

ANALISIS SISTEMATIK ALGORITMA KONSENSUS PADA BLOCKCHAIN

Farhan Afrian¹, Nicko Ilham Akbar², Sesilya Khalifatun³, Nur Latifah Dwi Mutiara Sari⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : farhanafrian102@gmail.com¹, nickoilhamnia@gmail.com², sesilyakhalifatun@gmail.com³,
nurlatifahdwimutiarasari@upgris.ac.id⁴

Abstrak

Blockchain merupakan teknologi terdistribusi yang mengandalkan algoritma konsensus untuk memastikan validitas data, integritas jaringan, dan keadilan dalam transaksi. Algoritma konsensus seperti Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), dan Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) memainkan peran penting dalam menentukan skalabilitas, efisiensi, dan keandalan sistem blockchain. Namun, perbedaan karakteristik dari masing-masing algoritma ini menghadirkan tantangan tersendiri ketika harus memilih dan menerapkannya pada berbagai aplikasi dengan kebutuhan yang berbeda-beda. Penelitian ini melakukan tinjauan literatur sistematis untuk mengeksplorasi perkembangan algoritma konsensus dalam teknologi blockchain. Studi ini mengkaji sejumlah publikasi ilmiah dari berbagai sumber terpercaya untuk membandingkan aspek-aspek utama, seperti efisiensi energi, kecepatan transaksi, dan tingkat keamanan dari setiap algoritma konsensus. Selain itu, penelitian ini juga membahas tren terkini serta tantangan yang mungkin muncul seiring evolusi algoritma konsensus, sembari menyoroti peluang inovasi yang dapat diambil di masa depan untuk meningkatkan teknologi blockchain. Hasil tinjauan ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kelebihan, kelemahan, dan potensi pengembangan dari masing-masing algoritma konsensus. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi jembatan komunikasi yang lebih baik antara pengembang dan peneliti, sehingga mereka dapat memilih algoritma yang paling sesuai untuk memenuhi kebutuhan spesifik dari berbagai aplikasi blockchain. Makalah ini memberikan wawasan berharga bagi pengembang yang ingin membangun platform blockchain yang lebih efisien, inovatif, berkelanjutan, dan etis.

Kata Kunci: Algoritma Konsensus, Terdistribusi, Blockchain, Literatur Sistematis

I. PENDAHULUAN

Blockchain telah muncul sebagai salah satu inovasi teknologi paling signifikan dalam beberapa tahun terakhir, menawarkan solusi yang aman dan transparan untuk berbagai masalah dalam sistem transaksi dan penyimpanan data. Teknologi ini beroperasi dengan menggunakan jaringan terdistribusi yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi tanpa perlu kepercayaan pada pihak ketiga. Di jantung teknologi blockchain terdapat algoritma konsensus, yang berfungsi untuk memastikan bahwa semua transaksi yang terjadi dalam jaringan adalah valid dan dapat dipercaya. Algoritma seperti Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), dan Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) masing-masing memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi cara mereka beroperasi, serta dampaknya terhadap efisiensi dan keamanan jaringan [1] [2].

Meskipun setiap algoritma konsensus menawarkan kelebihan tertentu, mereka juga menghadapi tantangan yang signifikan ketika diterapkan dalam konteks aplikasi dunia nyata. Misalnya, PoW dikenal karena tingkat keamanannya yang tinggi tetapi sering kali dikritik karena konsumsi energi yang besar [3]. Di sisi lain, PoS menawarkan efisiensi energi yang lebih baik tetapi mungkin menghadapi isu terkait sentralisasi. Dengan demikian, pemilihan algoritma konsensus yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi

blockchain dapat memenuhi kebutuhan spesifik dari berbagai aplikasi, mulai dari keuangan hingga manajemen rantai pasokan [4].

