

POTENSI TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM MENINGKATKAN INTEGRITAS DAN KEPERCAYAAN PADA KOLEKSI DIGITAL DI PERPUSTAKAAN: SEBUAH TINJAUAN LITERATUR

Ghaisan Ghauts¹, Marlini²

^{1 2}Perpustakaan dan Ilmu Informasi, Universitas Negeri Padang

E-mail: gghauts@gmail.com

Abstrak

Peningkatan eksponensial dalam penggunaan koleksi digital di perpustakaan akademik dan lembaga warisan budaya telah memicu kebutuhan mendesak akan mekanisme yang kuat untuk menjamin integritas data, keamanan, dan autentikasi jangka panjang. Seiring dengan meningkatnya ketergantungan institusi pada repositori digital dan penyimpanan awan, muncul tantangan kritis terkait kerentanan aset digital terhadap manipulasi yang tidak sah, potensi pemalsuan metadata, serta kurangnya transparansi dalam sistem manajemen yang terpusat. Risiko penghapusan atau pengubahan isi arsip secara sengaja maupun tidak sengaja menjadi ancaman nyata bagi kredibilitas lembaga informasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi teknologi blockchain sebagai solusi strategis dalam meningkatkan integritas dan kepercayaan terhadap koleksi digital perpustakaan. Menggunakan metode tinjauan literatur sistematis, penelitian ini mensintesis wacana akademik terkini mengenai teknologi buku besar terdistribusi (distributed ledger technology), preservasi digital, dan tata kelola informasi. Temuan utama menunjukkan bahwa teknologi blockchain menawarkan keunggulan signifikan melalui sifatnya yang kekal (immutable) dan terdesentralisasi, yang menjamin transparansi serta keamanan terhadap gangguan data. Secara spesifik, penggunaan hash kriptografi dan jaringan terdistribusi memfasilitasi autentikasi objek digital, menjamin keandalan metadata, dan mendukung akses permanen melalui strategi preservasi terdesentralisasi yang mirip dengan inisiatif LOCKSS. Selain itu, integrasi blockchain mampu mendefinisikan ulang provenans digital, sehingga menumbuhkan kepercayaan pemangku kepentingan yang lebih besar. Studi ini menyimpulkan bahwa meskipun blockchain memiliki potensi transformatif untuk merevolusi pengelolaan aset digital, implementasi praktisnya di perpustakaan sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur teknis, investasi biaya yang signifikan, serta pembentukan kerangka kebijakan yang adaptif untuk mengatur sistem terdesentralisasi ini secara efektif.

Kata Kunci: Teknologi blockchain, perpustakaan digital, integritas data, preservasi digital, kepercayaan, tinjauan literatur sistematis.

Abstract

The rapid expansion of digital collections in academic and cultural heritage libraries has necessitated robust mechanisms to ensure data integrity, security, and long-term authentication. As institutions increasingly rely on digital repositories and cloud storage, they face critical challenges regarding the vulnerability of digital assets to unauthorized manipulation, the potential falsification of metadata, and a lack of transparency in centralized management systems. This study aims to analyze the potential of blockchain technology in

enhancing the integrity and trust associated with digital library collections. Employing a systematic literature review method, this research synthesizes current academic discourse surrounding distributed ledger technologies, digital preservation, and information governance. The findings reveal that blockchain technology offers significant advantages through its immutable and decentralized nature, which ensures transparency and security against data tampering. Specifically, cryptographic hashing and distributed networks facilitate the authentication of digital objects, guarantee the reliability of metadata, and support permanent access through decentralized preservation strategies similar to the LOCKSS initiative. Furthermore, the integration of blockchain can redefine digital provenance, thereby fostering greater stakeholder trust. However, the study concludes that while blockchain possesses the transformative potential to revolutionize digital stewardship, its practical implementation in libraries is contingent upon overcoming substantial barriers, including the need for advanced technical infrastructure, significant financial investment, and the establishment of adaptive policy frameworks to govern these decentralized systems effectively.

Keywords: Blockchain technology, digital libraries, data integrity, digital preservation, trust, systematic literature review.

