

Perancangan dan Implementasi *Blockchain* pada Sistem *Electronic Medical Record* Berbasis *Website*

1st Vicha Octavia Dewanto Putri
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
vichao@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Favian Dewanta
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
faviandewanta@telkomuniversity.ac.id

3rd Arif Indra Irawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
arifirawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Umumnya sistem penyimpanan rekam medis pasien pada rumah sakit menggunakan sistem penyimpanan data manual atau data terpusat. Hal itu rentan mengalami kekeliruan data sehingga mengakibatkan server down atau hilangnya suatu data karena tidak adanya backup. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan menerapkan sistem database blockchain pada sistem penyimpanan rekam medis, dimana data akan disimpan secara desentralisasi dan terdistribusi keseluruhan node yang terdaftar di dalam jaringan. Saat terjadi kegagalan sistem pada salah satu node, tidak akan mempengaruhi sistem pada node lainnya.

Dalam skema penelitian kali ini penulis menggunakan framework Ethereum dan menggunakan webserver sebagai user interface penginputan data. Pembuatan sistem private blockchain dengan konsensus Proof-of-Work (PoW) dengan menghubungkan sistem satu pada node 1 dan sistem dua pada node 2. Menggunakan postman sebagai tempat testing untuk akurasi yang lebih maksimal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem blockchain dengan konsensus Proof-of-Work (PoW) membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengambil data dibanding dengan database konvensional postgresql. Database konvensional lebih efektif dalam penanganan set atau add data dikarenakan tidak mengharuskan melewati proses mining data dan diharuskan melewati verifikasi tanda tangan, mekanisme konsensus dan redundansi. Sistem blockchain tetap menerima dan menampung data inputan meskipun hanya satu node yang berjalan.

Kata kunci— *Blockchain, Proof-of-Work, Electronic Medical Record*

I. PENDAHULUAN

Bumi terus berevolusi dan mengakibatkan banyak perubahan dalam berbagai bidang. Bidang yang marak menjadi perbincangan yaitu industri digital. Internet of Things (IoT) hadir dengan menawarkan berbagai macam fitur untuk mempermudah banyak hal yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari. IoT yang terus meningkat mengakibatkan tingginya permintaan efisiensi masyarakat dalam berbagai sector kehidupan termasuk bidang layanan kesehatan. Pada kondisi tersebut peningkatan mutu layanan kesehatan sangat dibutuhkan baik dalam bidang pelayanan medis maupun pelayanan informasi medis. Dengan meningkatkan ketepatan dan kelengkapan informasi medical record dapat meningkatkan kualitas sebuah layanan kesehatan [1]. Rekam medis sekarang digunakan tidak hanya

untuk kebutuhan primer tetapi juga untuk tujuan klinis sekunder termasuk pelaporan kegiatan pelayanan rumah sakit, pemantauan kinerja rumah sakit, dan penelitian.

Medical record adalah berkas yang berisikan catatan dan dokumentasi tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, Tindakan dan pelayanan Kesehatan. Saat ini penyimpanan medical record di rumah sakit masih ada yang menggunakan kertas. Ada pula kasus bahwa setiap pasien bisa saja memiliki lebih dari satu catatan rekam medis pada sebuah klinik atau rumah sakit. Hal tersebut mengakibatkan penurunan efisiensi waktu dalam proses pencarian data pasien sehingga sering terjadi kesalahan dalam penanganan medis. Kasus lain terjadi apabila kondisi pasien sudah sangat lemah, sehingga pasien tidak memungkinkan untuk melaporkan keluhannya. Dari semua kasus permasalahan tersebut sangat memungkinkan untuk mengembangkan inovasi sistem penyimpanan data yang menghasilkan informasi secara cepat dan relevan. Inovasi tersebut dapat mempermudah pihak pasien dan pihak layanan Kesehatan untuk mengambil Tindakan. Dalam perancangan sistem tersebut, metode blockchain cocok untuk digunakan dalam keamanan data yang sangat bersangkutan dengan privasi dari pasien.

