

Implementasi Teknologi Blockchain Pada Layanan Pendaftaran Vaksinasi Dengan Menggunakan Ethereum Platform

1st Muh. Fauzan Adithya
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fauzanadithya@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Rendi Munadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rendimunadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Arif Indra Irawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

arifirawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini mencoba melakukan pengimplementasian teknologi Blockchain terhadap layanan pendaftaran vaksinasi. Sifat desentralisasi teknologi Blockchain berpeluang untuk mengatasi kerumitan layanan tersebut karena server tidak berpusat pada suatu tempat saja. Penelitian terkait pada topik ini adalah implementasi sistem e-voting berbasis Blockchain dan implementasi teknologi Blockchain dalam Raspberry Pi sebagai private network. Penelitian bertujuan untuk mengetahui alur dan cara kerja dari sistem pengintegrasian antara teknologi Blockchain dan Ethereum Platform dalam pengimplementasian layanan vaksinasi, serta parameter jaringan terhadap Quality of Service (QoS) yang dihasilkan dari sistem tersebut. Penelitian ini menggunakan model simulasi. Simulasi teknologi Blockchain dilakukan dengan perangkat mikrokomputer Raspberry Pi, Radio Frequency Identification (RFID), dan platform komputasi Ethereum. Sistem didesain dengan mengintegrasikan Ethereum Platform, perangkat Internet of Things (RFID), bahasa pemrograman Solidity dan Python terhadap Raspberry Pi. Pengimplementasian sistem disajikan dalam bentuk alur proses penginputan user, pelayanan pendaftaran vaksinasi, dan pelayanan update status vaksinasi. Hasil penelitian atribut jaringan terhadap parameter QoS dari 65 jumlah transaksi yang terjadi pada Ethereum Platform menghasilkan rata-rata delay hash 0,33 detik, delay receipt 13,135 detik, jitter 0,03 milidetik, throughput hash 2,242 MBps, throughput receipt 2,022 MBps, dan packet loss 0% untuk keseluruhan proses. Hal ini menandakan parameter jaringan terhadap QoS bekerja dengan baik pada jaringan Ethereum.

Kata kunci— Layanan Vaksinasi, Blockchain, Ethereum, Raspberry Pi, Quality of Service

I. PENDAHULUAN

Pandemi COVID-19 menyebabkan adanya perubahan pola hidup pada masyarakat Indonesia. Pemerintah telah berupaya semaksimal mungkin untuk meminimalkan segala bentuk potensi penularan COVID-19. Salah satu upaya pemerintah dalam menanggulangi hal tersebut adalah dengan adanya program vaksinasi nasional. Layanan vaksinasi di beberapa wilayah Indonesia masih mengalami kerumitan dalam hal administrasi. Bentuk kerumitan dari administrasi tersebut berupa masyarakat diharuskan mengisi formulir data diri secara tertulis/konvensional, namun data tersebut sebenarnya telah terdapat pada Kartu Tanda Penduduk (KTP)

masyarakat bersangkutan. Hal ini dapat menyebabkan menurunnya efektivitas target masyarakat yang diharapkan oleh pemerintah pada program vaksinasi tersebut.

Kehadiran teknologi Blockchain pada tren teknologi masa kini berpeluang untuk mengatasi kerumitan layanan tersebut. Blockchain merupakan sekumpulan data yang disimpan dalam sebuah buku digital berukuran besar yang tidak terpusat sehingga data tersebut lebih aman dari serangan hacker [1]. Dalam proses transaksi, Blockchain dapat memudahkan layanan pusat dengan validasi transaksi yang terdistribusi secara desentralisasi. Selain itu, keamanan blockchain menggunakan mekanisme kriptografi kunci publik seperti algoritma enkripsi asimetris, tanda tangan digital, dan fungsi hash untuk memastikan jaminan integritas blok data [1]. Integrasi teknologi Blockchain secara efektif dapat mencegah informasi terkait perubahan atau penghancuran data [2].

