhasil divalidasi, maka data ijazah telah dimasukan ke *Blockchain*.



Gambar 3.4 FlowChart Penerbitan Ijazah

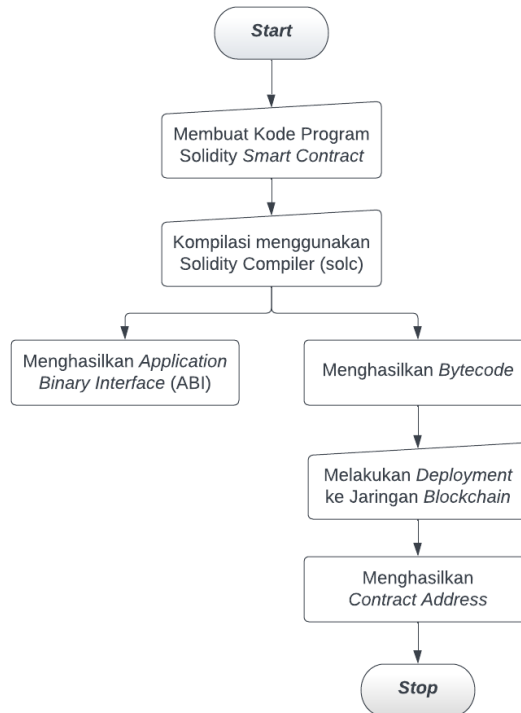
Pada gambar 3.5 terdapat serangkaian proses untuk alur pencetakan data ijazah menjadi NFT. Dimulai dengan admin mengakses DApp pada halaman *Data*, admin memilih data mahasiswa yang akan dijadikan NFT, data tersebut kemudian diubah menjadi JSON sesuai *format* metadata NFT dan disimpan ke penyimpanan IPFS, jika metadata NFT berhasil dimasukan ke penyimpanan IPFS maka akan otomatis menerima alamat konten CID IPFS berupa *hash*, setelah itu akan muncul *pop-up* konfirmasi pembayaran untuk *mint* NFT, admin harus menyetujui transaksi tersebut, kemudian transaksi akan divalidasi oleh para partisipan jaringan yang jika transaksi berhasil divalidasi, maka data ijazah telah berhasil dicetak menjadi aset

digital berupa ijazah NFT.



Gambar 3.5 FlowChart Pencetakan Data Ijazah menjadi NFT

Metode yang digunakan pada sistem ini ialah dengan menggunakan metode yang bernama *Smart Contract* pada jaringan *Polygon Sidechain*. Dimulai dari pendefinisian kode program *smart contract* yang dimana pada penelitian ini menggunakan *framework* Truffle dan *tools* alternatif seperti Remix IDE untuk pembuatan hingga penerapan *smart contract*-nya.



Gambar 3.6 Metode *Smart Contract*

3.5 Teknik Pengujian Sistem

Pada pengujian penelitian ini akan dibagi menjadi 2, yaitu pengujian pada *smart contract cost* dan pengujian *Quality of Service*. Jumlah sampel data ijazah yang akan digunakan dan diuji pada DApp ialah sebanyak 35 buah sampel. Seperti yang sudah dipaparkan sebelumnya, bahwa ukuran atau jumlah tersebut dapat dikatakan layak atau ideal dalam melakukan penelitian minimal terdapat 30 sampel dan maksimal 500 sampel (Sugiyono, 2013). Berikut ini merupakan penjelasan mengenai teknik pengujian sistemnya.

3.5.1 *Smart Contract Cost*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan dalam setiap pengunggahan atau penerbitan ijazahnya, *mint* ijazah NFT, serta termasuk biaya *smart contract* yang dibutuhkan untuk *men-deploy smart contract* ke jaringan *Blockchain*-nya. Biaya atau harga yang dikeluarkan tersebut pada umumnya berbentuk dalam satuan *gas*. Setiap detail biaya transaksi dapat dilihat menggunakan *block explorer* Polygonscan, kemudian hasil biaya transaksi tersebut

dikonversi ke dalam satuan rupiah dengan menggunakan rumus persamaan nomer (5) ataupun (6). Data sampel ijazah yang diunggah ke IPFS akan menggunakan bentuk gambar dan tentunya dengan ukuran *file*-nya juga akan berbeda-beda.

Pada penelitian ini akan menggunakan salah satu *layer-2* dari *Ethereum Blockchain*, yaitu *Polygon* dengan menggunakan sistem tarif transaksi EIP-1559 yang lebih efisien dan dapat diprediksi. Setiap sampel data ijazah yang diunggah ke *Blockchain* diperlukan mata uang digital atau *Cryptocurrency*. Setiap *Blockchain* pada umumnya memiliki *Cryptocurrency*-nya masing-masing atau biasa yang dikenal *Native Coin* dari *Blockchain* tersebut. Nama *Native Coin* yang digunakan pada *Polygon Sidechain* adalah MATIC. Berikut rumus untuk mengetahui harga atau biaya yang diperlukan untuk bertransaksi ke *Blockchain*.

$$\text{Transaction fee} = \text{Gas Price} \times \text{Gas Usage} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Cost} = \text{Gas Price} \times \text{Gas Usage} \times \text{Native Coin price} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Cost} = \text{Transaction fee} \times \text{Native Coin price} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

Gas Price : Nilai *gas* yang ditetapkan oleh pengguna (Gwei)

Gas Usage : Jumlah nilai *gas* yang digunakan

Transaction Fee : Jumlah *native coin* yang digunakan (MATIC)

Native Coin price : Harga MATIC (IDR)

Cost : Total konversi biaya yang dikeluarkan (IDR)

3.5.2 *Quality of Service* (QoS)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dari sebuah jaringan dengan menggunakan tiga parameter yaitu *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), yang berdasarkan persamaan nomer (1), (2) dan (3) dengan menggunakan ukuran data yang berbeda. Pengujian QoS ini juga dilakukan secara *real-time* dengan menggunakan *software* yang bernama Wireshark, sesuai dengan skenario DApp *Polygon Sidechain* berbasis IPFS seperti pada gambar 3.4 dan 3.5, yang dimulai dengan konfirmasi pembayaran transaksi hingga transaksi berhasil

divalidasi dan tersimpan ke *Blockchain*.

Skenario DApp dilakukan untuk menganalisis apakah performa QoS berbasis *Polygon Sidechain* berbasis IPFS. Analisis performansi dilakukan dengan cara mendata performa *Throughput*, *Packet Loss*, dan *Latency* dari DApp tersebut pada saat melakukan pengunggahan sampel data ijazah, termasuk mencari nilai performa yang terbaik, terburuk, dan rata-rata dari ketiga parameter tersebut. Kemudian akan dibuat berupa visualisasi yang berbentuk grafik, berdasarkan dari data-data tersebut untuk dapat mengetahui performansi, bahwa apakah performansi kualitas jaringan DApp *Polygon Sidechain* berbasis IPFS baik atau tidak, sesuai dengan acuan pada standar nilai kategorisasi dari masing-masing parameter QoS.