

Tinjauan Literatur: Penerapan Teknologi Blockchain dalam Sistem Verifikasi Sertifikat Akademik

Wisnu Rizki Ferdiansyah¹, Safani Nur Awal^{2*}, Muhamad Tsaqif³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto
Email: ¹wisnu.rizki.f02@gmail.com, ^{2*}safaninur0000@gmail.com, ³much.tsaqif@gmail.com

Abstrak - Penelitian ini mengevaluasi penerapan teknologi *blockchain* untuk mengatasi pemalsuan sertifikat akademik menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) berdasarkan pedoman PRISMA (2022–2025). Dari analisis terhadap tujuh studi terpilih, ditemukan bahwa arsitektur paling efektif adalah model *hybrid* yang menggabungkan *public blockchain* (Ethereum) dan penyimpanan *off-chain* (IPFS) dengan integrasi *QR Code*. Implementasi ini terbukti menjamin integritas data (*immutability*) dan memangkas waktu verifikasi menjadi hitungan detik. Namun, karena kendala biaya transaksi tinggi dan privasi data, penelitian selanjutnya disarankan berfokus pada solusi *consortium blockchain* atau teknologi *Layer-2*.

Kata kunci: Blockchain, Verifikasi Sertifikat Akademik, *Systematic Literature Review*, Ethereum, IPFS.

Abstract - This study evaluates the application of *blockchain* technology to address academic certificate forgery using a *Systematic Literature Review* (SLR) based on PRISMA guidelines (2022–2025). Analysis of seven selected studies reveals that the most effective architecture is a *hybrid* model combining *public blockchain* (Ethereum) and *off-chain* storage (IPFS) integrated with *QR Codes*. This implementation is proven to guarantee data *immutability* and reduce verification time to seconds. However, due to high transaction costs and privacy issues, future research is recommended to focus on *consortium blockchain* or *Layer-2* solutions.

Keywords— *Blockchain, Academic Certificate Verification, Systematic Literature Review, Ethereum, IPFS.*

I. PENDAHULUAN

Pemalsuan ijazah dan kredensial akademik telah menjadi isu global signifikan yang merusak integritas pendidikan dan pasar tenaga kerja [1][2][3]. Praktik ini mencakup pemalsuan dokumen fisik hingga peretasan basis data institusi [4][5]. Sistem verifikasi konvensional yang seringkali manual, terpusat, dan berbasis kertas, terbukti tidak efisien, memakan waktu, mahal, serta rentan terhadap manipulasi dan kegagalan sistem [6][7]. Verifikasi seringkali memerlukan komunikasi langsung dengan institusi penerbit atau perantara [8]. Ketergantungan pada basis data terpusat menimbulkan risiko keamanan serta *single point of failure* [9][10]. Selain itu, fitur keamanan fisik pada sertifikat sulit diverifikasi secara independen oleh pihak ketiga [4]. Keterbatasan ini menuntut solusi yang lebih andal, seiring meningkatnya kebutuhan transparansi di sektor pendidikan [11].

Teknologi *blockchain*, sebagai buku besar digital terdistribusi yang diamankan secara kriptografis [12][13][14][15], menawarkan solusi potensial [16]. Sifat utamanya, yaitu *immutability* (kekekalan data) dan desentralisasi (tanpa otoritas pusat) [17][18][19], secara inheren mengatasi kelemahan sistem tradisional. *Blockchain* memungkinkan pembuatan catatan kredensial yang aman, transparan, dan tahan manipulasi [20][21]. Hal ini juga memfasilitasi proses verifikasi yang lebih efisien tanpa memerlukan perantara terpusat [1].

Namun, hingga kini belum terdapat studi literatur yang komprehensif mengenai implementasi teknologi *blockchain* dalam verifikasi kredensial akademik. Kekosongan informasi ini menunjukkan perlunya penelitian pendahuluan berbasis *Systematic Literature Review* (SLR) guna mengidentifikasi, memetakan, dan mensintesis hasil penelitian terdahulu di bidang ini. Pendekatan SLR, sebagaimana dikemukakan oleh Pati dan Lorusso [22], bertujuan mengumpulkan, mengevaluasi secara kritis, serta mengintegrasikan temuan-temuan penelitian untuk memperoleh pemahaman yang utuh mengenai topik yang dikaji.

Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran menyeluruh tentang tren, manfaat, dan tantangan implementasi *blockchain* pada sistem verifikasi kredensial akademik. Selain itu, hasil analisis SLR diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi praktis bagi institusi pendidikan, pengembang teknologi, dan pembuat kebijakan dalam merancang solusi berbasis *blockchain* yang efektif dan efisien guna menjaga integritas akademik.

Pertanyaan penelitian (RQ) pada penelitian ini sebagai berikut:

RQ1: Bagaimana konsep dan mekanisme kerja teknologi *blockchain* dalam konteks verifikasi sertifikat akademik?

RQ2: Bagaimana hasil implementasi *blockchain* pada sistem verifikasi sertifikat akademik yang telah dibahas dalam penelitian terdahulu?

RQ3: Apa tantangan dan keterbatasan yang dihadapi dalam implementasi *blockchain* untuk verifikasi kredensial akademik?

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan mengadopsi pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA). Pendekatan ini dipilih untuk menjamin transparansi dan reproduksibilitas dalam proses pengumpulan, penyaringan, dan sintesis literatur yang relevan. Kerangka PRISMA digunakan untuk meminimalkan bias seleksi dan memastikan kualitas studi yang dianalisis dalam menjawab pertanyaan penelitian mengenai penerapan *blockchain* pada verifikasi sertifikat akademik.

A. Strategi Pencarian (Search Strategy)

Pencarian literatur dilakukan secara terstruktur melalui basis data akademik *Google Scholar*, yang dipilih karena kemampuannya menyajikan artikel terkurasi beserta konteks sitasinya. Proses pencarian dibatasi pada rentang publikasi 2022 hingga 2025 untuk memastikan relevansi dan keterkinian teknologi yang dikaji.

String pencarian (*search string*) disusun menggunakan operator Boolean dengan kombinasi kata kunci berikut: “*blockchain*”, “*blockchain technology*”, “*academic certificate verification*”, “*academic credential verification*”, “*digital academic certificates*”, dan “*blockchain-based credential system*”.

B. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Artikel

Untuk menyeleksi artikel yang paling relevan, ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusi (Tabel 1). Artikel disaring melalui tiga tahapan: pemeriksaan judul, abstrak, dan pembacaan teks lengkap (*full-text*).

TABEL 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Artikel

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel berbahasa Inggris atau Bahasa Indonesia	Artikel non-bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia
Teks lengkap dapat diakses	Artikel dengan teks lengkap yang tidak dapat diakses
Artikel yang dipublikasikan dalam jurnal ilmiah atau prosiding konferensi	Publikasi selain jurnal atau prosiding konferensi
Artikel yang diterbitkan pada periode 2022–2025 serta membahas penerapan teknologi <i>blockchain</i> dalam sistem verifikasi sertifikat atau kredensial akademik	Artikel yang diterbitkan di luar rentang tahun 2022–2025 atau tidak relevan dengan topik verifikasi sertifikat akademik berbasis <i>blockchain</i>

C. Proses Seleksi dan Ekstraksi Data

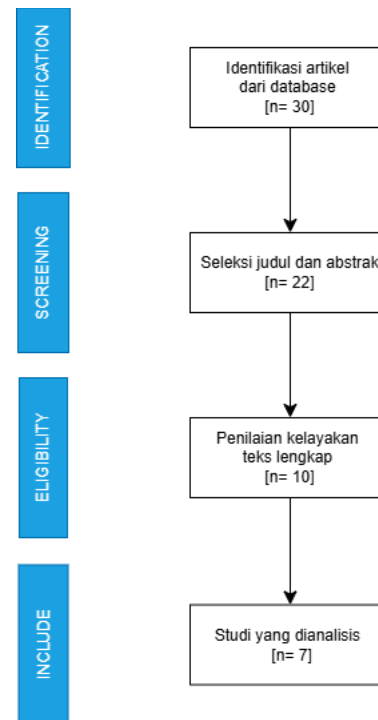
Proses seleksi mengikuti diagram alir PRISMA (Gambar 1). Dari hasil pencarian awal, dilakukan penyaringan duplikasi dan relevansi judul/abstrak. Artikel yang lolos tahap awal dievaluasi kelayakannya berdasarkan ketersediaan teks lengkap dan kesesuaian konten dengan pertanyaan penelitian.

