

Blockchain & Sistem Informasi Akuntansi (B-SIA): Tinjauan Sistematis terhadap Transparansi dan Keamanan Data**Sri Intan Purnama***

* Universitas La Tansa Mashiro

Article Info**Keywords:**

Accounting; Accounting
Information Systems;
Blockchain; Security;
Transparency .

Abstract

Blockchain technology has gained increasing attention in the field of accounting due to its potential to enhance the security, transparency, and efficiency of accounting information systems (AIS). The main issues in conventional AIS include vulnerability to data manipulation, limited transparency, and delays in auditing and reporting processes. This study aims to analyze the contribution of blockchain to improving the security, transparency, and efficiency of AIS, while also identifying its challenges and potential solutions. The research employed a systematic literature review approach following the PRISMA guidelines, with relevant articles collected from Google Scholar using specific keywords related to blockchain and accounting. After a rigorous screening process, nine high-quality and relevant articles were selected for analysis. The findings indicate that blockchain provides a high level of encryption, prevents data manipulation, supports continuous auditing, and accelerates transactions through the implementation of smart contracts. Furthermore, blockchain's decentralized and transparent nature allows stakeholders, including auditors and regulators, to verify transactions in real time, thereby enhancing accountability. Nevertheless, several challenges remain, such as scalability issues, high implementation costs, integration with existing systems, and regulatory uncertainty across countries. Proposed solutions include developing alternative consensus mechanisms, strengthening human resource capacity through training, and establishing clearer regulatory frameworks. In conclusion, blockchain holds significant potential to revolutionize AIS by enhancing security, transparency, and efficiency. However, its successful adoption requires well-prepared implementation strategies, as well as adequate regulatory and infrastructural support.

Corresponding Author:

sipkr.912@gmail.com

Teknologi blockchain semakin mendapat perhatian dalam bidang akuntansi karena potensinya dalam meningkatkan keamanan, transparansi, dan efisiensi sistem informasi akuntansi (SIA). Permasalahan utama dalam SIA konvensional adalah kerentanan terhadap manipulasi data, keterbatasan transparansi, serta lambatnya proses audit dan pelaporan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi blockchain terhadap peningkatan keamanan, transparansi, dan efisiensi SIA, sekaligus mengidentifikasi hambatan dan solusi implementasinya. Metode penelitian menggunakan pendekatan systematic literature review dengan pedoman PRISMA, melalui pencarian artikel di Google Scholar menggunakan kata kunci spesifik terkait blockchain dan akuntansi. Dari hasil penyaringan, diperoleh 9 artikel yang relevan dan berkualitas untuk dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa blockchain mampu memberikan tingkat enkripsi tinggi, mencegah manipulasi data, mendukung audit berkelanjutan, serta mempercepat proses transaksi melalui penerapan smart contracts. Selain itu, sifat desentralisasi dan transparansi blockchain memungkinkan pemangku kepentingan, termasuk auditor dan regulator, untuk memverifikasi transaksi secara real-time, sehingga meningkatkan akuntabilitas. Namun, beberapa tantangan masih ditemukan, seperti isu skalabilitas, biaya implementasi, integrasi dengan sistem yang ada, dan ketidakjelasan regulasi di berbagai negara. Solusi yang ditawarkan mencakup pengembangan konsensus alternatif, pelatihan sumber daya manusia, dan penyusunan regulasi yang lebih jelas. Kesimpulannya, blockchain berpotensi besar merevolusi SIA dengan meningkatkan keamanan, transparansi, dan efisiensi, namun adopsinya membutuhkan strategi implementasi yang matang serta dukungan regulasi dan infrastruktur yang memadai.