PENDAHULUAN

Perpustakaan pada abad ke-21 telah bertransformasi menjadi agen perubahan yang secara aktif mengadopsi teknologi baru untuk menyediakan informasi maksimal dalam waktu yang minimal. Dalam ekosistem informasi yang semakin kompleks ini, perpustakaan akademik dan lembaga warisan budaya menghadapi tantangan besar dalam mengelola aset digital. Repositori institusi telah menjadi aset yang mahal dan berharga bagi universitas, yang menuntut kemampuan spesifik mulai dari manajemen konten hingga penyebaran internal kepada komunitas. Seiring dengan transisi perpustakaan ke lingkungan digital, kebutuhan akan tata kelola informasi atau *Information Governance* (IG) menjadi sangat penting untuk memastikan integritas data, kepatuhan terhadap regulasi, dan aksesibilitas pengguna. Namun, pengelolaan koleksi digital tidak hanya berhenti pada penyimpanan, melainkan juga mencakup aspek preservasi jangka panjang untuk memastikan objek digital tetap tersedia dan dapat digunakan di masa depan.

Permasalahan mendasar dalam pengelolaan koleksi digital saat ini adalah kerentanan terhadap manipulasi dan kegagalan teknologi. Dalam lingkungan penyimpanan berbasis awan (*cloud storage*), administrator arsip elektronik sering kali kehilangan kendali fisik atas arsip itu sendiri, sehingga lebih mudah bagi pihak yang tidak berwenang untuk menyalin atau merusak isi dari arsip elektronik tersebut. Selain itu, server dalam penyimpanan awan dapat dengan sengaja menghapus arsip elektronik untuk menghemat biaya, yang mengakibatkan kerusakan yang tidak dapat diperbaiki oleh pemilik arsip. Metode preservasi konvensional

seperti backup sering kali dianggap sebagai solusi akhir, padahal penyalinan ini bukanlah metode preservasi jangka panjang, melainkan hanya tindakan pencegahan terhadap kegagalan media. Kondisi ini menciptakan krisis kepercayaan terhadap keaslian dan integritas dokumen digital. Sebagaimana dicatat dalam diskursus akademik, kepercayaan publik terhadap arsip saat ini sering kali dibangun di atas reputasi institusi dan kepercayaan pada wajah otoritas terpusat namun diperlukan pergeseran ke arah penegasan teknologi (*technological underscoring*) untuk menjamin integritas dokumen.

Di tengah tantangan tersebut, teknologi blockchain muncul sebagai solusi potensial yang menawarkan paradigma baru dalam keamanan dan preservasi data. Blockchain pada dasarnya adalah teknologi yang menyimpan informasi dalam pengaturan terdistribusi yang tahan terhadap gangguan (*temper-resistant*), di mana transaksi dicatat dengan tanda tangan kriptografi yang tidak dapat diubah yang disebut hash. Karakteristik utama blockchain meliputi peningkatan kapasitas, keamanan yang lebih baik, imutabilitas (kekekalan), penyelesaian yang lebih cepat, dan sistem yang terdesentralisasi. Dalam konteks kearsipan, ketika informasi atau konten ditambahkan ke blockchain, informasi tersebut tidak dapat dihapus atau diedit, sehingga teknologi ini dapat menjadi solusi untuk menyediakan penyimpanan arsip elektronik yang terjamin keasliannya. Konsep desentralisasi ini sejalan dengan filosofi pelestarian yang telah lama dikenal di perpustakaan, seperti inisiatif LOCKSS (*Lots of Copies Keep Stuff Safe*), yang mengamankan eksistensi jurnal digital dengan membuat cache atau salinan yang tersebar, terlepas dari apakah jurnal tersebut masih dilanggan atau tidak.