Data dari artikel terpilih kemudian diekstraksi meliputi: (1) Identitas studi (penulis, tahun), (2) Pendekatan teknologi *blockchain* yang digunakan, (3) Mekanisme verifikasi yang

diusulkan, dan (4) Temuan utama terkait manfaat serta tantangan implementasi.

D. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan pendekatan kualitatif tematik. Temuan dikelompokkan berdasarkan tema utama yang diturunkan dari pertanyaan penelitian, yaitu: mekanisme kerja *blockchain*, hasil implementasi sistem, serta tantangan yang dihadapi. Sintesis ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif mengenai kontribusi teknologi *blockchain* dalam menjaga integritas sertifikat akademik.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA Proses Seleksi Artikel

III. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan proses seleksi PRISMA, diperoleh 7 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Tabel 2 menyajikan ringkasan studi yang dianalisis dalam tinjauan ini. Mayoritas penelitian berfokus pada pengembangan purwarupa (*prototype*) sistem verifikasi menggunakan platform *blockchain* publik (seperti *Ethereum*) maupun privat (*Hyperledger*).

TABEL 2. Daftar Artikel Terpilih Hasil SLR

No	Daftar Artikel Terpilih (Blockchain – Academic Credential Verification)		
	Penulis	Judul Artikel	Tahun
1	Taufiq Rizky Darmawan Suseno, Irawan Afrianto, Sufa Atin	Strengthening data integrity in academic document recording with blockchain and InterPlanetary file system	2024

No	Daftar Artikel Terpilih (Blockchain – Academic Credential Verification)		
	Penulis	Judul Artikel	Tahun
2	Nur Khairunnisa Noorhizam a, Zubaile Abdullah a., Shahreen Kasim a, Isredza Rahmi A Hamid a, Mohd Anuar Mat Isa	Verification of Ph.D. Certificate Using QR Code on Blockchain Ethereum	2023
3	Olaiya Samuel Oluwaseyi & R.O. Akinyede	Utilizing Blockchain Technology for University Certificate Verification System	2024
4	Faton Kabashi, Halil Snopce, Artan Luma1, Vehbi Neziri	Trustworthy Verification of Academic Credentials through Blockchain Technology	2024
5	Noshi, Yuan Xu	Development of Blockchain-Based Academic Credential Verification System	2024
6	Mariano Anthony Cardenas-Quispe & Alex Pacheco	Blockchain ensuring academic integrity with a degree verification prototype	2025
7	Ruqaya Abdelmagid, Mohamed Abdelsalam, Fahad Kamal Alsheref	A Blockchain Framework for Academic Certificates Authentication	2024

A. Mekanisme dan Arsitektur Sistem

RQ1: Bagaimana konsep dan mekanisme kerja teknologi *blockchain* dalam konteks verifikasi sertifikat akademik?

Berdasarkan analisis literatur, terdapat pola umum dalam mekanisme kerja verifikasi sertifikat akademik berbasis *blockchain*. Arsitektur sistem yang diusulkan umumnya melibatkan integrasi antara *smart contract*, penyimpanan terdesentralisasi, dan antarmuka verifikasi.