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang cara kerja algoritma-algoritma tersebut, serta mengeksplorasi tantangan dan peluang yang mungkin dihadapi di masa depan. Studi ini akan menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), yang dirancang untuk menilai dan menganalisis secara komprehensif penelitian-penelitian yang relevan berdasarkan pertanyaan penelitian, topik tertentu, atau fenomena yang menjadi fokus utama. Melalui kajian literatur ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran tentang metode-metode pengembangan sistem informasi berbasis web yang sering dibahas dalam artikel-artikel ilmiah yang terindeks di database jurnal, dengan periode publikasi dari tahun 2019 hingga 2024[5]. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan yang kuat bagi pengembangan lebih lanjut dalam teknologi blockchain.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode Systematic Literature Review (SLR), sebuah pendekatan yang merujuk pada metodologi riset yang dirancang untuk mengidentifikasi, mengumpulkan, dan mengevaluasi secara sistematis studi-studi yang relevan dengan topik tertentu. SLR mempunyai 3 langkah utama yaitu *Planning*, *Conducting*, dan *Reporting*. Berikut merupakan penjelasan tentang langkah-langkah utama dalam SLR:

1. Planning

Menentukan tema merupakan langkah awal dalam memulai proses Systematic Literature Review (SLR). Dengan memilih tema yang tepat, proses penentuan Research Question (RQ) menjadi lebih sederhana, karena RQ yang disusun dapat langsung terfokus pada tema yang telah ditentukan.

Dalam SLR, RQ memiliki peran penting sebagai panduan dalam proses pencarian dan ekstraksi literatur. Sebuah RQ dianggap efektif jika relevan, bermanfaat, terukur, serta sesuai dengan tema atau topik yang telah ditentukan sejak awal. Selanjutnya, penulis memilih Google Scholar untuk mencari jurnal sebanyak 30 jurnal.

2. Conducting

Tahap conducting dalam SLR merupakan tahap pelaksanaan penelitian. Proses ini dimulai dengan penentuan keyword yang akan digunakan untuk mencari jurnal, termasuk memahami penggunaan sinonim kata untuk meningkatkan akurasi pencarian. Selanjutnya, dilakukan pemilihan sumber pencarian jurnal.

Kemudian melakukan proses *Quality Assesment* (QA) untuk mengevaluasi berdasarkan kriteria penilaian kualitas sebagai berikut:

QA1: Apakah literatur diterbitkan dalam rentang waktu 2019–2024?

QA2: Apakah literatur mencantumkan platform yang digunakan dalam penelitian?

QA3: Apakah literatur menyajikan informasi mengenai metode yang digunakan untuk mengembangkan sistem informasi?

Setiap literatur akan diberi penilaian berdasarkan jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut, dengan kriteria berikut:

Y (Ya): Jika literatur sesuai dengan pertanyaan yang diajukan dalam penilaian kualitas.

T (Tidak): Jika literatur tidak memenuhi kriteria yang dimaksud dalam pertanyaan penilaian kualitas.

Setelah memperoleh 30 jurnal, tahap berikutnya adalah melakukan seleksi berdasarkan Research Question (RQ). Untuk mempermudah proses ini, disarankan untuk menetapkan kriteria yang membantu dalam penyaringan jurnal berdasarkan RQ1, RQ2, dan RQ3. Dalam penelitian ini, Research Question berfokus pada algoritma yang digunakan dan metode-metode yang digunakan.

Tabel 1. Hasil *Quality Assesment*

No	Literatur	Q1	Q2	Q3	Hasil
1	[6]	Y	Y	Y	✓
2	[7]	Y	Y	Y	✓
3	[8]	Y	Y	Y	✓
4	[9]	Y	Y	Y	✓
5	[10]	Y	Y	Y	✓
6	[11]	Y	Y	Y	✓
7	[12]	Y	Y	Y	✓
8	[13]	Y	Y	Y	✓
9	[14]	Y	Y	Y	✓
10	[15]	Y	Y	Y	✓
11	[16]	Y	Y	Y	✓
12	[17]	Y	Y	Y	✓
13	[18]	Y	Y	Y	✓
14	[19]	Y	Y	Y	✓
15	[20]	Y	Y	Y	✓
16	[4]	Y	Y	Y	✓
17	[21]	Y	Y	Y	✓
18	[22]	Y	Y	Y	✓
19	[23]	Y	Y	Y	✓
20	[24]	Y	Y	Y	✓
21	[25]	Y	Y	Y	✓
22	[1]	Y	Y	Y	✓
23	[2]	Y	Y	Y	✓