Blockchain merupakan sebuah blok protokol sistem terenkripsi yang saling terhubung kemudian divalidasi oleh setiap node pada jaringan data catatan digital yang disimpan dalam jaringan terdesentralisasi dan terdistribusi. Ethereum adalah salah satu mata uang digital yang menggunakan blockchain untuk pembukuan dan transaksi namun dalam blockchain, Ethereum dapat digunakan oleh berbagai pengembang perangkat lunak yang membutuhkan protokol blockchain sebagai pembukuan, transaksi dan jaringan computer dan internet. Oleh karena itu, penggunaan metode blockchain sebagai keamanan database pasien dan keefektifan dalam melakukan layanan kesehatan merupakan hal yang menguntungkan. Karena catatan akan ditempatkan pada distributor ledger permanen pada sistem blockchain. Catatan tersebut terlindungi secara kriptografis dan hanya orang tertentu yang mendapatkan akses untuk mengubah dan memperbarui catatan.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anggun Mugi Muhraroh yaitu tentang penerapan IoT menggunakan sistem Blockchain pada jaringan smart energy meter

dengan menggunakan raspberry pi. Penelitian melakukan pemantauan listrik yang menggunakan sensor daya yang akan mendeteksi data daya pada suatu beban. Kemudian data daya yang akan mendeteksi data daya pada suatu beban. Kemudian data daya tersebut akan dikirimkan dari raspberry pi ke node 1 menggunakan Message Queueing Telemetry Transport (MQTT) karena komunikasi overhead yang rendah dan efisiensi sumber daya. Data yang diterima kemudian diproses untuk disimpan ke database blockchain, lalu data akan ditampilkan pada web pengguna [2]. Ada pula penelitian sebelumnya dari Dzulfikar Ahmad Digidoyono yang membahas tentang aplikasi B-EMR medical record berbasis blockchain yang menggunakan Ethereum blockchain sebagai pembukuan medical record dan IPFS untuk menyimpan data informasi pasien dan bukti digital yang terlampir dalam medical record. Pada penelitian tersebut menggunakan metode blockchain sebagai solusi dari metode cloud server.

Dari beberapa penelitian sebelumnya, penulis melakukan perancangan dan penelitian mengenai Electronic Medical Record untuk mengamankan dan mengintegrasikan data Kesehatan menggunakan database berbasis blockchain. Sistem akan tetap berjalan jika salah satu node tidak berfungsi. Adapun keberhasilan dari penerapan database berbasis blockchain yaitu dapat mengintegrasikan sistem database terpusat menjadi sistem database terdistribusi, ditandai dengan Ketika satu node melakukan pembaruan kueri maka seluruh database pada node lain dapat melakukan sinkronisasi data. Sehingga, node menerima data transaksi yang sama dan disimpan di distributed ledger, sistem tetap berjalan walaupun ada salah satu node yang gagal atau tidak berfungsi. Kemudian data akan ditampilkan pada web pengguna.

II. KAJIAN TEORI

A. Rekam Medis

Rekam medis merupakan dokumen pada proses pelayanan yang diberikan dokter untuk pasien [3]. Rekam medis adalah berkas yang berisikan catatan dan dokumen tentang identitas pasien, pemeriksaan, pengobatan, Tindakan dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien [4]. Rekam medis bermanfaat sebagai dasar dan petunjuk untuk merencanakan pengobatan, perawatan dan Tindakan medis yang harus diberikan kepada pasien [5]. Rekam medis sangat penting selain untuk diagnosis dan pengobatan juga untuk evaluasi pelayanan Kesehatan, peningkatan efisiensi kerja melalui penurunan moralitas dan motilitas serta perataan yang lebih [5].

B. Blockchain

Blockchain pada dasarnya adalah “ledger” atau “database terdistribusi” dalam semua transaksi didokumentasikan mengenai semua pihak yang berpartisipasi [6]. Blockchain adalah ledger terdesentralisasi yang ditandatangani secara kriptografis dimana pada setiap transaksi disimpan dalam bentuk blok-blok [7]. Setiap node dalam jaringan blockchain menyimpan data replica yang sama. Blockchain dapat menyimpan informasi dan menetapkan aturan untuk memperbarui informasi [8]. Blockchain memiliki karakteristik dan fitur yang berbeda-beda yaitu desentralisasi, immutability, transparansi, dan anonimitas [9]. Namun, dari

perspektif yang lebih luas, blockchain dapat dianggap sebagai sistem terdistribusi yang secara umum mencangkup:

Jaringan peer to peer yang dibuat dari semua node tersebut yang membaca atau secara kooperatif menulis transaksi di blockchain.