- Platform Blockchain:** Sebagian besar studi, termasuk Cardenas-Quispe & Pacheco [23] serta Noorhizam et al. [24], memanfaatkan *Ethereum* sebagai infrastruktur utama karena dukungan *smart contract* yang matang dan ekosistem yang luas. Namun, untuk kebutuhan institusi yang memprioritaskan privasi dan kontrol akses, Kabashi et al. [25] mengusulkan penggunaan *Hyperledger Fabric* (*blockchain* privat/konsorsium), yang menawarkan skalabilitas lebih tinggi tanpa biaya transaksi (*gas fee*) yang fluktuatif seperti pada *public blockchain*.
- Mekanisme Penyimpanan (Off-chain Storage):** Menyimpan seluruh data dokumen di dalam blok (*on-chain*) dinilai tidak efisien dan mahal. Sebagai solusi, Suseno et al. [20] dan Noshi & Xu [6] menerapkan *InterPlanetary File System* (IPFS). Dalam mekanisme ini, hanya kode unik (*hash*) dari dokumen yang dicatat di *blockchain*, sementara file fisik dokumen disimpan di jaringan IPFS yang terdesentralisasi. Pendekatan ini menjaga integritas data tanpa membebani jaringan *blockchain*.
- Verifikasi Berbasis QR Code:** Untuk memudahkan pengguna akhir (seperti perekrut kerja), sistem

dilengkapi dengan fitur QR Code. Seperti dijelaskan oleh Noorhizam et al. [24], pemindaian QR Code pada ijazah akan langsung mengarahkan verifikasi ke data transaksi di *blockchain*, memungkinkan validasi keaslian dokumen secara real-time dan transparan.

B. Hasil Implementasi dan Manfaat

RQ2: Bagaimana hasil implementasi *blockchain* pada sistem verifikasi sertifikat akademik yang telah dibahas dalam penelitian terdahulu?

Implementasi teknologi *blockchain* terbukti memberikan solusi signifikan atas kelemahan sistem verifikasi konvensional. Temuan utama meliputi:

- Integritas Data (Immutability):** Semua studi menyepakati bahwa sifat *immutable* (kekekalan data) pada *blockchain* berhasil memitigasi risiko pemalsuan ijazah. Oluwaseyi & Akinyede [26] menekankan bahwa penggunaan algoritma *hashing* (SHA-256) memastikan setiap perubahan kecil pada dokumen akan mengubah nilai *hash*, sehingga manipulasi data dapat dideteksi seketika.
- Efisiensi Waktu:** Sistem ini memangkas birokrasi legalisir yang berbelit. Cardenas-Quispe & Pacheco [23] menunjukkan bahwa proses verifikasi yang sebelumnya memakan waktu harian hingga mingguan dapat dipersingkat menjadi hitungan detik melalui sistem otomatis.
- Desentralisasi dan Keamanan:** Suseno et al. [20] menyoroti bahwa kombinasi *blockchain* dan IPFS menghilangkan risiko titik kegagalan tunggal (*single point of failure*). Data sertifikat tetap aman dan dapat diverifikasi meskipun server lokal institusi mengalami gangguan atau peretasan.

C. Tantangan dan Keterbatasan

RQ3: Apa tantangan dan keterbatasan yang dihadapi dalam implementasi *blockchain* untuk verifikasi kredensial akademik?

Meskipun menawarkan berbagai keunggulan, penerapan teknologi ini masih menghadapi beberapa tantangan teknis dan operasional:

- Biaya Transaksi (Gas Fee):** Tantangan utama pada penggunaan *public blockchain* seperti *Ethereum* adalah biaya transaksi yang tinggi untuk setiap pencatatan sertifikat. Noshi & Xu [6] mengidentifikasi bahwa fluktuasi biaya ini dapat menjadi hambatan bagi institusi dengan anggaran terbatas.
- Skalabilitas dan Penyimpanan:** Kabashi et al. [25] mencatat bahwa seiring bertambahnya jumlah lulusan, ukuran *ledger* akan terus membesar, yang dapat mempengaruhi kinerja jaringan. Solusi *hybrid* menggunakan penyimpanan *off-chain* (IPFS) menjadi krusial untuk mengatasi masalah ini.
- Privasi Data:** Pada *blockchain* publik, data transaksi dapat dilihat oleh siapa saja. Abdelmagid et al. [27] menyarankan penggunaan mekanisme kontrol akses atau *private blockchain* untuk memastikan data sensitif mahasiswa tidak terekspos secara bebas kepada publik yang tidak berkepentingan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Tinjauan Pustaka Sistematis (SLR) terhadap tujuh studi (2022–2025), arsitektur paling efektif untuk verifikasi sertifikat akademik adalah model *hybrid* yang menggabungkan *public blockchain* (Ethereum) dan penyimpanan IPFS yang terintegrasi dengan *QR Code*. Implementasi ini terbukti menjamin integritas data (*immutability*), memitigasi risiko pemalsuan, dan memangkas waktu verifikasi secara drastis tanpa memerlukan perantara.

Namun, penerapan teknologi ini masih terkendala oleh tingginya biaya transaksi (*gas fee*) dan isu privasi data pada jaringan terbuka. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk berfokus pada solusi *consortium blockchain* atau teknologi *Layer-2* guna menekan biaya, serta pengembangan mekanisme privasi yang lebih kuat untuk melindungi data lulusan.

REFERENSI

- [1] D. Chiş and M. Caramihai, “Blockchain in Higher Education: A Secure Traceability Architecture for Degree Verification,” *Reimagining Educ. - Role E-Learning, Creat. Technol. Post-Pandemic Era*, pp. 1–21, 2023, doi: 10.5772/intechopen.1001997.
- [2] A. Rehman and F. Hashim, “International Journal of Social Science and Human Research Leveraging Internal Audit and Blockchain to Mitigate Academic Fraud and Enhance Institutional Sustainability: A General Strain Theory Perspective,” vol. 08, no. 01, pp. 479–496, 2025, doi: 10.47191/ijsshr/v8-i1-59.
- [3] M. R. Hodgman, “Employers’ Perspectives on the Performance of Higher Education Institutions in Preparing Graduates for the Workplace: A Review of the Literature,” vol. 8, no. 3, pp. 92–103, 2018, doi: 10.5296/ber.v8i3.13370.
- [4] S. H. Said, M. A. Dida, E. M. Kosia, and R. S. Sinde, “A Blockchain-based Conceptual Model to Address Educational Certificate Verification Challenges in Tanzania,” *Eng. Technol. Appl. Sci. Res.*, vol. 13, no. 5, pp. 11691–11704, 2023, doi: 10.48084/etasr.6170.
- [5] J. Gilbert, M. Mboma, and O. T. Tshipata, “Enhancing the Reliability of Academic Document Certification Systems with Blockchain and Large Language Models,” vol. 21, pp. 419–437, 2024, doi: 10.37394/23209.2024.21.39.
- [6] Noshi and Y. Xu, “Development of Blockchain-Based Academic Credential Verification System,” *OALib*, vol. 11, no. 09, pp. 1–20, 2024, doi: 10.4236/oalib.1112130.
- [7] P. M. Pondkule, “Implementation of blockchain-based document management system for higher education organizations,” vol. 18, no. 1, pp. 1–11, 2025, doi: 10.2478/ijssis-2025-0001.
- [8] M. A. C. Quispe and A. Pacheco, “Blockchain ensuring academic integrity with a degree verification prototype,” *Sci. Rep.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–15, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-93913-6.
- [9] T. M. Nasrullah *et al.*, “Device Agent Assisted Blockchain Leveraged Framework for Internet of Things,” *IEEE Access*, vol. 11, no. December 2022, pp. 1254–1268, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3231491.
- [10] C. Li, “Enhancing CAD Data Integrity and Security in Supply Chain Networks Using Blockchain,” vol. 18, no. 1, pp. 1–22, 2025, doi: 10.4018/IJISSCM.389716.
- [11] K. Saja and A. Stecyk, “Blockchain-Based Certification: Enhancing Transparency and Trust in Higher Education,” *Eur. Res. Stud. J.*, vol. XXVI, no. Issue 3, pp. 363–380, 2023, doi: 10.35808/ersj/3219.
- [12] A. C. Fortune, E. J. Garba, U. Mohammed, and A. A. Kadams, “Blockchain-Enabled Conceptual Framework for Enhancing Academic Transcript Issuance and Authentication in the Nigerian Educational System,” *Int. J. Dev. Math.*, vol. 1, no. 2, pp. 227–236, 2024, doi: 10.62054/ijdm/0102.19.
- [13] E. A. Tissier *et al.*, “Time Until Proof of Credentials Significantly Decreases With the Use of Blockchain Technology and the Document Management System,” vol. 15, no. 11, pp. 1–6, 2023, doi: 10.7759/cureus.48920.
- [14] M. I. Sarwar and L. A. Maghrabi, “Blockchain: A Crypto-Intensive Technology — A Comprehensive Review,” *IEEE Access*, vol. 11, no. December, pp. 141926–141955, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3342079.
- [15] S. Davidson, P. D. E. Filippi, and J. Potts, “Blockchains and the economic institutions of capitalism,” pp. 1–20, 2017, doi: 10.1017/S1744137417000200.
- [16] Y. Wang, X. Cong, L. Zi, and Q. Xiang, “Blockchain for Credibility in Educational Development: Key Technology, Application Potential, and Performance Evaluation,” *Secur. Commun. Networks*, vol. 2023, 2023, doi: 10.1155/2023/5614241.
- [17] J. A. Berrios Moya, J. Ayoade, and M. A. Uddin, “A Zero-Knowledge Proof-Enabled Blockchain-Based Academic Record Verification System,” *Sensors*, vol. 25, no. 11, pp. 1–24, 2025, doi: 10.3390/s25113450.
- [18] O. I. Oriekhoe, B. I. Ashiwaju, and K. C. Ihemereze, “BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: A COMPREHENSIVE REVIEW,” vol. 6, no. 1, pp. 150–166, 2024, doi: 10.51594/ijmer.v6i1.714.
- [19] J. S. M. B and V. Kale, *Blockchain Technology Based Supply Chain Management System*. Atlantis Press International BV, 2023. doi: 10.2991/978-94-6463-136-4.
- [20] T. R. D. Suseno, I. Afrianto, and S. Atin, “Strengthening