Beberapa penelitian serupa yang menjadi referensi pada tugas akhir ini yaitu implementasi sistem e-voting berbasis Blockchain dan implementasi teknologi Blockchain dalam Raspberry Pi sebagai private network. Pada penelitian sistem e-voting berbasis Blockchain, teknologi Blockchain dapat mengelola hingga 500 ribu transaksi node selama 1863,11 menit atau 1,294 hari. Proses pengelolaan ini dilakukan dengan cara membuat blok baru yang terenkripsi dari tiap node yang telah dibuat, dan dilakukan broadcast terhadap keseluruhan node tersebut karena teknologi ini bersifat desentralisasi [3]. Pada penelitian implementasi teknologi Blockchain dalam Raspberry Pi sebagai private network, pengaplikasian teknologi Blockchain dapat menggunakan mini-computer dengan memanfaatkan Raspberry Pi 3 sebagai alternatif dalam pengembangan teknologi Blockchain di dalam jaringan pribadi [4].

Rancangan yang akan dibuat oleh penulis yaitu memanfaatkan teknologi Blockchain, Ethereum Platform, dan Raspberry Pi 3 dengan harapan dapat mengefisienkan layanan administrasi tersebut. Sederhananya, Ethereum Platform menjadi aplikasi untuk pembuatan Smart Contract pengguna [5] dengan menggunakan bantuan Goerli Testnet [6], dan Raspberry Pi 3 menjadi node untuk memproses tiap transaksi yang dilakukan [4]. RFID merupakan modul sensor yang menjadi sumber pembacaan dan penulisan data yang diproses oleh Raspberry Pi 3 [7].

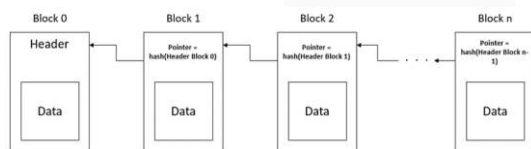
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui alur dan cara kerja, serta parameter jaringan terhadap Quality of Service (QoS) yang dihasilkan dari sistem pengintegrasian antara teknologi Blockchain dan Ethereum Platform dalam pengimplementasian layanan vaksinasi. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur, desain sistem, implementasi dan pengujian, serta analisis dan evaluasi.

II. KAJIAN TEORI

A. Blockchain

Teknologi *Blockchain* ditemukan pada tahun 2008 dan bersamaan dengan munculnya *cryptocurrency Bitcoin*, *cryptocurrency* yang saat ini sedang menjadi tren [8]. *Blockchain* adalah teknologi perekaman transaksi yang terkait dengan kode *hash* unik, permanen, dan tidak dapat diubah [9]. *Blockchain* bekerja ketika transaksi baru atau perubahan pada transaksi yang ada memasuki *Blockchain*. Sebagian besar *node* dalam implementasi *Blockchain* menjalankan algoritma untuk mengevaluasi dan meninjau riwayat masing-masing blok *Blockchain* yang diusulkan. Ketika mayoritas *node* mencapai konsensus (kesepakatan) dengan tanda tangan yang valid, maka blok transaksi baru ditambahkan ke buku besar dan blok baru ditambahkan ke rantai transaksi. Jika mayoritas menolak untuk menambah atau mengubah entri buku besar, maka transaksi itu ditolak dan tidak ditambahkan ke rantai. Model konsensus terdistribusi *Blockchain* berjalan sebagai buku besar terdistribusi tanpa memerlukan banyak otoritas. Otoritas adalah pusat integrasi yang menunjukkan transaksi mana yang valid dan transaksi mana yang tidak valid [9].

Terdapat bagian-bagian penting yang terstruktur dalam penggunaan *Blockchain*. Struktur *Blockchain* mewakili daftar transaksi yang valid dan terdiri dari satu set blok yang disimpan di jaringan. Setiap blok memiliki *hash* dalam bentuk enkripsi sebagai *pointer* atau ID untuk dapat menghubungkan setiap blok [3].



