



DOI: <https://doi.org/10.38035/jmpis.v7i2>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Keamanan dan Keabsahan Data Akademik Berbasis *Blockchain* pada Perguruan Tinggi Indonesia

Alvina Nur Fitriyani^{1*}

¹Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia, Alvinafitriyani91104@gmail.com

*Corresponding Author: Alvinafitriyani91104@gmail.com

Abstract: *The increasing cases of diploma forgery and academic data breaches in Indonesian higher education institutions show the weakness of academic data management and protection systems. Digitalization of academic services aimed at improving efficiency and accessibility presents new challenges related to data security, document validity, and public trust in educational credentials. Blockchain technology emerges as a potential solution due to its decentralized, transparent, and tamper-proof characteristics. This research aims to explore the potential application of blockchain technology in ensuring the security and validity of academic data in Indonesian higher education institutions, as well as identifying implementation challenges. The research uses qualitative methods with a case study approach at one of the state universities in Semarang. Data was collected through in-depth interviews, observations, and documentation studies. Research results show that blockchain is perceived to be able to improve academic data security, document authenticity, and public trust through cryptography-based verification mechanisms and immutable data recording. However, its implementation faces various challenges, including limited technological infrastructure, high implementation and operational costs, and low human resource readiness. This research concludes that blockchain implementation in higher education requires a gradual approach, strengthening human resource capacity, policy support, and cross-institutional collaboration.*

Keywords: *Blockchain, Academic Data Security, Digital Diploma, Higher Education, Public Trust*

Abstrak: Meningkatnya kasus pemalsuan ijazah dan kebocoran data akademik di perguruan tinggi Indonesia menunjukkan masih lemahnya sistem pengelolaan dan perlindungan data akademik. Digitalisasi layanan akademik yang bertujuan meningkatkan efisiensi dan aksesibilitas justru menghadirkan tantangan baru terkait keamanan data, keabsahan dokumen, serta kepercayaan publik terhadap kredensial pendidikan. Teknologi *blockchain* muncul sebagai solusi potensial karena karakteristiknya yang terdesentralisasi, transparan, dan tidak dapat dimanipulasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi penerapan teknologi *blockchain* dalam menjamin keamanan dan keabsahan data akademik di perguruan tinggi Indonesia, serta mengidentifikasi tantangan implementasinya. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus pada salah satu perguruan tinggi negeri di Semarang. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam, observasi, dan studi dokumentasi. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa blockchain dipersepsikan mampu meningkatkan keamanan data akademik, keaslian dokumen, dan kepercayaan publik melalui mekanisme verifikasi berbasis *kriptografi* dan pencatatan data yang tidak dapat diubah. Namun, implementasinya menghadapi berbagai tantangan, antara lain keterbatasan infrastruktur teknologi, tingginya biaya implementasi dan operasional, serta rendahnya kesiapan sumber daya manusia. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan *blockchain* di pendidikan tinggi memerlukan pendekatan bertahap, penguatan kapasitas SDM, dukungan kebijakan, dan kolaborasi lintas institusi.

Kata Kunci: *Blockchain*, Keamanan Data Akademik, Ijazah Digital, Perguruan Tinggi, Kepercayaan Publik

PENDAHULUAN

Universitas Negeri Semarang pada tahun 2025 mengungkap kasus pemalsuan ijazah bersama Polsek Tamansari Glodok Jakarta. Kepala Humas UNNES melaporkan bahwa sindikat pemalsuan ini memanipulasi ijazah asli dengan mengganti nama pemilik, namun membiarkan kode keamanan dan nomor seri tetap sama. Hasil investigasi menunjukkan bahwa nama-nama yang tertera pada ijazah palsu tersebut tidak pernah terdaftar sebagai mahasiswa UNNES (Humas UNNES, 2025). Insiden serupa terjadi di Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang mengalami kebocoran data pribadi mahasiswa yang terdeteksi pada tanggal 5 Januari 2021. Menurut laporan Cyberthreat.id, lebih dari 125.000 data mahasiswa dari angkatan 2010 hingga 2017 tersebar secara ilegal. Informasi yang bocor mencakup data sensitif seperti identitas lengkap mahasiswa, program studi, jalur penerimaan, tanggal lahir, nomor telepon, alamat domisili, kota asal, asal sekolah menengah, status perkawinan, serta informasi keluarga meliputi nama orang tua, profesi, tingkat pendidikan, dan penghasilan orang tua (Cyberthreat.id, 2021). Insiden-insiden ini menunjukkan betapa rentannya sistem penyimpanan data akademik terhadap ancaman kebocoran dan penyalahgunaan informasi pribadi yang dapat merugikan integritas institusi Pendidikan.