24	[26]	Y	Y	Y	✓
25	[27]	Y	Y	Y	✓
26	[24]	Y	Y	Y	✓
27	[28]	Y	Y	Y	✓
28	[29]	Y	Y	Y	✓
29	[30]	Y	Y	Y	✓
30	[31]	Y	Y	Y	✓

Tabel 2. Tujuan dibentuk RQ

ID	Research Question	Tujuan
RQ1	Sektor apa saja yang paling banyak mengadopsi teknologi blockchain?	Mengidentifikasi sektor-sektor utama yang paling banyak mengadopsi teknologi blockchain untuk memahami tren penerapan teknologi ini dalam berbagai industri dan mengevaluasi kontribusi blockchain dalam mendukung inovasi di sektor-sektor tersebut.
RQ2	Bagaimana mekanisme kerja algoritma konsensus utama pada blockchain?	Memberikan pemahaman mendalam tentang mekanisme kerja algoritma konsensus utama, seperti Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), dan Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT), guna mengungkap kelebihan, kekurangan, dan penggunaannya dalam berbagai jenis blockchain.
RQ3	Algoritma konsensus apa yang paling sering digunakan dalam blockchain publik dibandingkan dengan blockchain privat?	Membandingkan algoritma konsensus yang sering digunakan dalam blockchain publik dan privat untuk mengevaluasi efektivitas, efisiensi, serta kecocokan algoritma tersebut dengan kebutuhan masing-masing jenis blockchain.

3. Reporting

Tahap akhir dalam melakukan Systematic Literature Review (SLR) adalah pelaporan. Pada tahap ini, penulis menyusun laporan yang mencakup Pendahuluan, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan, serta Kesimpulan. Selain itu, laporan dilengkapi dengan abstrak di bagian awal.

Pendahuluan menjelaskan filosofi di balik tema yang dipilih, yang dapat mencakup sejarah atau latar belakang tema tersebut. Di bagian ini juga dijelaskan alasan mengapa penulis memilih tema tersebut untuk diteliti.

Pada bagian Hasil dan Pembahasan, penulis menyajikan hasil dari jurnal-jurnal yang telah disaring, serta bagaimana temuan-temuan tersebut memberikan jawaban terhadap RQ yang telah ditetapkan. Kesimpulan merupakan bagian penutup yang merangkum hasil dari SLR sesuai dengan RQ yang telah

ditentukan. Kesimpulan ini berisi ringkasan atau presentase hasil yang paling menonjol dari masing-masing RQ yang telah dibahas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Setelah melalui proses Quality Assessment (QA) terhadap 30 jurnal yang dipilih, semua literatur memenuhi kriteria yang telah ditetapkan (QA1, QA2, dan QA3). Dengan demikian, semua jurnal ini digunakan untuk menjawab Research Questions (RQs) yang telah ditentukan. Proses seleksi literatur ini memastikan bahwa setiap jurnal memiliki kualitas yang relevan untuk mendukung penelitian.

Hasilnya dapat diringkas dalam tabel sebagai berikut:

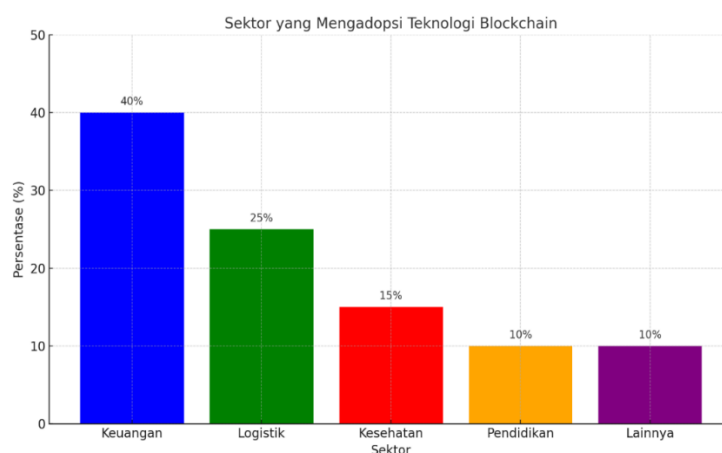
Tabel 3. Ringkasan Hasil Berdasarkan RQ

Research Question	Hasil Utama
RQ1	Sektor yang paling banyak mengadopsi teknologi blockchain adalah sektor keuangan (40%), diikuti oleh sektor logistik (25%), kesehatan (15%), pendidikan (10%), dan lainnya (10%).
RQ2	Mekanisme kerja algoritma konsensus utama pada blockchain, seperti Proof of Work (PoW), Proof of Stake (PoS), dan Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT), dijelaskan secara rinci.
RQ3	Algoritma konsensus yang paling sering digunakan dalam blockchain publik adalah PoW (65%), sedangkan untuk blockchain privat adalah PBFT (50%).