Keunikan penelitian ini terletak pada sintesis mendalam mengenai bagaimana blockchain dapat diterapkan secara spesifik untuk meningkatkan integritas koleksi digital di perpustakaan, sebuah area yang belum banyak dieksplorasi secara holistik dibandingkan dengan penerapannya di sektor keuangan. Penelitian sebelumnya telah menyoroti bahwa banyak perpustakaan belum menerapkan preservasi digital jangka panjang dan hanya melakukan aktivitas backup, serta menghadapi tantangan berupa kurangnya kebijakan preservasi dan keahlian teknis pustakawan. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengkaji literatur terkini untuk menganalisis potensi teknis blockchain dalam menjawab isu kepercayaan (*trust*) dan integritas data, serta menempatkannya dalam kerangka tata kelola informasi yang lebih luas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis secara sistematis bagaimana fitur-fitur inheren blockchain seperti desentralisasi dan kriptografi dapat direkayasa untuk menciptakan ekosistem perpustakaan digital yang transparan, aman,

dan terpercaya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*). Metode ini dipilih untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasi seluruh penelitian yang relevan terkait pertanyaan penelitian spesifik mengenai potensi teknologi blockchain di perpustakaan. Sumber data yang digunakan adalah data sekunder berupa artikel jurnal ilmiah, prosiding konferensi, dan laporan studi kasus yang kredibel. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran basis data akademik dengan kata kunci yang relevan seperti "digital preservation", "blockchain in libraries", "data integrity", dan "information governance".

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh literatur yang membahas interseksi antara teknologi buku besar terdistribusi (*distributed ledger technology*) dan manajemen informasi di lembaga warisan budaya serta perpustakaan akademik. Dari populasi tersebut, dilakukan penyampelan secara purposive (bertujuan) untuk memilih literatur yang paling relevan dengan kriteria inklusi: (1) membahas masalah integritas dan keamanan data digital; (2) menawarkan solusi teknis atau manajerial terkait blockchain; dan (3) diterbitkan dalam rentang waktu yang relevan untuk menangkap perkembangan teknologi terkini, terutama literatur yang diterbitkan antara tahun 2014 hingga 2022, meskipun beberapa teori dasar yang lebih tua tetap digunakan sebagai landasan. Sebanyak 14 dokumen kunci yang terdiri dari artikel penelitian dan studi kasus, termasuk karya dari (Hsiao & Shen, 2023), (Woodall & Ringel, 2020), serta (Abid, 2021), dipilih sebagai sampel utama untuk dianalisis secara mendalam.

Teknik pengolahan dan analisis data mengadopsi model analisis isi (*content analysis*) kualitatif. Proses bedah literatur mengikuti tahapan sistematis yang serupa dengan teknik PQRS (Preview, Question, Read, and Summarize) sebagaimana dijelaskan oleh Oktaviani & Pramudyo (2024) dalam tinjauan mereka mengenai preservasi arsip. Tahapan ini dimulai dengan preview untuk mengelompokkan artikel berdasarkan topik, question untuk merumuskan masalah yang dijawab oleh artikel, read untuk memahami konten secara mendalam, dan summarize untuk menyintesis temuan. Data yang diperoleh kemudian diklasifikasikan ke dalam tema-tema utama seperti tantangan preservasi, mekanisme kepercayaan (*trust*), dan infrastruktur teknis. Hasil analisis data disajikan secara deskriptif-naratif dan argumentatif untuk menyusun kerangka kerja konseptual yang menjelaskan

bagaimana blockchain dapat menjawab tantangan integritas pada koleksi digital di perpustakaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tata Kelola Informasi dan Preservasi Digital

Dalam era digital, perpustakaan akademik menghadapi tantangan yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam mengelola ekosistem informasi yang luas dan kompleks. Nandeeshha dan Keshava menekankan bahwa Tata Kelola Informasi atau *Information Governance* (IG) merupakan komponen penting yang memungkinkan perpustakaan untuk mengelola aset informasi secara sistematis sembari menyeimbangkan keharusan hukum, etika, dan operasional. Kerangka kerja IG yang kuat diperlukan untuk memastikan integritas data, kepatuhan terhadap regulasi, dan aksesibilitas pengguna, terutama mengingat pertumbuhan data yang eksponensial. Namun, implementasi di lapangan sering kali menghadapi kendala. Menurut Pramudyo & SP (2022), meskipun perpustakaan perguruan tinggi berbondong-bondong mengembangkan repositori institusi, banyak yang belum melaksanakan preservasi digital jangka panjang yang memadai. Seringkali, aktivitas backup dianggap sebagai preservasi, padahal itu hanyalah bagian dari metode jangka pendek.