GAMBAR 1.
Diagram skema blockchain.

B. Ethereum

Ethereum adalah *cryptocurrency* terbesar kedua dari semua kapitalisasi pasar, dengan dokumentasi ekstensif dan komunitas pengembang aktif [10]. *Ethereum Blockchain* adalah platform komputasi *open source* terdesentralisasi dengan kegunaan *smart contract (scripting)* [11].

Ethereum memiliki dua komponen utama. Komponen pertama adalah *Turing-complete virtual processor* yang dapat menghitung sumber daya komputasi yang diperlukan dan menjalankan *script* yang disebut *Ethereum Virtual Machine (EVM)*. Komponen kedua adalah token yang disebut *ether*. *Ether* adalah mata uang jaringan dan digunakan untuk transaksi *user-to-user* (antar pengguna) atau untuk memberi penghargaan kepada *miners of the network* (penambang jaringan). *Ethereum* memiliki dua bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat *smart*

contract, yaitu *Solidity (C++ compiler based)* dan *Vyper (Python compiler based)* [12].

C. Smart Contract

Smart Contract (kontrak pintar) adalah *script* yang didistribusikan dan ditambatkan/disematkan ke dalam teknologi *Blockchain* atau infrastruktur serupa dengan adanya kemungkinan pelaksanaan proses yang telah ditentukan secara transparan [13].

Solidity merupakan salah satu bahasa pemrograman berorientasi objek yang dirancang untuk menjalankan *smart contract* pada EVM dan dalam bentuk penyimpanan file berupa ekstensi (.sol). Semua kode yang ditulis dalam bahasa pemrograman *Solidity* dikompilasi menggunakan *Solidity Compiler* atau biasa disebut dengan "solc". *Solidity Compiler* menghasilkan *Application Binary Interface (ABI)* dan *bytecode* (satu set fungsi *encode*) yang dapat dijalankan dan dijalankan pada EVM [14], seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2.

Proses pembuatan *smart contract* ke dalam jaringan *Ethereum*.

D. Web3

Web3 adalah teknologi web yang bersifat desentralisasi dan dibangun, dioperasikan, dan dimiliki oleh penggunanya. *Web3* menggunakan *Blockchain*, *Cryptocurrency*, dan *Non-Fungible Token (NFT)* untuk memberikan hak kembali kepada pengguna dalam bentuk kepemilikan [15]. Gagasan inti dari *web3* [15] adalah sebagai berikut:

Desentralisasi yaitu gagasan kepemilikan entitas tidak terpusat yang didistribusikan di antara pembuat dan penggunanya.

Permissionless yaitu gagasan yang memberikan setiap orang memiliki akses yang sama untuk berpartisipasi dalam *Web3* tanpa terkecuali.

Native payments yaitu gagasan yang menggunakan mata uang *kripto* sebagai transaksi pengiriman dan pembelanjaan uang secara *online*.

Trustless yaitu pengoperasian mekanisme sistem tanpa melibatkan pihak ketiga yang terpercaya.

E. Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer *mini* berukuran kartu kredit [16]. *Raspberry Pi* juga dapat disebut sebagai mikrokomputer. Perangkat ini memiliki *input*, *output*, *digital ports* yang dapat melakukan banyak hal seperti layaknya *desktop PC* atau komputer, sehingga perangkat ini dapat digunakan untuk *electronic projects* (proyek-proyek elektronik). *Raspberry Pi* dibuat di Inggris oleh *Raspberry Pi Foundation* [17].



GAMBAR 3. Perangkat Raspberry Pi 3 Model B [17].