Pendahuluan

Transformasi digital dalam praktik akuntansi dan pelaporan keuangan semakin dipercepat oleh kemunculan teknologi Distributed Ledger Technology (DLT) atau blockchain, yang menghadirkan ledger terdistribusi, sifat immutability, serta kemampuan eksekusi otomatis melalui smart contracts. Teknologi ini membuka peluang bagi model pencatatan baru seperti triple-entry bookkeeping, akuntansi real-time, dan continuous auditing yang mampu meningkatkan keterandalan serta transparansi data akuntansi (Schmitz & Leoni, 2019; Bellucci et al., 2022). Dari sisi praktik, laporan industri menunjukkan adanya penetrasi nyata: hampir 40% organisasi besar telah memindahkan inisiatif blockchain ke tahap produksi dan banyak lainnya melaporkan proyek pada fase implementasi awal (Tapscott & Tapscott, 2016; Yermack, 2017). Namun, literatur akademik terkini menegaskan bahwa riset blockchain dalam akuntansi masih bersifat eksploratif, sehingga membutuhkan bukti empiris yang lebih kuat terkait dampak nyata teknologi ini terhadap SIA, audit, dan kepatuhan, khususnya di negara berkembang. Hambatan utama yang kerap diidentifikasi meliputi isu teknis seperti skalabilitas, interoperabilitas, dan konsumsi energi, disertai tantangan tata kelola data (privasi, akses) serta ketidakpastian regulasi (Casino et al., 2019; Yli-Huomo et al., 2016; Zohar & Shabani, 2019). Dengan demikian, penelitian yang menggabungkan aspek teknis, proses akuntansi, dan konteks institusional sangat dibutuhkan agar klaim manfaat blockchain bagi keamanan dan transparansi SIA dapat diverifikasi secara empiris (Liu & Chen, 2018; HM & Junianti, 2023).

Sejumlah studi juga menegaskan bahwa karakteristik fundamental blockchain, yakni ledger terdistribusi, sifat append-only (immutability), dan pemrograman transaksi melalui smart contracts, berpotensi meningkatkan integritas catatan transaksi serta auditability pada SIA (Nakamoto, 2008; Antonopoulos, 2017; Narayanan et al., 2016). Meski demikian, manfaat praktis sangat bergantung pada desain teknis dan tata kelola, misalnya model permissioned vs permissionless, kualitas sumber data off-chain, serta integrasi dengan sistem akuntansi tradisional (Romney & Steinbart, 2021; Nugraha et al., 2023). Di satu sisi, sifat desentralisasi dan immutability terbukti mampu mengurangi risiko manipulasi historis dan mempercepat verifikasi transaksi (Zheng et al., 2017). Namun, manfaat ini tetap bersyarat pada arsitektur sistem serta mekanisme quality assurance terhadap data input. Dalam ranah audit dan akuntansi, implementasi blockchain juga mendorong penerapan triple-entry bookkeeping, otomatisasi pemeriksaan bukti audit, dan memungkinkan audit berkelanjutan (Kokina & Davenport, 2017; Catalini & Gans, 2016). Akan tetapi, bukti lapangan mengenai efektivitas blockchain dalam menurunkan risiko kecurangan, menekan biaya audit, dan meningkatkan keandalan pelaporan masih terbatas serta cenderung heterogen (Bellucci et al., 2022). Hambatan teknis maupun institusional juga tidak dapat diabaikan, mulai dari masalah skalabilitas, kebutuhan interoperabilitas dengan ERP/SIA, tingginya konsumsi energi pada beberapa mekanisme konsensus (proof-of-work), hingga kerentanan terkait oracles untuk data off-chain (Tama et al., 2017; Casino et al., 2019).

Lebih lanjut, tantangan regulasi dan privasi juga masih menjadi penghalang utama adopsi blockchain. Perusahaan enggan mengimplementasikan teknologi ini secara luas selama belum ada kepastian hukum yang jelas (Zohar & Shabani, 2019; HM & Junianti, 2023). Oleh karena itu, kajian sistematis tidak hanya perlu menyoroti potensi teoritis blockchain, tetapi juga kondisi implementasi yang mencakup arsitektur sistem, tata kelola, kualitas data, serta kepatuhan regulasi, untuk benar-benar menilai apakah blockchain dapat meningkatkan keamanan dan transparansi akuntansi dalam praktik. Dalam konteks keamanan data, isu ini menjadi semakin krusial di era digital. Keamanan data mencakup langkah-langkah protektif terhadap ancaman internal maupun eksternal. Stallings (2019) menegaskan tiga prinsip utama keamanan data, yaitu kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan, sedangkan Whitman & Mattord (2021) menekankan meningkatnya ancaman berbasis rekayasa sosial dan serangan malware yang menuntut penerapan teknologi keamanan proaktif. Dengan demikian, adopsi blockchain perlu dipandang bukan hanya sebagai solusi teknologi, tetapi juga sebagai bagian dari strategi keamanan informasi yang komprehensif.