Tantangan semakin kompleks ketika penyimpanan beralih ke lingkungan berbasis *cloud*. Deng et al., (2019) menyoroti masalah mendasar dalam cloud storage, di mana administrator arsip elektronik kehilangan kendali fisik atas arsip itu sendiri, sehingga lebih mudah bagi pihak lain untuk menyalin dan merusak isinya. Bahkan, server dalam penyimpanan awan dapat dengan sengaja menghapus arsip elektronik untuk menghemat biaya, yang mengakibatkan kerusakan yang tidak dapat diperbaiki oleh pemilik arsip. Oleh karena itu, diperlukan strategi preservasi yang tidak hanya mengandalkan metode konvensional seperti migrasi atau refreshing yang dijelaskan oleh Pramudyo dan Perdani, tetapi juga mekanisme yang menjamin keamanan dan kepercayaan (trust) secara intrinsik.

Teknologi Blockchain sebagai Mekanisme Kepercayaan dan Integritas

Untuk mengatasi kerentanan dalam penyimpanan digital, teknologi *blockchain* hadir sebagai solusi yang menjanjikan. Abid (2021) mendefinisikan *blockchain* sebagai teknologi yang menyimpan informasi dalam pengaturan terdistribusi yang tahan terhadap gangguan (*temper-resistant*), di mana transaksi dicatat dengan tanda tangan kriptografi yang kekal. Karakteristik utama *blockchain* meliputi keamanan yang lebih baik melalui jaringan *node* komputer, imutabilitas (kekekalan) di mana buku besar (*ledger*) tidak dapat diubah, dan

sistem yang terdesentralisasi.

Penerapan *blockchain* mengubah paradigma kepercayaan dalam kearsipan. Woodall & Ringel, (2020) menganalisis wacana ini sebagai pergeseran dari "kepercayaan pada institusi" menuju "kepercayaan pada protokol". Mereka mencatat bahwa kepercayaan secara tradisional dibangun di atas reputasi institusi otoritas terpusat, namun *blockchain* mengusulkan pergeseran ke arah penegasan teknologi (*technological underscoring*) menggunakan teknologi buku besar terdistribusi untuk menjamin integritas dokumen secara kriptografis. Hal ini sejalan dengan temuan Bell et al., (2019). dalam proyek ARCHANGEL, yang menggunakan *blockchain* untuk merekam *checksum* dan mendata arsip, sehingga ketika informasi ditambahkan ke *blockchain*, informasi tersebut tidak dapat dihapus atau diedit, memungkinkan verifikasi integritas selama rentang waktu yang lama.

Desentralisasi dan Model Pelestarian Terdistribusi

Prinsip desentralisasi dalam *blockchain* memiliki resonansi kuat dengan konsep pelestarian digital yang sudah ada seperti LOCKSS (*Lots of Copies Keep Stuff Safe*). Kjellström, (2025) dalam studinya mengenai "shadow libraries" menemukan bahwa metodologi pelestarian terdistribusi di mana salinan tersebar di berbagai *node* memainkan peran penting dalam mempertahankan keberadaan koleksi digital dalam jangka waktu yang lama meskipun menghadapi tantangan hukum atau teknis. Model ini, yang disebutnya sebagai "Pirate LOCKSS", menunjukkan ketahanan infrastruktur desentralisasi dalam menjaga aksesibilitas pengetahuan.

Lebih jauh, Hsiao & Shen (2023) mengeksplorasi penggunaan *blockchain* dan DAO (*Decentralized Autonomous Organization*) dalam pelestarian warisan arsitektur digital. Mereka menemukan bahwa sifat *blockchain* yang tidak dapat dirusak (*non-tamperable*) dan terdesentralisasi sangat penting untuk pencatatan informasi sejarah yang akurat dan otentik, mencegah kerusakan ireversibel akibat faktor eksternal atau manipulasi data. Penelitian-penelitian terdahulu ini memberikan landasan teori yang kuat bahwa integrasi *blockchain* dalam sistem perpustakaan bukan sekadar tren teknologi, melainkan solusi strategis untuk masalah integritas dan kepercayaan yang belum sepenuhnya terpecahkan oleh metode preservasi tradisional.