Dampak dari kebocoran data semacam ini tidak dapat dianggap remeh karena memiliki konsekuensi dari berbagai perspektif yang dapat berlangsung dalam jangka waktu yang panjang. Dari perspektif individu, kebocoran data pribadi dapat membuka peluang bagi berbagai bentuk kejahatan siber. Data pribadi yang bocor dapat digunakan untuk membuat akun palsu, mengajukan pinjaman atas nama korban, atau bahkan digunakan dalam skema kejahatan yang lebih kompleks. Dari perspektif institusional, insiden kebocoran data dapat merusak reputasi perguruan tinggi, mengurangi kepercayaan publik, dan bahkan berpotensi menimbulkan konsekuensi hukum sesuai dengan regulasi perlindungan data yang berlaku.

Di tengah tantangan keamanan data yang semakin kompleks, teknologi *blockchain* muncul sebagai solusi potensial yang menawarkan paradigma baru dalam pengelolaan data akademik. *Blockchain*, dengan karakteristik desentralisasi, *immutability*, dan transparansi, memiliki kapasitas untuk menciptakan sistem verifikasi kredensial akademik yang lebih aman, efisien, dan terpercaya. Hal ini sejalan dengan temuan Sunarya (2022) yang menyatakan bahwa teknologi *blockchain* mampu meningkatkan keamanan sertifikat dan perlindungan data sistem.

Dalam konteks Indonesia secara spesifik, industri *blockchain* masih berada di tahap awal adopsi dengan implementasi yang terbatas, sementara di sektor pendidikan tinggi, pembahasan mengenai kesiapan adopsi teknologi ini masih sangat terbatas. Celah penelitian ini menekankan kebutuhan mendesak untuk membangun pemahaman holistik tentang cara mengintegrasikan *blockchain* secara efektif di Indonesia.

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang cenderung bersifat konseptual atau terbatas pada analisis teknis, penelitian ini mengadopsi perspektif holistik yang tidak

hanya mengkaji aspek teknologi, tetapi juga menggali secara mendalam persepsi pemangku kepentingan, mengidentifikasi kondisi dan tantangan riil yang dihadapi institusi, serta merumuskan model implementasi yang kontekstual dan realistis untuk diterapkan di Indonesia.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi implementasi teknologi *blockchain* dalam menjamin keamanan dan keabsahan data akademik di perguruan tinggi Indonesia melalui metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus.

Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai model keamanan data akademik berbasis *blockchain* yang cocok untuk konteks Indonesia, memperkaya pengetahuan teoretis mengenai adopsi *blockchain* di pendidikan, serta memberikan manfaat praktis berupa saran kebijakan, dan pendekatan manajemen perubahan yang siap diterapkan oleh perguruan tinggi untuk meningkatkan keamanan, keterbukaan, dan kepercayaan dalam lingkungan pendidikan tinggi Indonesia di masa digital. Penelitian ini juga diharapkan menjadi acuan bagi pembuat kebijakan dalam merumuskan regulasi dan standar nasional terkait *blockchain* untuk kredensial akademik, serta mendorong kerjasama antar perguruan tinggi dalam menciptakan ekosistem *blockchain* pendidikan yang saling terhubung dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus untuk mengeksplorasi kondisi dan tantangan keamanan data akademik di perguruan tinggi, persepsi pemangku kepentingan terhadap teknologi *blockchain*, serta model implementasi yang sesuai untuk konteks Indonesia. Subjek penelitian dipilih melalui purposive sampling yang meliputi pimpinan institusi, staf bagian akademik, pengelola sistem informasi, dosen, dan mahasiswa yang terlibat langsung dalam pengelolaan dan penggunaan data akademik. Penelitian dilaksanakan di salah satu perguruan tinggi negeri di Semarang yang pernah mengalami kasus pemalsuan ijazah pada tahun 2025.

Penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui wawancara mendalam, observasi langsung, dan interaksi dengan para pemangku kepentingan untuk menggali pemahaman, persepsi, dan pengalaman mereka terhadap keamanan data akademik serta pandangan mengenai penerapan *blockchain*. Data sekunder diperoleh dari studi dokumentasi yang meliputi dokumen kebijakan akademik institusi, standar operasional prosedur pengelolaan data, peraturan terkait digitalisasi perguruan tinggi, laporan sistem informasi akademik, serta publikasi ilmiah dan riset sebelumnya yang memiliki relevansi dengan topik keamanan data akademik dan aplikasi teknologi *blockchain*. Instrumen utama penelitian adalah peneliti sendiri yang dilengkapi dengan pedoman wawancara semi-terstruktur, lembar observasi untuk mencatat proses pengelolaan data akademik, dan panduan dokumentasi sebagai acuan dalam mengidentifikasi dokumen-dokumen relevan.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur untuk menggali pandangan informan tentang keamanan data akademik dan potensi implementasi *blockchain*, observasi di bagian akademik dan pusat data untuk melihat langsung sistem penyimpanan dan validasi data serta mengidentifikasi kelemahan sistem, dan studi dokumentasi sebagai data pelengkap sekaligus alat verifikasi terhadap hasil wawancara dan observasi.