Pembahasan

1. RQ1 (Sektor apa saja yang paling banyak mengadopsi teknologi blockchain?)

Sektor yang Mengadopsi Teknologi Blockchain Berdasarkan analisis literatur, sektor keuangan mendominasi penggunaan teknologi blockchain, dengan penerapan dalam sistem pembayaran digital, cryptocurrency, dan transaksi lintas batas. Sektor logistik dan kesehatan juga menunjukkan potensi besar dalam memanfaatkan blockchain untuk pelacakan rantai pasokan dan manajemen data pasien.



Gambar 20. Grafik sektor yang banyak diadopsi

Penelitian ini menemukan bahwa sektor-sektor lain, seperti pendidikan dan pemerintahan, mulai menjajaki blockchain untuk validasi dokumen dan transparansi data.

2. RQ2 (Bagaimana mekanisme kerja algoritma konsensus utama pada blockchain?)

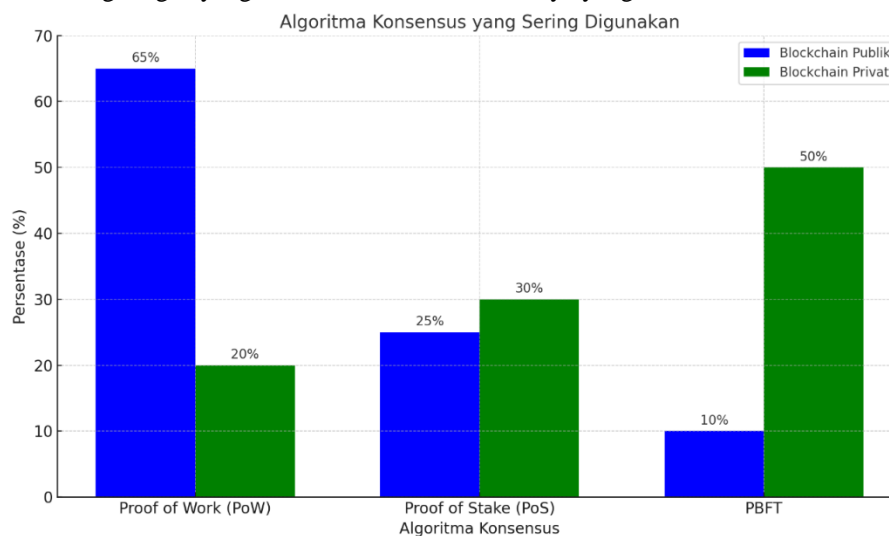
Mekanisme Kerja Algoritma Konsensus Literatur yang ditinjau memberikan pemahaman yang komprehensif tentang mekanisme kerja algoritma konsensus:

- Proof of Work (PoW): Menggunakan proses hashing untuk menemukan solusi yang valid, dengan tingkat keamanan yang tinggi tetapi konsumsi energi besar.
- Proof of Stake (PoS): Mengandalkan kepemilikan token sebagai kriteria validasi, yang lebih hemat energi dibandingkan PoW.
- Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT): Digunakan dalam blockchain privat untuk memastikan konsensus di antara node dengan toleransi kesalahan hingga 1/3 node.

Hasil ini menunjukkan bagaimana algoritma konsensus dipilih berdasarkan kebutuhan spesifik dari blockchain publik dan privat.

3. RQ3 (Algoritma konsensus apa yang paling sering digunakan dalam blockchain publik dibandingkan dengan blockchain privat?)

Algoritma Konsensus yang Sering Digunakan Dalam blockchain publik, PoW tetap menjadi algoritma konsensus yang dominan karena tingkat keamanannya yang tinggi, meskipun mulai terjadi pergeseran ke PoS untuk mengurangi konsumsi energi. Sementara itu, blockchain privat lebih sering menggunakan PBFT karena efisiensinya dalam lingkungan yang terkendali dan skalabilitasnya yang lebih baik.



Gambar 21. Grafik Algoritma yang sering digunakan dalam blockchain publik dan privat

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis literatur yang dilakukan melalui metode Systematic Literature Review (SLR), dapat disimpulkan bahwa algoritma konsensus yang paling umum digunakan dalam blockchain publik adalah Proof of Work (PoW) dan Proof of Stake (PoS). PoW menyediakan tingkat keamanan yang sangat tinggi, namun memiliki kelemahan dalam hal konsumsi energi yang besar. Sebaliknya, PoS lebih efisien dalam penggunaan energi dengan mengandalkan kepemilikan token sebagai kriteria untuk validasi. Sementara itu, blockchain privat biasanya mengadopsi algoritma Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT), yang dirancang untuk mencapai konsensus di antara node dengan toleransi kesalahan hingga sepertiga dari total node. Pemilihan algoritma konsensus ini sangat tergantung pada kebutuhan spesifik dari masing-masing jenis blockchain, baik publik maupun privat, untuk memastikan efisiensi, keamanan, dan keandalan sistem.