- data integrity in academic document recording with blockchain and InterPlanetary file system,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 1759–1769, 2024, doi: 10.11591/ijece.v14i2.pp1759-1769.
- [21] H. Taherdoost, “A Critical Review of Blockchain Acceptance Models — Blockchain Technology Adoption Frameworks and Applications,” 2022.
- [22] D. Pati and L. N. Lorusso, “How to Write a Systematic Review of the Literature,” *HERD Heal. Environ. Res. Des. J.*, vol. 11, no. 1, pp. 15–30, Jan. 2018, doi: 10.1177/1937586717747384.
- [23] M. A. Cardenas-quispe and A. Pacheco, “Blockchain ensuring academic integrity with a degree verification prototype,” pp. 1–15, 2025.
- [24] N. Khairunnisa, Z. Abdullah, S. Kasim, I. Rahmi, and A. Hamid, “Verification of Ph . D . Certificate Using QR Code on Blockchain Ethereum,” vol. 7, no. September, pp. 716–725, 2023.
- [25] V. N. Faton Kabashi, Halil Snopçe, Artan Luma, “Trustworthy Verification of Academic Credentials through Blockchain Technology,” *Int. J. Online Biomed. Eng.*, vol. 20, no. 9, pp. 51–64, 2024, doi: 10.3991/ijoe.v20i09.48999.
- [26] O. S. Oluwaseyi, “Utilizing Blockchain Technology for University Certificate Verification System,” vol. 12, no. 45, pp. 23–40, 2024.
- [27] R. Abdelmagid, M. Abdelsalam, and F. K. Alsheref, “A Blockchain Framework for Academic Certificates Authentication,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 15, no. 7, pp. 297–305, 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.0150729.