Analisis data menggunakan model Miles dan Huberman yang terdiri dari reduksi data (pemilihan informasi penting dan pengenalan pola), penyajian data (uraian deskriptif tersusun), dan penarikan kesimpulan. Keabsahan data dijamin melalui triangulasi sumber dengan membandingkan informasi dari berbagai narasumber, serta triangulasi metode dengan memverifikasi hasil wawancara, observasi, dan studi dokumentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemajuan pesat dalam bidang teknologi telah menghadirkan perubahan yang sangat besar dan mendasar dalam cara perguruan tinggi mengelola dan mengadministrasikan data akademik mereka. Proses transformasi digital yang dilakukan terhadap berbagai jenis layanan akademik, yang mencakup sistem pengelolaan ijazah, manajemen transkrip nilai, pada dasarnya dirancang dan diimplementasikan dengan tujuan utama untuk meningkatkan efisiensi operasional institusi, meningkatkan tingkat akurasi dan keakuratan data yang dikelola, serta memperluas dan mempermudah aksesibilitas informasi bagi seluruh pemangku kepentingan baik internal maupun eksternal. Namun demikian, seiring dengan semakin meningkatnya tingkat ketergantungan institusi pendidikan tinggi terhadap penggunaan sistem digital dan platform teknologi informasi dalam menjalankan berbagai fungsi administrasi dan layanan akademiknya, pada saat yang bersamaan juga muncul berbagai tantangan dan permasalahan baru yang cukup kompleks. Tantangan-tantangan tersebut terutama berkaitan erat dengan aspek keamanan dan perlindungan data, persoalan validitas dan keabsahan dokumen akademik yang dikeluarkan, serta isu kepercayaan dan keyakinan publik terhadap keaslian dan kredibilitas kredensial pendidikan yang diterbitkan oleh institusi.

Digitalisasi layanan akademik ini sejalan dengan tren global menuju *smart university* atau universitas cerdas yang memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna. Transformasi digital di perguruan tinggi tidak hanya sebatas digitalisasi dokumen fisik menjadi format elektronik, tetapi proses transformasi digital melibatkan adopsi dari gabungan seperti *cloud computing*, *big data*, kecerdasan buatan, dan *Internet of Things* atau dikenal dengan istilah IOT untuk merubah cara kerja serta interaksinya dengan berbagai pemangku kepentingan (Subekti *et al.*, 2024). Transformasi ini juga didorong oleh ekspektasi generasi *digital native* yang menuntut layanan akademik yang *real-time*, *mobile-friendly*, dan dapat diakses kapan saja dari mana saja.

Kondisi Keamanan Data Akademik dan Tantangannya

Berdasarkan temuan yang diperoleh dari hasil wawancara mendalam yang telah dilakukan dengan berbagai narasumber yang meliputi dosen dari program studi sistem informatika dengan keahlian dalam keamanan sistem informasi, staf pengelola teknologi informasi institusi yang bertanggung jawab atas infrastruktur dan operasional sistem, dan staf bagian administrasi akademik yang menangani pengelolaan data mahasiswa dan penerbitan dokumen akademik sehari-hari, dapat dipahami dan disimpulkan bahwa sistem pengelolaan data akademik yang saat ini diterapkan di perguruan tinggi pada prinsipnya memang sudah dirancang dan dikembangkan dengan menggunakan prosedur standar operasional yang cukup ketat, terstruktur, dan berlapis-lapis sebagai upaya untuk menjaga integritas, kerahasiaan, dan ketersediaan data. Sistem yang ada juga telah mengintegrasikan berbagai mekanisme verifikasi dan validasi data pada berbagai tahapan proses administrasi akademik, mulai dari tahap penginputan data awal oleh mahasiswa atau staf, *proses review* dan *approval* oleh pihak yang berwenang, hingga tahap *finalisasi* dan penerbitan dokumen resmi seperti ijazah dan transkrip nilai yang dilengkapi dengan berbagai fitur keamanan seperti *barcode*, *watermark*, dan tanda tangan digital.

Temuan ini menunjukkan bahwa institusi pendidikan tinggi telah menyadari pentingnya keamanan data akademik dan telah melakukan upaya-upaya untuk mengimplementasikan *security controls* sesuai dengan kemampuan dan sumber daya yang mereka miliki. Namun demikian, sebagaimana diungkapkan oleh informan dosen dalam wawancara, "pada dasarnya keamanan data belum bisa dikatakan 100% aman. Masih terdapat data tertentu yang dapat diakses secara luas, misalnya pada sistem kepegawaian atau aplikasi internal." Pernyataan ini mengonfirmasi temuan Alfian dan Rahman (2024) bahwa operasional perguruan tinggi sangat bergantung pada sistem dan perangkat lunak tertentu, yang dapat menjadi sumber kerentanan keamanan jika terdapat celah teknis, tanpa pembaruan dan pemeliharaan yang konsisten celah

keamanan ini membuka peluang bagi penyerang untuk mengakses atau mengekstraksi data sensitif.