V. REFERENSI

- [1] L. Wikarsa, T. Suwanto, and C. Lengkey, "Implementasi Algoritma Konsensus Proof-of-Work dalam Blockchain terhadap Rekam Medis," *J. Pekommas*, vol. 7, no. 1, pp. 41–52, 2022, doi: 10.56873/jpkm.v7i1.4403.
- [2] A. Nanda Sari and T. Gelar, "Blockchain: Teknologi Dan Implementasinya," *J. Mnemon.*, vol. 7, no. 1, pp. 63–70, 2024, doi: 10.36040/mnemonic.v7i1.6961.
- [3] B. Lashkari and P. Musilek, "A Comprehensive Review of Blockchain Consensus Mechanisms," vol. 9, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3065880.
- [4] Z. Hussein, M. A. Salama, and S. A. El Rahman, "Evolution of blockchain consensus algorithms : a review on the latest milestones of blockchain consensus algorithms," *Cybersecurity*, 2023, doi: 10.1186/s42400-023-00163-y.
- [5] Y. Wahyudin and D. N. Rahayu, "Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: A Literatur Review," *J. Interkom J. Publ. Ilm. Bid. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 15, no. 3, pp. 26–40, 2020, doi: 10.35969/interkom.v15i3.74.
- [6] A. C. Nugraha, "Penerapan Teknologi Blockchain dalam Lingkungan Pendidikan," *Produktif J. Ilm. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 302–307, 2022, doi: 10.35568/produktif.v4i1.386.
- [7] Z. Munawar, N. Indah Putri, I. Iswanto, and D. Widhiantoro, "Analisis Keamanan Pada Teknologi Blockchain," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 8, no. 2, p. 67, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.2062.
- [8] M. O. Augusta, C. P. Oktaviandi Syeira, and A. Hadiapurwa, "Penggunaan Teknologi Blockchain Dalam Bidang Pendidikan," *Produktif J. Ilm. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 437–442, 2022, doi: 10.35568/produktif.v5i2.1259.
- [9] H. K. Sugandi, N. S. Harahap, E. P. Cynthia, F. Yanto, and S. Sanjaya, "Rancang Bangun Aplikasi Simulasi Mining Pada Jaringan Blockchain Bitcoin," *Sebatik*, vol. 26, no. 1, pp. 332–339, 2022, doi: 10.46984/sebatik.v26i1.1875.
- [10] M. R. Pratama, "Konsep Implementasi Metode Konsensus Proof of Work dan Proof of Stake pada Permainan Poker Daring Berbasis Blockchain," no. 18220110, 2023.
- [11] N. R.V, "Menggunakan Teknologi Blockchain Untuk Memastikan Keamanan," *J. Nas. Teknol. Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 33–37, 2022, doi: 10.61306/jnastek.v2i1.22.
- [12] A. M. Mabruroh, F. Dewanta, and A. A. Wardana, "Implementasi Ethereum Blockchain dan Smart Contract Pada Jaringan Smart Energy Meter," *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 82–91, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.4122.
- [13] P. W. Susanto and W. M. Ashari, "Penerapan Teknologi Blockchain pada Transaksi Online Shop," *Al Qalam J. Ilm. Keagamaan dan Kemasyarakatan*, vol. 18, no. 1, p. 654, 2024, doi: 10.35931/aq.v18i1.2778.
- [14] T. P. Utomo, "Implementasi Teknologi Blockchain Di Perpustakaan: Peluang, Tantangan Dan Hambatan," *Bul. Perpust.*, vol. 4, no. 2, pp. 173–200, 2022.
- [15] M. Bahanan and M. Wahyudi, "Analisis Pengaruh Penggunaan Teknologi Blockchain Dalam Transaksi Keuangan Pada Perbankan Syariah," *I'Thisom J. Ekon. Syariah*, vol. 2, no. 1, pp. 43–54, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.55606/religion.v1i6.830%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/46344%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/46344/16421182.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://www.ojs.amikom.ac.id/index.php/semnasteknomedia/article/>
- [16] L. Fang, "Center of darkness : Attacks and defensive strategies on blockchain consensus algorithm," vol. 0, no. May 2018, pp. 954–964, 2023, doi: 10.54254/2755-

2721/2/20220591.