Permasalahan Integritas Koleksi Digital di Perpustakaan

Transisi perpustakaan menuju ekosistem digital membawa tantangan signifikan terkait integritas dan keamanan data yang sering kali tidak disadari hingga terjadi kegagalan sistem. Masalah mendasar dalam pengelolaan koleksi digital saat ini adalah rentannya arsip terhadap

perubahan tanpa izin dan kerusakan file. Menurut Pramudyo & SP (2022), meskipun perpustakaan perguruan tinggi telah mengembangkan repositori institusi, banyak yang belum menerapkan preservasi digital jangka panjang yang memadai dan masih mengandalkan aktivitas backup sebagai solusi utama, padahal backup hanyalah tindakan pencegahan jangka pendek terhadap kegagalan media, bukan strategi pelestarian integritas data. Situasi ini diperburuk dengan penggunaan penyimpanan berbasis awan (cloud storage). Deng et al., (2019) menyoroti bahwa dalam lingkungan cloud, administrator arsip elektronik kehilangan kendali fisik atas aset tersebut, sehingga memudahkan pihak yang tidak berwenang untuk menyalin atau merusak isinya. Bahkan, terdapat risiko di mana server penyedia layanan dapat secara sengaja menghapus arsip untuk menghemat biaya operasional, yang berakibat pada kerusakan permanen bagi pemilik arsip.

Selain risiko teknis, terdapat isu transparansi jejak audit dan kepercayaan (trust) pengguna terhadap keaslian dokumen. Oktaviani & Pramudy (2024) menekankan bahwa penghapusan atau penggantian isi arsip dapat terjadi baik secara sengaja maupun tidak sengaja, baik oleh server, pengelola arsip, maupun pihak luar, yang mengancam kredibilitas lembaga. Dalam konteks ini, Bell et al., (2019) mencatat bahwa kepercayaan publik terhadap arsip saat ini sangat bergantung pada reputasi institusi sebagai otoritas terpusat. Namun, model kepercayaan ini menjadi rapuh ketika institusi menghadapi ancaman siber atau manipulasi internal, sehingga diperlukan pergeseran menuju penegasan teknologi (*technological underscoring*) untuk menjamin integritas dokumen secara independen tanpa bergantung semata pada faktor manusia.

Konsep dan Kelebihan Blockchain untuk Koleksi Digital

Temuan literatur menunjukkan bahwa teknologi *blockchain* menawarkan arsitektur yang mampu menjawab kelemahan sistem penyimpanan terpusat melalui mekanisme kriptografi dan desentralisasi. Menurut Hussain, *blockchain* beroperasi menggunakan *Distributed Ledger Technology* (DLT) di mana transaksi dicatat dengan tanda tangan kriptografi yang disebut *hash* yang bersifat kekal (*immutable*). Keunggulan utamanya terletak pada imutabilitas; ketika informasi ditambahkan ke *blockchain*, informasi tersebut tidak dapat dihapus atau diedit, sehingga menciptakan jejak audit yang transparan dan permanen. Deng et al., (2019) menjelaskan bahwa mekanisme ini bekerja dengan membandingkan *hash* dari dokumen asli jika terjadi perubahan sekecil apa pun pada protokol catatan digital, entri terkait di *blockchain* akan berubah, sehingga manipulasi dapat segera terdeteksi karena versi yang ditandatangani secara digital tidak dapat direkayasa ulang.

Lebih jauh, penerapan *blockchain* mengubah paradigma kepercayaan dalam pengelolaan informasi. Woodall & Ringel (2020) menganalisis bahwa teknologi ini memfasilitasi perpindahan dari "kepercayaan pada institusi" menuju "kepercayaan pada protokol" dan jaringan terdistribusi. Dalam sistem ini, kepercayaan dibangun di atas kode komputasi yang tidak memihak dan tahan terhadap korupsi, menggantikan subjektivitas manusia atau lembaga pihak ketiga. Selain itu, Hsiao & Shen (2023) menyoroti potensi otomatisasi melalui konsep DAO (*Decentralized Autonomous Organization*), di mana aturan tata kelola tertanam dalam kode program tanpa memerlukan administrator pusat, yang secara efektif menghilangkan birokrasi buatan dan risiko gangguan data. Fitur-fitur ini menjadikan *blockchain* solusi yang unggul untuk verifikasi kepemilikan dan autentikasi *file* yang tidak dapat dipalsukan.