Protocol konsensus, yaitu kumpulan kebijakan yang disepakati dan diimplementasikan oleh semua node, yang merupakan aturan yang mengatur jalannya transaksi bisa ditambahkan ke rantai blok [10].

C. Ethereum

Ethereum adalah platform perangkat lunak berbasis blockchain khusus yang dapat membangun dan menjalankan smart contract atau bisa dikatakan sebagai Distribution Applications (DApps). Ethereum juga merupakan dasar untuk mata uang virtual yang disebut ether. Ether adalah aset cryptocurrency yang digunakan pada Ethereum blockchain. Dalam bahasa lain, ether adalah bahan bakar untuk mengoperasikan DApps. Untuk mendefinisikan smart contract, Ethereum menyediakan Bahasa pemrograman lengkap yang mampu membuat dan menjalankan sistem blockchain. Operasi Ethereum menggunakan saldo saat ini dari semua akun dan kemungkinan data tambahan lainnya. State tidak disimpan secara langsung pada blockchain, tetapi dikodekan dan dikelola oleh akun secara terpisah. Dengan demikian, ether memungkinkan untuk menjalankan DApps, mengaktifkan smart contract, menghasilkan saldo kripto [11].

D. Smart Contract

Di dalam teknologi blockchain terdapat smart contract yaitu kontrak yang dibuat untuk perjanjian antara beberapa node berdasarkan jenis algoritma konsensus [2]. Smart contract dapat disesuaikan dalam segala macam kontrak seperti Pendidikan, kereta api, bangunan, dan lain-lain. Smart contract adalah perjanjian atau aturan yang mengatur transaksi yang disimpan dalam blockchain dan dieksekusi secara otomatis sebagai bagian dari transaksi [12]. Smart contract ditulis dalam solidity dikompilasi dan disimpan di ledger dalam bentuk Ethereum virtual machine EVM byte code untuk memastikan integritas contract [13]. Smart contract ini berfungsi sebagai perjanjian digital antara dua atau lebih pihak dan terdiri dari kode yang menentukan aturan dan persyaratan perjanjian tersebut. Keuntungan smart contract adalah meningkatkan efisiensi dan transparansi dalam bisnis dan membuat keamanan yang tidak dapat dimanipulasi atau diubah.

E. Algoritma Proof-of-Work

Algoritma Proof-of-Work ini bekerja dimana seluruh partisipan melakukan proses mining untuk memvalidasi sebuah transaksi sehingga mempengaruhi kinerja pemrosesan transaksi. Sedangkan pada permissioned atau private blockchain, tidak semua partisipan dapat bergabung ke dalam jaringan blockchain, melainkan hanya partisipan yang telah ditentukan dan hak aksesnya sesuai dengan apa yang ditentukan [14]. Dengan metode ini, node yang dapat menambahkan data ke blockchain adalah node yang berhasil memecahkan puzzle, protocol blockchain secara otomatis akan mengeluarkan puzzle baru untuk dipecahkan oleh node yang ada [15]. Metode ini dikenal juga sebagai mining [15]. Probabilitas memvalidasi blok baru tergantung pada akurasi

komputasi pada tugas tersebut [16]. Sebagai hasil validasi blok, node akan menerima jumlah aset kripto tertentu [16].

Keuntungan menggunakan algoritma Proof-of-Work yaitu:

1. Kemanan tinggi: Algoritma ini memerlukan upaya yang signifikan untuk menemukan solusi yang valid untuk masalah matematika yang dihasilkan, yang disebut "nonce". Proses ini membuat sulit bagi penyerang untuk memalsukan transaksi atau mengganti data pada blockchain.
2. Fairness: Algoritma PoW memastikan keadilan dalam jaringan blockchain, karena selalu dapat menghasilkan blok baru tergantung pemrosesan computer dan daya hash yang dimiliki
3. Kepercayaan: Keamanan dan keadilan algoritma PoW membantu membangun kepercayaan dalam jaringan blockchain. Dengan menggunakan algoritma ini, pengguna dapat yakin bahwa transaksi yang dilakukan di jaringan tidak dapat dimanipulasi dan tidak ada pihak ketiga yang memegang kendali atas jaringan.