Adapun tantangan yang narasumber ungkapkan salah satu tantangan krusial dalam pengelolaan data akademik di perguruan tinggi Indonesia, yakni menjaga integritas dan keaslian karya ilmiah mahasiswa di tengah maraknya praktik plagiarisme. Histori data akademik mahasiswa, khususnya tugas akhir, skripsi, tesis, dan disertasi, menjadi aset intelektual yang sangat rentan terhadap pelanggaran hak kekayaan intelektual. Kerentanan ini semakin meningkat seiring dengan digitalisasi dan kebijakan *open access* yang mengharuskan institusi mengunggah karya ilmiah ke repositori institusi atau jurnal elektronik. Hal ini sejalan dengan data Kemendikbudristek yang menunjukkan bahwa kasus pelanggaran etika berupa plagiarisme meningkat secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir, mencerminkan masih lemahnya sistem pengawasan dan sanksi dalam institusi pendidikan tinggi (Kemendikbudristek, 2023).

Potensi *Blockchain* untuk Keamanan Data Akademik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi pemangku kepentingan terhadap potensi *blockchain* dalam menjamin keamanan data akademik cenderung positif, meskipun disertai dengan kekhawatiran realistis tentang kesiapan implementasi. Informan dosen mengidentifikasi beberapa peluang strategis penerapan *blockchain* yang menunjukkan pemahaman mendalam tentang teknologi dan aplikasinya. Pertama, verifikasi ijazah dengan sidik jari digital dan enkripsi *kriptografi* diidentifikasi sebagai kasus penggunaan yang paling segera dan berdampak besar. "Salah satu peluang penerapan *blockchain* adalah pada verifikasi ijazah. Misalnya, ijazah dapat dilengkapi dengan sidik jari digital, kemudian data tersebut dienkripsi menggunakan teknologi *kriptografi*. Jika ijazah tersebut memang milik yang bersangkutan, maka sidik jarinya akan sesuai," ungkap informan dosen.

Usulan ini menunjukkan pemahaman tentang *otentikasi* berlapis dan verifikasi *biometrik* yang dapat meningkatkan keamanan kredensial akademik secara signifikan. Penggunaan data biometrik seperti sidik jari sebagai verifikasi tambahan dapat mencegah penyalahgunaan kredensial yang dicuri atau dipalsukan, karena fitur *biometrik* bersifat unik untuk setiap orang dan sangat sulit ditiru. Informan juga menyebutkan "tanda tangan digital dan kode batang dapat digunakan sebagai kunci publik untuk verifikasi, yang menunjukkan pengetahuan tentang *kriptografi* kunci publik teknologi dasar dari *blockchain*."

Informan dosen lebih lanjut menjelaskan proses enkripsi data: "Data mahasiswa, seperti nama, ID mahasiswa, dan ID unit, dapat dienkripsi dan disimpan dalam *blockchain* sehingga masuk ke dalam sistem *kriptografi*. Contohnya, sidik jari digital untuk ijazah dapat dienkripsi dan dimasukkan ke dalam *blockchain* sebagai bentuk validasi kepemilikan. Ke depannya, validasi tidak lagi menggunakan cap sidik jari manual, tetapi menggunakan data *biometrik* yang telah dienkripsi sehingga benar-benar menunjukkan bahwa ijazah tersebut milik yang bersangkutan."

Pandangan optimistis terhadap implementasi *blockchain* untuk manajemen kredensial akademik didukung oleh bukti empiris dari penelitian terkini. Razaque *et al.* (2025) dalam studinya mendemonstrasikan bahwa sistem berbasis *blockchain* dan AI dapat mencapai tingkat deteksi pemalsuan yang sangat tinggi, dengan "*a high detection rate of 94% for fraudulent entries, with an overall model accuracy of 95%*" dalam validasi *record* akademik. Implementasi sistem ini juga menunjukkan peningkatan efisiensi operasional yang signifikan, dimana "*AIVS achieved an 85% reduction in verification time compared to traditional processes*" (Razaque *et al.*, 2025), mengubah proses verifikasi yang sebelumnya memakan waktu berminggu-minggu atau berhari-hari menjadi hanya beberapa detik atau menit. Efisiensi biaya juga terbukti substansial, dengan Berrios Moya *et al.* (2025) menemukan "*approximately 94% reduction in operational costs when compared to Ethereum Mainnet*" melalui arsitektur

dual-network yang mengintegrasikan *zero-knowledge proofs* dengan *blockchain technology*. Berkurangnya waktu verifikasi dan biaya operasional secara drastis merupakan peningkatan yang sangat berarti bagi pengalaman pengguna dan efisiensi institusi pendidikan tinggi, serta memperkuat keamanan dan kepercayaan dalam ekosistem kredensial akademik global.