F. Radio Frequency Identification (RFID)

RFID adalah teknologi identifikasi berbasis gelombang radio. Metode identifikasi menggunakan sarana label RFID atau tag transponder untuk menyimpan dan mengambil data jarak tertentu. Implementasi RFID digunakan dalam teknologi informasi dan komunikasi, yang memudahkan orang untuk mengidentifikasi sesuatu secara otomatis [18].



GAMBAR 4. RFID reader module [19].

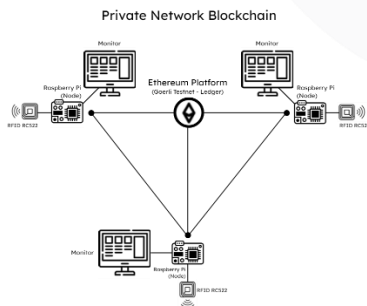
G. Quality of Service (QoS)

QoS adalah keahlian untuk memberikan jaminan sumber daya dan pembedaan layanan dalam jaringan. QoS memiliki kemampuan untuk membedakan antara kelas trafik dengan menggunakan metode analisis, pemodelan dan simulasi, serta pengukuran. Pengukuran jaringan berupa delay, jitter, throughput, dan packet loss [20].

III. METODE

A. Desain Sistem

Desain ini menjelaskan skenario dari sistem simulasi yang dirancang dengan mengintegrasikan Ethereum Platform, ledger pada Goerli (Ethereum Testnet), Raspberry Pi 3 Model B beserta algoritma konsensus PoS, RFID RC522, dan Client Device.



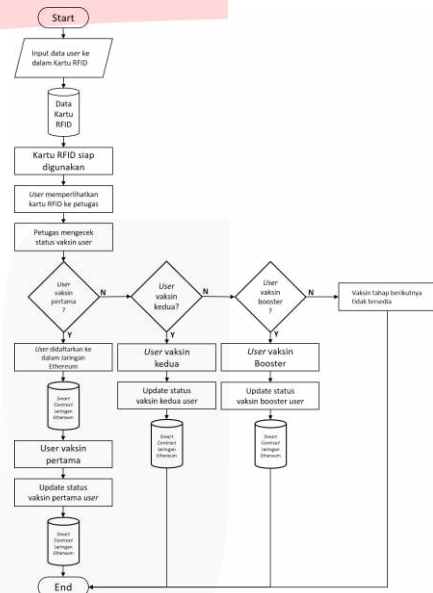
GAMBAR 5. Desain perancangan sistem menggunakan teknologi Blockchain.

Jaringan Blockchain didesain bersifat privat. Ethereum Blockchain memiliki sistem jaringan peer-to-peer yang dapat menangani node pada jaringan blockchain secara langsung. Setiap Raspberry Pi yang digunakan pada sisi client bertindak

sebagai node. Raspberry Pi memanfaatkan bahasa pemrograman Python berbasis Web3 untuk pembuatan alamat hash pada Smart Contract. Catatan transaksi disimpan dalam bentuk ledger pada Goerli Testnet dengan memanfaatkan algoritma konsensus PoS [21]. Client device berupa monitor touch screen, laptop, Personal Computer, dll. yang dapat terkoneksi dengan Raspberry Pi. Perangkat IoT RFID RC522 berperan untuk membaca atau menulis data pengguna kartu RFID.

B. Flowchart

Gambar 6 menunjukkan garis besar flowchart pemrograman pada penelitian ini. Pihak penginput data menggunakan Raspberry Pi 3 Model B dengan bantuan sensor RFID RC522 untuk menyimpan data pengguna pada kartu RFID. Pihak petugas pengecekan dan pembaruan status vaksin menggunakan Raspberry Pi 3 Model B sebagai mikrokomputer yang membantu pemrosesan data dari sensor RFID RC522 menuju ke jaringan Ethereum berdasarkan kondisi tahapan vaksin yang dibuat.



GAMBAR 6. Garis besar flowchart pemrograman.