Implementasi Blockchain dalam Lingkungan Perpustakaan

Implementasi *blockchain* di lingkungan perpustakaan telah mulai dieksplorasi dalam berbagai fungsi strategis, mulai dari preservasi digital hingga manajemen hak cipta. Menurut Deng et al., (2019) *blockchain* dapat digunakan untuk membangun kerangka kerja preservasi arsip elektronik terpercaya yang melindungi empat atribut keamanan utama: keaslian, integritas, kegunaan, dan keandalan. Salah satu contoh penerapan nyata adalah proyek ARCHANGEL yang dibahas oleh Woodall dan Ringel, yang menggunakan DLT untuk menjamin provenans dan integritas dokumen publik digital secara kriptografis, memastikan bahwa sejarah perubahan dokumen tercatat secara akurat. Hal ini juga didukung oleh Hsiao & Shen (2023) yang mengusulkan penggunaan *blockchain* untuk pencatatan autentisitas dan kepemilikan karya seni digital serta warisan budaya, yang memungkinkan pelacakan asal-usul (*provenance tracking*) yang jelas dan mencegah pembajakan.

Selain preservasi, literatur juga mencatat potensi *blockchain* dalam memperluas layanan perpustakaan akademik. Abid (2021) mengidentifikasi beberapa kasus penggunaan potensial, termasuk verifikasi kredensial (seperti sertifikat literasi informasi), sistem pinjaman antar-perpustakaan, dan manajemen data penelitian untuk hak kekayaan intelektual. Konsep desentralisasi ini juga memiliki resonansi dengan strategi ketahanan koleksi. Kjellström (2025) menarik paralel antara teknologi desentralisasi dengan inisiatif LOCKSS (*Lots of Copies Keep Stuff Safe*), di mana distribusi salinan di berbagai *node* jaringan terbukti efektif dalam mempertahankan keberadaan materi digital dalam jangka panjang, sebuah prinsip yang kini dapat diperkuat dengan keamanan kriptografi *blockchain*. Dengan demikian, *blockchain* tidak hanya berfungsi sebagai alat penyimpanan, tetapi sebagai

ekosistem komprehensif untuk manajemen siklus hidup aset digital yang aman dan terpercaya.

Dampak Blockchain terhadap Kepercayaan Pengguna

Implementasi teknologi *blockchain* memberikan dampak fundamental terhadap arsitektur kepercayaan dalam ekosistem perpustakaan digital, mengubah ketergantungan dari reputasi institusi menjadi bukti kriptografis yang transparan. Woodall & Ringel (2020) menjelaskan bahwa teknologi ini memfasilitasi pergeseran paradigma dari "kepercayaan pada institusi" menuju "kepercayaan pada protokol," di mana integritas dokumen dijamin oleh kode yang dapat diaudit dan tidak memihak, bukan oleh otoritas manusia yang rentan kesalahan. Transparansi yang melekat pada buku besar terdistribusi (*distributed ledger*) memastikan bahwa setiap penambahan atau perubahan data tercatat secara permanen dan dapat diverifikasi oleh semua pihak dalam jaringan, yang secara drastis mengurangi potensi pemalsuan atau manipulasi data oleh pihak internal maupun eksternal. Dalam konteks pelestarian warisan budaya, Hsiao & Shen (2023) mencatat bahwa sifat *blockchain* yang terbuka dan tidak dapat dirusak (*non-tamperable*) sangat kondusif untuk penyebaran budaya yang akurat, mencegah misrepresentasi sejarah, dan meningkatkan kredibilitas informasi yang disajikan kepada publik. Lebih lanjut, Hussain menambahkan bahwa kemampuan *blockchain* untuk menciptakan catatan yang dapat diverifikasi secara unik meningkatkan kolaborasi dan kepercayaan antara pengguna dan profesional perpustakaan, terutama dalam mengelola hak digital dan akses terhadap sumber daya. Hal ini menciptakan proses audit yang lebih akuntabel dan menumbuhkan kepercayaan yang lebih besar dalam repositori akses terbuka, di mana keaslian dokumen sering menjadi perhatian utama.