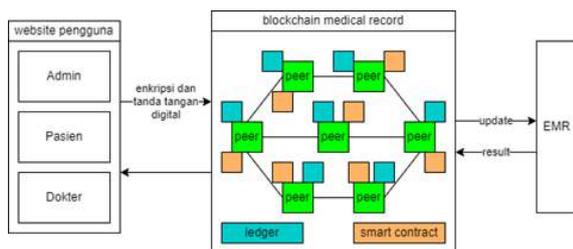
F. Gas Fee

Gas Fee pada blockchain adalah biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan operasi di jaringan blockchain, seperti melakukan transfer atau menjalankan smart contract. Biaya gas ini bertujuan untuk memastikan bahwa pengguna tidak menyalahgunakan jaringan blockchain dengan mengirimkan terlalu banyak transaksi atau menjalankan smart contract yang kompleks, sehingga membebani jaringan dan membuatnya lambat.

Dalam jaringan blockchain, setiap operasi membutuhkan sejumlah gas tertentu untuk dijalankan. Biaya gas yang dibayarkan oleh pengguna tergantung pada jumlah gas yang dibutuhkan untuk menjalankan operasi, serta nilai dari aset kripto yang digunakan sebagai pembayaran biaya gas. Pada jaringan Ethereum, gas fee dapat dihitung dengan mengalikan jumlah gas price dengan gas limit. Dimana gas price merupakan harga gas dalam wei persatuan gas dan gas limit merupakan batas maksimum gas yang dapat digunakan untuk operasi tertentu [17]. Penentuan gas fee yang tepat sangat penting untuk memastikan transaksi yang efektif dan efisien di jaringan blockchain, dan untuk memastikan bahwa jaringan blockchain dapat berjalan dengan lancar dan tidak terbebani.

III. METODE

Gambar 3.1 merupakan model blok diagram website electronic medical record menggunakan Ethereum blockchain untuk pembukuan rekam medis dan penyimpanan data rekam medis. Perancangan sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan sistem keamanan rekam medis.