- [17] A. F. Prasetyo and S. Teknik, “Aplikasi Voting Online dengan Menggunakan Teknologi Blockchain,” no. M.
- [18] I. Supriadi, “Transformasi Sistem Perpajakan Menggunakan Teknologi Blockchain Untuk Meningkatkan Transparansi Dan Mengurangi Penyimpangan,” *MUC Tax J.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–44, 2024, doi: 10.61261/muctj.v2i1.
- [19] M. F. Adithya, R. Munadi, and ..., “Implementasi Teknologi Blockchain Pada Layanan Pendaftaran Vaksinasi Dengan Menggunakan Ethereum Platform,” *eProceedings ...*, vol. 10, no. 5, pp. 4198–4202, 2023, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/download/21166/20455>
- [20] M. : Peluang, D. Tantangan, P. Tinggi, and S. A. Wibowo, “Al Irbad 5) 1),2),3 ,5)\ Teknik Informatika, 4) Teknik Informatika,” *Penerapan Smart Contract dalam Sist. Blockchain pada Pengakuan Sist. Kredit Semester Kampus Merdeka*, vol. 3, pp. 540–542, 2022.
- [21] Andre Dananjaya Kristino, Yudha Purwanto, and Muhammad Faris Ruriawan, “Sistem Pencatatan Kendaraan Menggunakan Blockchain Dengan Basis KIR [Vehicle Recording System Using Blockchain For Kir Testing],” *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 1703–1710, 2020.
- [22] Annisya and E. Haryatmi, “Implementasi Teknologi Blockchain Proof of Work Pada Penelusuran Supply Chain Produk Komputer,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 3, pp. 446–455, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i3.3068.
- [23] J. Ahn and E. Yi, “Blockchain Consensus Mechanisms : A Bibliometric Analysis (2014 – 2024) Using VOSviewer and R Bibliometrix,” pp. 1–29, 2024.
- [24] E. Gottlieb, J. Sumampouw, and I. Sembiring, “Analisis Verifikasi Proof of Stake (Pos) Nft Dengan Teknologi Smart Contract,” *J. Pendidik. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 4, no. 1, pp. 15–28, 2024.
- [25] S. Pokhrel, “No TitleEΛENH,” *Ayan*, vol. 15, no. 1, pp. 37–48, 2024.
- [26] Machvira Ul Husna and Prita Dellia, “Implementasi Blockchain Untuk Optimalisasi Sistem Keamanan Dokumen Transportasi Pada Sim Dan Stnk,” *J. Ilm. Tek. Mesin, Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–9, 2021, doi: 10.51903/juritek.v1i3.108.
- [27] T. I. Ramdhani, N. N. Faiza, M. Wulandari, A. D. Nastiti, and H. Kurniawan, “CFPChain: Optimalisasi Sistem Seleksi Pendanaan Riset BRIN Menggunakan Pendekatan Berbasis Konsorsium Blockchain,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 27–36, 2024, doi: 10.25126/jtiik.20241116676.
- [28] S. Bramasto, S. F. Savitri, and E. R. Djuwitaningrum, “Electronic Voting (e-voting) sebagai Aplikasi Terdesentralisasi pada Vexanium Blockchain,” *Fakt. Exacta*, vol. 17, no. 2, p. 96, 2024, doi: 10.30998/faktorexacta.v17i2.19405.
- [29] A. D. M. HM and S. A. Junianti, “Penerapan Teknologi Blockchain Dalam Sistem Informasi Akuntansi,” *Jawara Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [30] R. M. Handoko, B. Aulyansyah, A. Trisna, and R. Delon, “Implementasi Blockchain Untuk Keamanan Sistem Pembayaran Digital dan Optimasi Transaksi Keuangan (Studi Kasus Industri Fintech di Indonesia),” vol. 4, pp. 64–74, 2024.
- [31] O. Blockchain *et al.*, “ONTOLOGI BLOCKCHAIN PADA KARYA TULIS PUISI DI PENDIDIKAN SEKOLAH DASAR : METODE MERKLE,” pp. 23–33.