Peluang transformatif lainnya yang cukup besar terletak pada pengembangan ekosistem penelitian akses terbuka berbasis *blockchain*, khususnya dalam akses data penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Dalam konteks ini, *blockchain* memungkinkan pembangunan platform terdesentralisasi untuk perdagangan data penelitian yang menjamin integritas dan *atribusi* yang tepat. Sebagaimana dijelaskan oleh In & Merlec (2024), "model pertukaran data *peer-to-peer* terdesentralisasi yang didukung *blockchain* memungkinkan pasar perdagangan data yang adil, transparan, andal, dan aman, serta memberdayakan pengguna untuk mempertahankan kedaulatan penuh dan kontrol atas data mereka."

Model pasar data penelitian yang terpusat dapat dibangun dengan memanfaatkan kontrak pintar, di mana "kontrak pintar digunakan untuk mengimplementasikan berbagai fungsi dan menegakkan aturan pertukaran data" (Sober *et al.*, 2023). untuk mengotomasi proses lisensi, atribusi, dan kompensasi bagi peneliti. Penelitian tentang pasar data terdesentralisasi menunjukkan bahwa "pasar data terdesentralisasi yang memanfaatkan teknologi buku besar terdistribusi dan broker MQTT untuk melibatkan berbagai pihak dalam proses bisnis, meningkatkan transparansi dan kepercayaan" (Anthony Jr., 2023).

Integrasi *blockchain* dalam manajemen data penelitian tidak hanya meningkatkan reproduktibilitas dan akuntabilitas dalam penelitian ilmiah, tetapi juga memberikan pengakuan yang tepat kepada kontributor melalui rekam jejak yang tidak dapat diubah dan tersimpan dalam buku besar terdistribusi. Penelitian tentang desain pasar data berbasis *blockchain* menekankan bahwa platform tersebut mampu menjawab kebutuhan bisnis yang spesifik, seperti kebutuhan akan kumpulan data kombinatorial dari berbagai penyedia dan penetapan harga yang memadai, dengan memanfaatkan keunikan infrastruktur berbasis *blockchain* (Bauer-Hänsel *et al.*, 2024), sekaligus memfasilitasi kolaborasi riset yang lebih luas dan transparan di antara para peneliti dari berbagai institusi.

Adopsi *blockchain* dalam pendidikan merupakan keniscayaan dan bukan sekadar peningkatan opsional. "Dalam lima hingga sepuluh tahun ke depan, *blockchain* diprediksi akan menjadi kebutuhan, bukan sekadar alternatif," ungkap informan. Prediksi yang yakin ini didasarkan pada penilaian bahwa permasalahan pemalsuan kredensial saat ini akan semakin parah dan memerlukan solusi teknologi yang *blockchain* secara unik dapat sediakan. Informan menyebutkan "maraknya pemalsuan tanda tangan, ijazah palsu, serta sertifikat kompetensi palsu menuntut adanya sistem verifikasi yang kuat dan terpercaya, terutama bagi dunia industri dan SDM."

Tantangan Penerapan *Blockchain*

Salah satu tantangan utama dalam penerapan teknologi *blockchain* di perguruan tinggi di Semarang adalah keterbatasan infrastruktur teknologi informasi yang masih belum sepenuhnya memadai. Infrastruktur merupakan fondasi utama bagi keberhasilan implementasi sistem berbasis *blockchain*, mengingat teknologi ini sangat bergantung pada ketersediaan jaringan yang stabil, kapasitas komputasi yang cukup, serta sistem penyimpanan data yang andal.

Selain itu, skala dan kesiapan infrastruktur jaringan untuk mendukung sistem *blockchain* juga masih terbatas. Implementasi *blockchain* memerlukan arsitektur jaringan yang mampu menangani proses validasi transaksi, replikasi data, dan mekanisme konsensus secara berkelanjutan. Pada banyak perguruan tinggi, infrastruktur yang tersedia saat ini masih dirancang untuk sistem informasi terpusat konvensional, sehingga belum optimal untuk mendukung sistem terdistribusi seperti *blockchain*. Keterbatasan perangkat keras, seperti

server dengan spesifikasi tinggi, sistem penyimpanan berkapasitas besar, serta perangkat keamanan jaringan yang memadai, semakin memperkuat hambatan teknis dalam penerapan teknologi ini. Hambatan serupa juga ditemukan Haryani *et al.* (2023), yang mencatat bahwa keterbatasan infrastruktur, biaya implementasi tinggi, dan rendahnya pemahaman tenaga pendidik menjadi faktor penghambat utama.