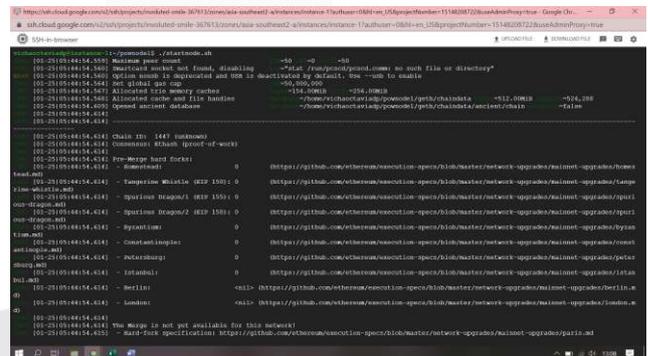


GAMBAR 3.1 Desain Sistem Blockchain

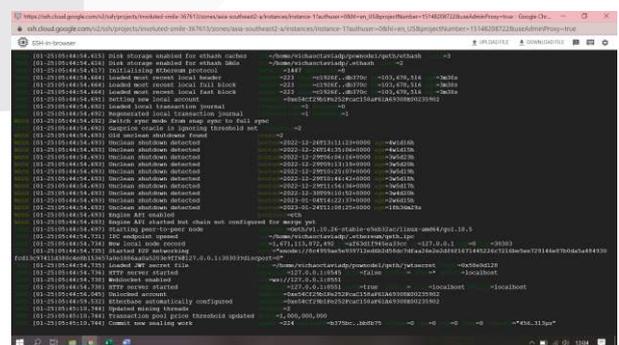
Jaringan blockchain ini terdiri dari user dan setiap pengguna mempunyai salinan ledger untuk menjaga ledger yang di distribusikan. User yang terkait merupakan pasien, admin dan dokter yang bersangkutan dengan layanan kesehatan. Dokter berperan dapat memeriksa semua informasi pasien dan memberikan diagnosa pasien. Admin mampu mengelola semua sumber data di dalam rumah sakit dan. Pasien dapat mengakses data medis mereka melalui jaringan rekam medis manapun. Pasien juga diizinkan untuk mengatur izin aksesinformasi media ke dokter lain dalam jaringan dengan cara menentukan kebijakan smart contract yang akan disebar ke seluruh jaringan blockchain untuk memastikan privasi dan keamanan data pasien. Semua interaksi antara user dan blockchain medis dienkrpsi dengan tanda tangan digital untuk memastikan keamanan sistem.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan blockchain dilakukan dengan menggunakan konsensus Proof-of-Work (PoW). Sistem ini berguna untuk menerima set data dan get data. Sistem ini dibuat dengan menggunakan dua virtual machine. Perancangan masing-masing node menggunakan Ubuntu 18. Dua node tersebut saling terhubung satu sama lain sehingga masing masing node bertugas sebagai miner dan validator. Gambar 4.1 dan gambar 4.2 merupakan tampilan saat running node yang terdapat beberapa informasi seperti chain ID, set global gas capability, konsensus, unlocked account sebagai alamat IP penghubung dengan web3, dan lainnya.



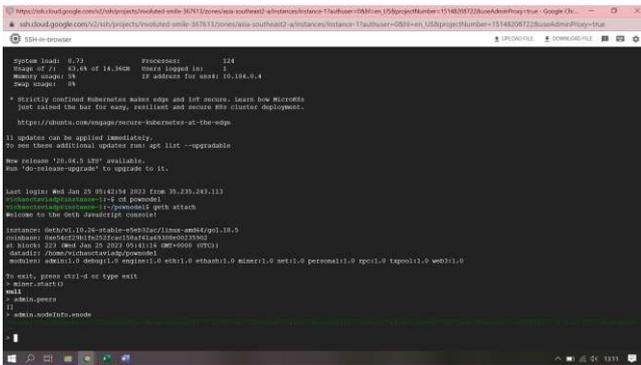
GAMBAR 4.1 Sistem blockchain yang terinstall dalam VM



GAMBAR 4.2 Perancangan blockchain dalam VM

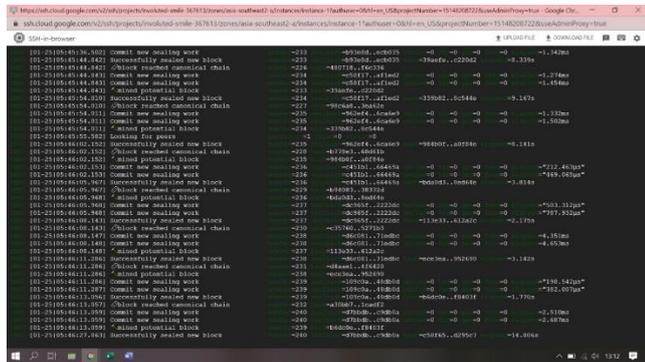
Gambar 4.3 merupakan tampilan geth attach sebagai halaman yang akan melakukan perintah perintah untuk menjalankan blockchain. Adapun enode yang berfungsi

sebagai penghubung antar node. Command miner.start() merupakan langkah untuk menjalankan node untuk melakukan mining.



GAMBAR 4.3
Tampilan geth attach pada VM

Gambar 4.4 merupakan tampilan node saat melakukan mining. "Successfully sealed new block" merupakan pertanda bahwa system telah berhasil melakukan mining blok. Elapse merupakan waktu yang dibutuhkan node untuk melakukan pembentukan block baru saat mining.



Gambar 4.4
Proses mining data

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada sistem database konvensional dan blockchain untuk penyimpanan data EMR, epnulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Database konvensional lebih efektif dalam penanganan set atau add data dikarenakan tidak mengharuskan melewati proses mining data dan diharuskan melewati verifikasi tanda tangan, mekanisme konsensus dan redundansi.
2. Perancangan blockchain menggunakan konsensus PoW membutuhkan banyak tenaga kerja CPU, karena pada setiap nodenya yang terus melakukan transaksi mining.
3. Sistem blockchain tetap menerima dan menampung data inputan meskipun hanya satu node yang berjalan.
4. Delay yang dihasilkan oleh setdata blockchain terjadi karena adanya pengaruh konsensus dan redundansi dari process mining.
5. PoW lebih aman karena pada saat melakukan transaksi memerlukan biaya yang lebih besar sehingga keamanan transaksi jauh lebih terjamin.