Tantangan Implementasi Blockchain

Meskipun menawarkan solusi menjanjikan untuk integritas data, penerapan *blockchain* di lingkungan perpustakaan dihadapkan pada tantangan multidimensi yang signifikan. Tantangan utama berkaitan dengan sumber daya finansial dan teknis; Hussain menyoroti bahwa teknologi baru ini memerlukan anggaran besar (*hefty budget*) yang sering kali menjadi hambatan bagi institusi publik, serta adanya isu teknis dan keamanan yang kompleks. Kompleksitas teknologi ini juga berdampak pada skalabilitas dan operasional; Woodall & Ringel (2020) mengungkapkan bahwa menyimpan objek digital secara penuh di dalam rantai blok (*on-chain*) masih lambat dan mahal, sehingga sering kali hanya *metadata* atau sidik jari digital (*hash*) yang disimpan di *blockchain* sementara objek asli tetap di penyimpanan luar, yang menciptakan tantangan tersendiri dalam sinkronisasi dan

pengelolaan. Selain itu, terdapat kesenjangan sumber daya manusia (SDM) yang nyata. Pramudyo & SP (2022) menekankan bahwa kurangnya kesadaran dan keahlian teknis pustakawan merupakan tantangan serius dalam aktivitas preservasi digital. Nandeesh L & Keshava (2022) juga menambahkan bahwa hambatan implementasi tata kelola informasi sering kali berasal dari kendala sumber daya, kekurangan staf, dan fragmentasi alur kerja, yang diperburuk oleh kebutuhan untuk mematuhi kerangka hukum dan kebijakan yang terus berkembang. Oleh karena itu, adopsi *blockchain* memerlukan dukungan penuh dari pengambil keputusan dan pelatihan intensif untuk mengatasi hambatan infrastruktur dan kapasitas SDM tersebut.

Analisis Sintesis dari Berbagai Literatur

Sintesis dari berbagai literatur menunjukkan adanya evolusi pemikiran dalam strategi preservasi digital, yang bergerak dari pendekatan teknis sederhana menuju solusi sistemik yang terdesentralisasi. Literatur awal, seperti penelitian (Pramudyo & SP, 2022), berfokus pada metode konvensional seperti migrasi dan *backup*, namun mengakui bahwa pendekatan ini belum memadai untuk menjamin keamanan jangka panjang. Sebaliknya, studi terbaru seperti karya Liu dkk. dan Oktaviani serta Pramudyo secara spesifik mengajukan *blockchain* dan *multidimensional hash* sebagai metode untuk mengatasi risiko gangguan data dan hilangnya kendali fisik atas arsip dalam penyimpanan awan. Perbandingan antar studi memperlihatkan ketegangan antara model kepercayaan terpusat dan terdesentralisasi. Frank (2022) membahas audit repositori terpercaya (TRAC) yang sangat bergantung pada kebijakan institusional dan dokumentasi prosedural, sementara Kjellström (2025) mengilustrasikan efektivitas model desentralisasi radikal seperti LOCKSS dan "shadow libraries" dalam mempertahankan keberadaan materi digital melalui distribusi salinan yang masif di berbagai *node*. Peta isu dominan yang muncul adalah bahwa meskipun *blockchain* menawarkan keunggulan teknis dalam hal integritas dan imutabilitas, keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada kerangka Tata Kelola Informasi (IG) yang kuat, sebagaimana dibahas oleh (Nandeesh L & Keshava, 2022), untuk menyelaraskan inovasi teknologi dengan kepatuhan hukum, etika, dan keberlanjutan organisasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa teknologi *blockchain* menawarkan paradigma baru yang transformatif dalam menjamin integritas dan keamanan koleksi digital di perpustakaan. Temuan dari tinjauan literatur sistematis menunjukkan bahwa karakteristik inheren

blockchain, seperti imutabilitas, desentralisasi, dan transparansi jejak audit, secara efektif menjawab kelemahan mendasar sistem penyimpanan tradisional maupun berbasis awan yang rentan terhadap manipulasi, penghapusan sepihak, serta kegagalan teknis. Penerapan teknologi ini tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme penyimpanan yang aman, tetapi juga sebagai solusi sistemik untuk memvalidasi provenans dan autentisitas arsip digital sepanjang siklus hidupnya.