Biaya implementasi merupakan salah satu tantangan utama dalam penerapan teknologi *blockchain*, khususnya di sektor pendidikan tinggi yang memiliki keterbatasan anggaran dan prioritas pendanaan yang ketat. Permasalahan biaya tidak terbatas pada investasi infrastruktur awal, melainkan juga mencakup pengeluaran operasional berkelanjutan yang diperlukan untuk pemeliharaan sistem (Mohammad & Vargas, 2022). Pengelolaan *blockchain* memerlukan pemantauan jaringan yang konstan untuk memverifikasi bahwa seluruh *node* berfungsi optimal, transaksi divalidasi secara akurat, dan sistem terlindungi dari ancaman keamanan. Kompleksitas teknis ini menimbulkan kebutuhan akan personel terlatih yang menguasai teknologi *blockchain* dan keamanan siber, yang pada gilirannya meningkatkan beban biaya sumber daya manusia bagi perguruan tinggi.

Aspek penting lainnya yang memengaruhi viabilitas ekonomi *blockchain* adalah konsumsi daya listrik yang substansial. Proses *kriptografi*, validasi transaksi, dan penyimpanan data terdistribusi memerlukan kapasitas komputasi tinggi yang berbanding lurus dengan jumlah transaksi dan *node* dalam jaringan. Fernández-Blanco *et al.* (2025) menemukan bahwa meskipun berbagai teknik optimasi telah diterapkan, sistem *blockchain* untuk tujuan akademik masih menunjukkan penggunaan energi yang cukup besar, mengakibatkan peningkatan biaya operasional listrik institusi. Akumulasi pengeluaran energi dalam periode panjang dapat membebani anggaran perguruan tinggi, khususnya yang mengoperasikan platform *blockchain* secara kontinu.

Pemeliharaan jangka panjang juga melibatkan pembaruan berkala terhadap perangkat lunak dan protokol sistem untuk mempertahankan standar keamanan, kompatibilitas, dan performa. Proses upgrade ini menuntut tidak hanya alokasi dana teknis, tetapi juga keterlibatan tenaga ahli serta perencanaan anggaran yang komprehensif. Raimundo dan Rosário (2021) menekankan bahwa total biaya kepemilikan *blockchain* di sektor pendidikan tinggi meliputi akuisisi infrastruktur, operasional sistem, update perangkat lunak, dan adaptasi teknologi berkelanjutan sering kali melebihi kapasitas anggaran institusi dengan sumber daya terbatas.

Kesiapan sumber daya manusia (SDM) merupakan faktor kunci yang menentukan keberhasilan penerapan teknologi *blockchain* di perguruan tinggi. Kurangnya pemahaman dan keahlian tenaga pendidik serta staf IT tentang teknologi *blockchain* masih menjadi hambatan utama dalam proses adopsi. *Blockchain* adalah teknologi yang rumit dan bersifat lintas disiplin, sehingga tidak hanya membutuhkan penguasaan teknis seperti *kriptografi*, sistem terdistribusi, dan arsitektur jaringan, tetapi juga pemahaman yang baik tentang tata kelola data, keamanan informasi, serta aspek hukum dan etika dalam pengelolaan data akademik. Mohammad dan Vargas (2022) menemukan bahwa terbatasnya kompetensi SDM menjadi salah satu hambatan terbesar bagi kesiapan perguruan tinggi dalam mengadopsi teknologi *blockchain* secara efektif.

Minimnya keahlian SDM berdampak langsung pada rendahnya kemampuan institusi untuk merancang, mengelola, dan mengawasi sistem *blockchain* secara mandiri. Tanpa personel yang memiliki keahlian khusus di bidang *blockchain*, perguruan tinggi akan kesulitan dalam menyusun strategi implementasi, mengembangkan sistem, dan melakukan evaluasi risiko keamanan. Toader *et al.* (2023) menegaskan bahwa kemampuan SDM dan dukungan pimpinan institusi sangat berpengaruh terhadap keberhasilan adopsi *blockchain* di pendidikan tinggi, karena kapasitas internal menentukan sejauh mana teknologi ini dapat diintegrasikan secara berkelanjutan ke dalam sistem akademik.

Persepsi tentang Peningkatan Kepercayaan Publik

Tingkat kepercayaan masyarakat terhadap kredensial akademik menjadi pertimbangan penting dalam penerapan *blockchain* untuk pengelolaan ijazah dan dokumen akademik. Kepercayaan publik terhadap keabsahan sertifikat akademik sangat ditentukan oleh kemampuan sistem dalam memverifikasi keaslian, menjaga integritas data, dan memastikan kepemilikan dokumen secara akurat. Teknologi *blockchain* dianggap mampu meningkatkan kepercayaan ini karena memiliki sifat desentralisasi, transparansi, dan ketahanan terhadap manipulasi data. Ayub Khan *et al.* (2021) menjelaskan bahwa melalui *blockchain*, setiap penerbitan atau perubahan dokumen akademik akan terekam secara permanen dalam sistem, sehingga dapat meminimalkan kemungkinan terjadinya pemalsuan dan penyalahgunaan ijazah.