REFERENSI

- [1] F. N. Hanifah, L. Andrawina and A. F. Rizana, "Perancangan E-Archive Rekam Medis Puskesmas Kota Manna Menggunakan Metode SECI," e-Proceeding of Engineering, vol. 08, no. 05, p. 7506, 2021.
- [2] A. M. Mabruroh, F. Dewanta and A. A. Wardana, "Implementasi Ethereum Blockchain dan Smart Energy Meter," Jurnal Multinetics, vol. 07, no. 01, p. 83, 2021.
- [3] E. Wahjuni and N. K. Sari, "Legal Aspect of Electronic Medical Records," Journal of Dinamika Hukum (JDH-Faculty of Law, Jendral Soedirman University), vol. 17, no. 03, p. 315, 2017.
- [4] M. M. Zali, S. F. M. Yatin, M. R. A. Kadir, S. N. M. Tobi, N. H. Kamarudin and . N. N. E. N. Ramlee, "Managing Medical Records in Specialist Medical Centres," International Journal of Engineering & Technology, vol. 7, p. 233, 2018.
- [5] U. Kholili, "Pengenalan Ilmu Rekam Medis Pada Masyarakat Serta Kewajiban Tenaga Kesehatan di Rumah Sakit," Jurnal Kesehatan Komunitas, vol. 1, no. 2, p. 62, 2011.
- [6] D. B. Rawat, V. Chaudhary and R. Doku, "Blockchain Technology: Emerging Applications and Use Cases for Secure and Trustworthy Smart Systems," J. Cybersec.Priv., no. 1, pp. 5-6, 2020.
- [7] C. V. Pricilla and T. Devasena, "Aadhaar Identity System using Blockchain Technology," International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), vol. 174, no. 26, p. 28, 2021.
- [8] S. Rahmadika and K.-H. Rhee, "Blockchain technology for providing an architecture model of decentralized personal health information," International Journal of Engineering Business Management, vol. 10, pp. 3-4, 2018.
- [9] S. Al-Saqqa and S. Almajali, "Blockchain Technology Consensus Algorithms and Applications: A Survey," vol. 14, no. 15, pp. 143-144, 2020.
- [10] L. Ghiro, F. Restuccia, S. D'Oro, S. Basagni, T. Melodia, L. Maccari and R. L. Cigno, "What is a Blockchain? A Definition to Clarify the Role of the Blockchain in the Internet of Things," 2021.
- [11] S. Ferretti and G. D'angelo, "On the Ethereum Blockchain Structure: a Complex Networks Theory Perspective," pp. 2-4, 2019.
- [12] D. R. Vadapalli, "Blockchain Fundamentals Text Book," in Fundamental of Blockchain, Blockchainprep, 2020.
- [13] N. Choi and H. Kim, "Hybrid Blockchain-based Unification ID in Smart Environment," International Conference on Advanced Communications Technology(ICACT), pp. 166-167, 2020.
- [14] E. P. Setiawan, A. Bhawiyuga and R. . A. Siregar, "Pengembangan Sistem Rekam Medis Rumah Sakit dengan Multi User Rest Server berbasis Permissioned Blockchain menggunakan Framework Hyperledger," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 4, no. 1, pp. 2-4, 2020.
- [15] A. K. Harahap, N. . M. D. S. Oktari, A. Kartini, A. . A. G. Agung and R. . B. K., "Perbandingan ROI Metode Konsensus Proof of Work, Proof of Stake, dan Proof of

Service (Masternode)," Jurnal Teknologi Informasi dan Manajemen, vol. 2, no. 2, pp. 2-4, 2020.

[16]S. Hurwitz and H. Y. Youm, Distributed ledger technology overview, concepts, ecosystemDistributed Ledger Technology, ITU-T Focus Group on Application of, 2019.

[17]S. Z., Z. J, . L. Y and C. X, "Gas Fee Estimation on Ethereum Blockchain Using Machine Learning Techniques," 2019.