C. Hasil Pengujian

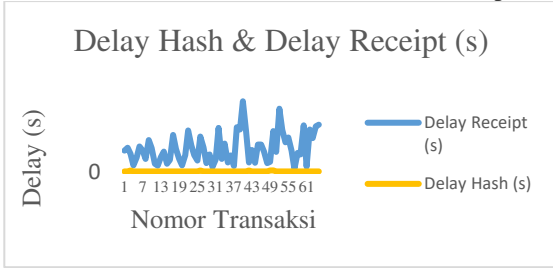
1. Analisis Hubungan Parameter QoS Terhadap Goerli Testnet

Proses pemrosesan parameter QoS terdiri atas proses inialisasi, Hash dan Receipt. Proses Hash merupakan proses konversi data string dari Raspberry Pi 3 Model B menjadi alamat hash pada Goerli Testnet. Proses Receipt adalah proses pembuatan smart contract yang dibuat ke dalam Goerli Testnet.

a. Delay Hash dan Receipt

Delay (latency) merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Gambar 7 menunjukkan nilai delay antara delay hash dan receipt memiliki perbedaan yang cukup jauh. Hal ini diakibatkan karena perbedaan proses yang dilakukan pada tiap delay tersebut. Proses hashing tidak memerlukan waktu yang lama, sebab data string hanya diubah menjadi dalam bentuk hash

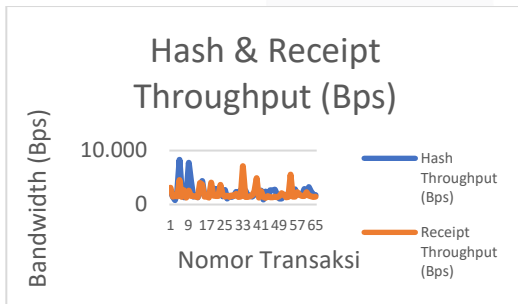
saja dengan menggunakan bantuan algoritma *Keccak-256* [22]. Sedangkan proses *receipt* membutuhkan pengacuan waktu blok transaksi pada *Goerli Testnet* berdasarkan transaksi global yang terjadi di dalam jaringan Ethereum [23]. Proses tersebut menghasilkan penyimpanan/perekaman catatan transaksi dalam bentuk alamat *hash* secara permanen.



GAMBAR 7. Grafik perbandingan delay *hash* dan delay *receipt*.

b. Throughput *Hash* dan *Receipt*

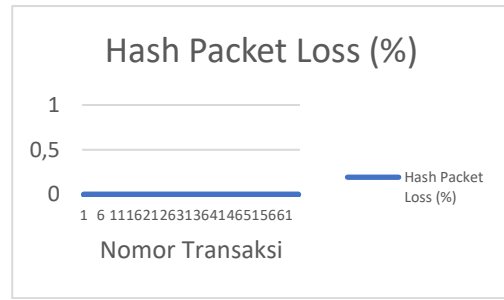
Throughput adalah jumlah total kedatangan bit paket yang diamati selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu pemrosesan (delay per proses) pengamatan tersebut. Gambar 8 menunjukkan perbedaan nilai rata-rata throughput antara proses *hash* dan proses *receipt* cukup signifikan walaupun perbedaan nilai delay kedua proses tersebut cukup jauh. Rata-rata throughput *hash* berjumlah 2,242 MBps dan rata-rata throughput *receipt* berjumlah 2,022 MBps. Hal ini menandakan bahwa banyaknya jumlah *byte* yang diterima pada tiap proses akan mempengaruhi nilai delay yang dihasilkan dari tiap proses tersebut.