Pendekatan verifikasi tradisional yang masih mengandalkan pengamanan fisik berupa tanda air, hologram, atau cap timbul, kini dianggap tidak lagi memadai dalam konteks digitalisasi. Perkembangan teknologi pemalsuan yang semakin maju menyebabkan fitur-fitur pengaman tersebut dapat direplikasi dengan relatif mudah. Seorang informan menjelaskan bahwa "ke depannya, validasi tidak lagi menggunakan cap sidik jari manual, tetapi menggunakan data *biometrik* yang telah dienkripsi sehingga benar-benar menunjukkan bahwa ijazah tersebut milik yang bersangkutan." Hal ini didukung oleh temuan Rustemi *et al.* (2023) yang mengungkapkan bahwa verifikasi sertifikat akademik berbasis *blockchain* memberikan jaminan kepercayaan yang lebih tinggi dibandingkan cara konvensional, mengingat data disimpan secara aman dan dapat divalidasi kapan saja oleh pihak yang berwenang.

Pandangan informan ini sejalan dengan beberapa penelitian nasional tentang penerapan *blockchain* di sektor pendidikan. Fitrian *et al.* (2025) menemukan bahwa penggunaan *blockchain* dalam pengelolaan data pendidikan dapat meningkatkan transparansi, integritas, dan efisiensi pengelolaan informasi akademik, sehingga mendukung terciptanya sistem pendidikan yang lebih akuntabel. Sifat *blockchain* yang terdesentralisasi dan tahan terhadap manipulasi dianggap sebagai dasar penting untuk membangun sistem akademik yang lebih dapat diandalkan. Senada dengan itu, Putra dan Alim (2025) menjelaskan bahwa penerapan *blockchain* pada sistem pendidikan dapat mengurangi risiko pemalsuan dokumen akademik dan meningkatkan kepercayaan terhadap keabsahan data pendidikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan *blockchain* untuk keamanan data akademik bukan sekadar penggantian teknologi, melainkan perubahan mendasar dalam cara perguruan tinggi mengelola informasi. Kontribusi utama penelitian adalah mengidentifikasi tiga tantangan yang saling terkait: keterbatasan teknis infrastruktur, kesenjangan kapasitas SDM dan pendanaan, serta minimnya regulasi dan kesadaran tentang perlindungan data. Temuan menunjukkan bahwa *blockchain* menawarkan solusi melalui sistem terdesentralisasi, data yang tidak dapat diubah, dan transparansi yang dapat diverifikasi. Namun, terdapat kesenjangan besar antara pemahaman konseptual pemangku kepentingan dengan kemampuan aktual untuk mengimplementasikan teknologi ini.

Secara teoretis, penelitian ini membuka peluang untuk membuat model penilaian sejauh mana institusi siap menerapkan *blockchain*, serta membuat aturan pengelolaan jaringan *blockchain* yang bisa menjaga kemandirian setiap institusi tanpa menghambat kemampuan mereka untuk bekerja sama. Penelitian berikutnya perlu mengkaji bagaimana menggabungkan *blockchain* dengan teknologi baru lainnya, persoalan etika saat menerapkannya, dan cara membiayai sistem ini secara berkelanjutan melalui riset lapangan dan studi banding dengan negara lain.

Bagi perguruan tinggi, penerapan *blockchain* perlu dilakukan secara bertahap dengan memulai dari verifikasi ijazah digital. Penilaian kesiapan teknologi harus dilakukan di awal untuk mengidentifikasi kebutuhan infrastruktur dan program pelatihan SDM. Peningkatan

kompetensi melalui pelatihan berjenjang dan kolaborasi dengan sektor industri teknologi merupakan faktor penting untuk keberhasilan. Perguruan tinggi juga harus merumuskan kebijakan yang tegas mengenai kepemilikan data, hak akses, dan prosedur validasi yang selaras dengan peraturan perlindungan data.

Pemerintah memegang peranan penting dalam mendukung adopsi *blockchain* dengan menciptakan standar nasional dan protokol yang menjamin sistem antar-institusi dapat saling terhubung. Bantuan pembiayaan lewat hibah inovasi, pendirian pusat keunggulan untuk berbagi pengetahuan, dan insentif pajak dapat mempercepat proses adopsi. Penyelarasan regulasi mengenai legalitas dokumen digital dan perlindungan data biometrik juga dibutuhkan untuk memberikan kepastian hukum.

Dari perspektif reflektif, *blockchain* bukan sekadar menawarkan solusi teknis melainkan juga pendekatan baru dalam menciptakan transparansi dan akuntabilitas di pendidikan tinggi. Potensi teknologi ini melampaui verifikasi kredensial, melainkan dapat membentuk ekosistem penelitian yang menjamin integritas ilmiah dan mendorong kolaborasi. Akan tetapi, kesuksesannya tergantung pada komitmen jangka panjang untuk terus belajar dan bekerja sama antar pemangku kepentingan. Transformasi ini membutuhkan pergeseran budaya dari sistem sentralisasi ke desentralisasi, dari tertutup ke keterbukaan sebuah perjalanan yang akan menentukan masa depan integritas akademik Indonesia di era digital.