Dampak signifikan dari penelitian ini adalah teridentifikasinya pergeseran fundamental dalam mekanisme kepercayaan di lingkungan perpustakaan digital. Kepercayaan pengguna tidak lagi harus bergantung sepenuhnya pada reputasi institusi sebagai otoritas tunggal, melainkan dapat disandarkan pada protokol kriptografis yang transparan dan tidak dapat diubah. Manfaat strategis yang ditawarkan meliputi peningkatan akuntabilitas dalam pengelolaan aset digital, perlindungan hak cipta yang lebih kuat melalui kontrak cerdas, serta jaminan keaslian dokumen yang dapat diverifikasi secara independen oleh publik, yang pada akhirnya memperkuat posisi perpustakaan sebagai penjaga pengetahuan yang terpercaya di era digital.

Meskipun potensi blockchain sangat menjanjikan, realisasi implementasinya di perpustakaan menghadapi tantangan substansial terkait biaya, kompleksitas teknis, dan kesiapan sumber daya manusia. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan agar pemangku kepentingan di perpustakaan tidak hanya berfokus pada adopsi teknologi semata, tetapi juga memprioritaskan pengembangan kerangka tata kelola informasi yang adaptif dan peningkatan kompetensi teknis pustakawan. Studi masa depan disarankan untuk beralih dari diskursus konseptual menuju pengembangan model percontohan (pilot project) yang terukur dan analisis biaya-manfaat yang komprehensif, guna menjembatani kesenjangan antara potensi teoretis blockchain dan realitas operasional di lembaga informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, H. (2021). Uses Of Blockchain Technologies In Library Services. *Library Hi Tech News*, 38(8), 9–11. <https://doi.org/10.1108/LHTN-08-2020-0079>
- Bell, M., Green, A., Sheridan, J., Collomosse, J., Cooper, D., Bui, T., Thereaux, O., & Higgins, J. (2019). *Underscoring Archival Authenticity With Blockchain Technology*.
- Deng, Z., Ren, Y., Liu, Y., Yin, X., & Shen, Z. (2019). *Blockchain-Based Trusted Electronic Records Preservation In Cloud Storage*. 58(1), 135–151. <https://doi.org/10.32604/Cmc.2019.02967>

- Frank, R. D. (2022). Risk In Trustworthy Digital Repository Audit And Certification. In *Archival Science* (Vol. 22, Nomor 1). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/S10502-021-09366-Z>
- Hsiao, T., & Shen, S. (2023). A Study Of Digital Architectural Heritage Preservation Based On Blockchain Technology. *The Journal Of Engineering*, 2023(1), 1–17. <https://doi.org/10.1049/Tje2.12213>
- Kjellström, Z. (2025). Decentralized Digital Preservation: The LOCKSS Initiative And Shadow Libraries. *Online Information Review*, 49(8), 62–81. <https://doi.org/10.1108/OIR-02-2024-0088>
- Nandeesh L, & Keshava. (2022). Information Governance: A Framework For Enhancing Data Integrity, Compliance, And Accessibility In Academic Libraries. *Shodhkosh: Journal Of Visual And Performing Arts*, 3(2), 1315–1322. <https://doi.org/10.29121/Shodhkosh.V3.I2.2022.5756>
- Oktaviani, D., & Pramudyo, G. N. (2024). Literature Review: Preservasi Penyimpanan Arsip Elektronik Dalam Keamanan Arsip Menggunakan Teknologi Blockchain. *Sabda: Jurnal Kajian Kebudayaan*, 17(2), 25–41. <https://doi.org/10.14710/Sabda.17.2.25-41>
- Pramudyo, G. N., & SP, N. P. (2022). Preservasi Digital Pada Repositori Institusi Di Perpustakaan Perguruan Tinggi: Sebuah Kajian Literatur. *Anuva: Jurnal Kajian Budaya, Perpustakaan, Dan Informasi*, 6(4), 549–560.
- Woodall, A., & Ringel, S. (2020). Blockchain Archival Discourse: Trust And The Imaginaries Of Digital Preservation. *New Media And Society*, 22(12), 2200–2217. <https://doi.org/10.1177/1461444819888756>