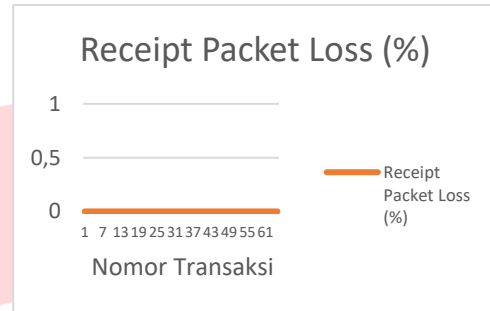
Gambar 8. Grafik perbandingan throughput *hash* dan *receipt*.

c. Packet Loss *Hash* dan *Receipt*

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang karena adanya drop paket yang disebabkan oleh *collision* dan *congestion* pada jaringan. Gambar 9 dan 10 menunjukkan tidak adanya packet loss yang terdapat selama proses *hash* berlangsung. Hal ini menandakan teknologi *blockchain* dapat menjamin keutuhan data setiap penggunaannya.



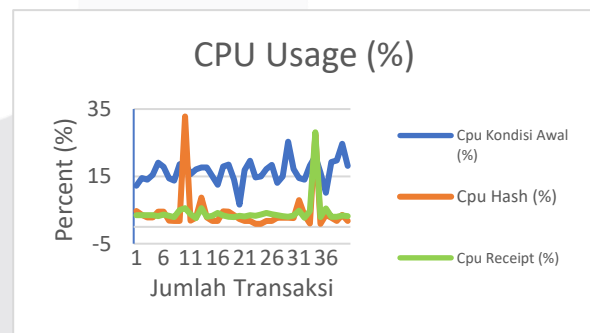
GAMBAR 9. Grafik packet loss *hash*.



GAMBAR 10. Grafik packet loss *receipt*.

2. Analisis Hubungan *Central Processing Unit* (CPU) Terhadap Jumlah Transaksi

Terdapat 40 jumlah transaksi pada *Goerli Testnet* yang terjadi pada proses ini. Gambar 11 menunjukkan rata-rata persentase CPU Raspberry Pi 3 Model B kondisi awal berada pada 16,49%. Proses *hash* menghasilkan rata-rata penggunaan CPU hingga 4,24%, dan proses pembuatan *Smart Contract* (*Receipt*) menghasilkan rata-rata penggunaan CPU hingga 4,21%. Total keseluruhan dari rata-rata penggunaan CPU pada tiap proses tersebut adalah sebesar 24,94%.



GAMBAR 11. Grafik perbandingan CPU Usage proses awal, *hash*, dan *receipt*.

IV. KESIMPULAN

Pengintegrasian antara teknologi *Blockchain* pada *Goerli Testnet* yang merupakan bagian dari *Ethereum Platform* dalam pengimplementasian layanan vaksinasi dapat disimulasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Python berbasis web3. Dengan memanfaatkan perangkat IoT (RFID), hasil atribut jaringan dari jumlah 65 transaksi pada *Goerli Testnet* terhadap QoS, menghasilkan rata-rata delay *hash* 0,33 detik, delay *receipt* 13,135 detik, throughput *hash* 2,242 MBps, throughput *receipt* 2,022 MBps, serta packet loss sebanyak 0% untuk keseluruhan proses. Hal ini

menandakan parameter QoS bekerja dengan baik pada jaringan Ethereum. Total keseluruhan rata-rata penggunaan CPU pada proses 40 jumlah transaksi di dalam *Goerli Testnet* adalah sebesar 24,94%.