REFERENSI

- Alfian, M., & Rahman, R. (2024). Keamanan Jaringan Pada Perguruan Tinggi. *Jurnal Riset Sistem Informasi*, 1(3), 59-64.
- Anthony Jr, B. (2023). Decentralized brokered enabled ecosystem for data marketplace in smart cities towards a data sharing economy. *Environment Systems and Decisions*, 43(3), 453-471.
- Ayub Khan, A., Laghari, A. A., Shaikh, A. A., Bourouis, S., Mamlouk, A. M., & Alshazly, H. (2021). Educational blockchain: A secure degree attestation and verification traceability architecture for higher education commission. *Applied Sciences*, 11(22), 10917.
- Bauer-Hänsel, I., Liu, Q., Tessone, C. J., & Schwabe, G. (2024). Designing a blockchain-based data market and pricing data to optimize data trading and welfare. *International Journal of Electronic Commerce*, 28(1), 3-30.
- Berrios Moya, J. A., Ayoade, J., & Uddin, M. A. (2025). A Zero-Knowledge Proof-Enabled Blockchain-Based Academic Record Verification System. *Sensors*, 25(11), 3450.
- Cyberthreat.id. (2021, 8 Januari). Ini ancaman yang mengintai dari dugaan kebocoran data Undip. <https://cyberthreat.id/read/9899/Ini-Ancaman-yang-Mengintai-dari-Dugaan-Kebocoran-Data-Undip>
- Fernández-Blanco, G., Froiz-Míguez, I., Fraga-Lamas, P., & Fernández-Caramés, T. M. (2025). Design, Implementation and Practical Energy-Efficiency Evaluation of a Blockchain Based Academic Credential Verification System for Low-Power Nodes. *Applied Sciences*, 15(12), 6596.
- Fitrian, H. P., Andriyani, N., Anggraeni, C., Ashofwani, M. F., & Miftah, A. M. (2025). Analisis penggunaan blockchain untuk pengelolaan di bidang pendidikan. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(1), 1041-1045.
- Haryani, H., Wahid, S. M., & Fitriani, A. (2023). Analisa peluang penerapan teknologi blockchain dan gamifikasi pada pendidikan. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1(2), 163-174.
- Humas UNNES. (2025). Unnes ungkap kasus pemalsuan ijazah. Universitas Negeri Semarang. Diakses dari <https://unnes.ac.id/unnes-ungkap-kasus-pemalsuan-ijazah/>
- Kemendikbudristek. (2023). Laporan integritas akademik 2022. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.

- Kholik, A. (2024). Tren penelitian teknologi blockchain dalam pengelolaan pendidikan: Analisis bibliometrik menggunakan vosviewer. *AL-KAFF: Jurnal Sosial Humaniora*, 2(1), 15-29.
- Merlec, M. M., & In, H. P. (2024). DataMesh+: A Blockchain-Powered Peer-to-Peer Data Exchange Model for Self-Sovereign Data Marketplaces. *Sensors*, 24(6), 1896.
- Mišura, K., & Kolb, J. (2022). A blockchain-based IoT data marketplace. *Cluster Computing*, 26(1), 481-501.
- Mohammad, A., & Vargas, S. (2022, August). Barriers affecting higher education institutions' adoption of blockchain technology: A qualitative study. In *Informatics* (Vol. 9, No. 3, p. 64). MDPI.
- Putra, Z. H., & Alim, J. A. (2025). Analisis Dampak Blockchain Pada Pendidikan. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(04), 287-303.
- Raimundo, R., & Rosário, A. (2021). Blockchain system in the higher education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(1), 276-293.
- Razaque, A., Amanzholova, S., Mutanov, G., Ussatova, O., Farhad, M. A., Kistaubayev, Y., ... & Adilzhan, K. (2025). An anti-corruption system for academic achievement verification in kazakhstani higher education using blockchain and artificial intelligence. *Frontiers in Blockchain*, 8, 1683522.
- Rustemi, A., Dalipi, F., Atanasovski, V., & Risteski, A. (2023). A systematic literature review on blockchain-based systems for academic certificate verification. *Ieee Access*, 11, 64679-64696.
- Sober, M., Scaffino, G., Schulte, S., & Kanhere, S. S. (2023). A blockchain-based IoT data marketplace. *Cluster computing*, 26(6), 3523-3545.
- Subekti, R., Ohyver, D. A., Judijanto, L., Satwika, I. K. S., Umar, N., Hayati, N., ... & Saktisyahputra, S. (2024). *Transformasi Digital: Teori & implementasi Menuju Era Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Sunarya, P. A. (2022). Penerapan sertifikat pada sistem keamanan menggunakan teknologi blockchain. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1(1), 58-67.
- Toader, D. C., Toader, C., Boca, G. D., Toader, R., & Rădulescu, A. T. (2023). The adoption of blockchain technology in higher education: The impact of leadership readiness. *International journal of organizational leadership*, 12(Second Special Issue 2023).