REFERENSI

- [1] H.-N. Dai, Y. Zhang and Z. Zheng, "Blockchain for Internet of Things: A Survey," 2019.
- [2] S.-J. Hsiao and W.-T. Sung, "Blockchain-Based Supply Chain Information Sharing Mechanism," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 78875-78886, 2022.
- [3] R. Hanifatunnisa, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pencatatan E-voting Berbasis Blockchain," M.S. Thesis, Magister Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2017.
- [4] E. Fernando, Meyliana and Surjandy, "Blockchain Technology Implementation In Raspberry Pi For Private Network," in *2019 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET)*, Lombok, 2019, pp. 154-158.
- [5] T. Ncube, A. Terzoli and N. Dlodlo, "Private Blockchain Networks: A Solution for Data Privacy," in *IMITEC 2020*, Kimberley, South Africa, 2020.
- [6] M. F. Sidiq, A. I. Basuki, D. Rosiyadi, I. Setiawan, Y. H. Siregar and Sriyadi, "Secure Protection for COVID-19 Infographic using Blockchain and Discrete Cosine Transform-Singular Value Decomposition (DCT-SVD) Watermarking," *Jurnal Infotel*, vol. 14, no. 2, pp. 93-100, 2022.
- [7] A. Mulyanto and Y. B. Kushermanto, "Penerapan Teknologi RFID Modul RC522 berbasis Raspberry Pi B+ pada Sistem Absensi Siswa di Smk At-Taqwa Cabangbungin Kabupaten Bekasi," *Jurnal Informatika SIMANTIK*, vol. 2, no. 1, pp. 26-31, 2017.
- [8] S. Nakamoto, "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System," 2008 [Online]. Available: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [9] I. B. P. Bhiantara, "Teknologi Blockchain Cryptocurrency Di Era," in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) Ke-9*, Bali, Indonesia, 2018.
- [10] J. Lansky, "Analysis of Cryptocurrencies Price Development," *Acta Informatica Pragensia*, vol. 05, no. 02, pp. 118-137, 2016.
- [11] E. F. Kfoury and D. J. Khoury, "Secure End-to-End VoLTE based on Ethereum," in *International Conference on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*, Athens, Greece, 2018.
- [12] V. Dhillon, D. Metcalf and M. Hooper, Blockchain Enabled Applications, California: Apress Berkeley, 2021.
- [13] L. Ante, "Smart Contracts on the Blockchain – A Bibliometric Analysis and Review," *Telematics and Informatics*, vol. 57, no. 101519, 2021.
- [14] D. A. Badawi, "Sistem Verifikasi Dokumen Hasil Investigasi Forensik Digital berbasis Teknologi Blockchain," B.S. Thesis, Teknik Informatika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, 2019.
- [15] Ethereum, "Introduction to Web3," The Ethereum Foundation, 6 January 2023. [Online]. Available: <https://ethereum.org/en/web3/>. [Accessed 7 January 2023, 16:08 WIB].
- [16] E. Fernando, "Automatisasi Smart Home Dengan Raspberry Pi dan Smartphone Android," in *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK)*, Makassar, Indonesia, 2014.
- [17] T. R. P. Foundation, "What is a Raspberry Pi?," Raspberry Pi Ltd, [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/about/>. [Accessed 15 December 2021, 18:41 WITA].
- [18] S. Riyadi and R. Heriyanto, "Aplikasi Smart Card e-ktip berbasis RFID untuk Sistem Keamanan Ruang," *ELEKTRA*, vol. 2, no. 2, pp. 83-92, 2017.
- [19] K. N. Depok, "RFID - RC522 module / Rfid Module," Shopee, [Online]. Available: <https://shopee.co.id/RFID-RC522-module-Rfid-Module-i.38817979.2266423293>. [Accessed 15 December 2021, 19:52 WITA].
- [20] K. I. Park, QoS in Packet Networks, New York: Springer New York, 2005.
- [21] P. Pettinari, "Ethereum Testnets," The Ethereum Foundation, 15 November 2022. [Online]. Available: <https://ethereum.org/en/developers/docs/networks/>. [Accessed 4 January 2023, 18:42 WIB].
- [22] P. Bouchon, "eip-1474.md," Github, 2 10 2018. [Online]. Available: <https://github.com/ethereum/EIPs/blob/master/EIPS/eip-1474.md>. [Accessed 4 January 2023, 22:30 WIB].
- [23] Etherscan, "Ethereum Average Block Time Chart," Etherscan, 4 January 2023. [Online]. Available: <https://etherscan.io/chart/blocktime>. [Accessed 4 January 2023, 22:46 WIB].