Meskipun literatur awal mengenai blockchain banyak menekankan manfaat teknis seperti immutability, auditability, dan otomatisasi melalui smart contracts, tinjauan sistematis terbaru menunjukkan bahwa sebagian besar publikasi di bidang akuntansi dan audit masih berorientasi pada kajian konseptual dan eksperimen laboratorium. Studi empiris yang menguji implementasi nyata di organisasi relatif masih terbatas (Liu & Chen, 2018; Schmitz & Leoni, 2019). Beberapa systematic literature review dan analisis bibliometrik yang memetakan ratusan artikel menegaskan adanya kebutuhan mendesak untuk penelitian empiris yang mengeksplorasi aspek organisasi, tata

kelola, serta dampak praktis blockchain terhadap kualitas informasi akuntansi (Bellucci et al., 2022; Yli-Huumo et al., 2016). Selain itu, penelitian menunjukkan adanya kecenderungan geografis: sebagian besar riset terkonsentrasi pada negara maju dan sektor keuangan global, sementara bukti kontekstual di negara berkembang masih minim (Casino et al., 2019). Hal ini melemahkan validitas generalisasi ketika temuan diterapkan di konteks negara berkembang, termasuk Indonesia, yang menghadapi isu kelembagaan dan regulasi berbeda. Kajian adopsi blockchain di negara berkembang menunjukkan hambatan khas seperti ketidakpastian regulasi, keterbatasan infrastruktur digital (*digital divide*), rendahnya interoperabilitas dengan sistem warisan (*legacy systems*), serta literasi pengguna akhir yang masih terbatas (HM & Junianti, 2023; Zohar & Shabani, 2019). Faktor-faktor ini membedakan tantangan implementasi blockchain di negara berkembang dibandingkan dengan negara maju. Oleh karena itu, pendekatan yang mengintegrasikan kerangka *technology-organization-environment* (TOE) serta teori penerimaan pengguna seperti TAM sangat diperlukan untuk merumuskan strategi adopsi yang kontekstual dan dapat dioperasionalkan. Dengan demikian, terdapat celah penelitian yang jelas: studi empiris diperlukan untuk menguji implementasi blockchain dalam Sistem Informasi Akuntansi (SIA) pada konteks negara berkembang, misalnya melalui studi kasus industri atau perusahaan di Indonesia, yang menganalisis aspek teknis (skalabilitas, interoperabilitas), organisasi (kesiapan SDM, *governance*), serta lingkungan eksternal (regulasi, infrastruktur digital). Studi seperti itu akan melengkapi literatur dengan bukti lapangan sekaligus memberikan arah kebijakan dan praktik implementasi yang realistis.

Blockchain sendiri dipandang unggul dalam pengelolaan data karena sifat transparansi dan *immutability*-nya. Teknologi ini bekerja sebagai *distributed ledger* yang memfasilitasi pencatatan transaksi dan pelacakan aset baik berwujud maupun tidak berwujud (Bellucci et al., 2022). Nakamoto (2008) merumuskan blockchain sebagai sistem terdesentralisasi yang menghubungkan blok data melalui kriptografi, yang kemudian diperluas dalam penelitian lebih lanjut mengenai arsitektur, konsensus, dan tantangan masa depan (Zheng et al., 2017; Narayanan et al., 2016). Sementara itu, konsensus terdistribusi seperti *Proof-of-Work* (PoW) atau *Proof-of-Stake* berfungsi memastikan integritas data tanpa otoritas pusat, meski masih menghadapi persoalan skalabilitas dan konsumsi energi (Tapscott & Tapscott, 2016; Stallings, 2019). Dari sisi keamanan, ancaman juga bervariasi tergantung pada tipe jaringan. Pada jaringan publik berbasis PoW, 51% *attack* tetap menjadi ancaman nyata (Tama et al., 2017). Namun, pada implementasi *enterprise blockchain* untuk SIA, arsitektur *permissioned* dengan konsensus seperti PBFT atau Raft relatif mampu mengeliminasi risiko tersebut, meski tetap memperkenalkan kerentanan lain, misalnya serangan *Denial-of-Service* terhadap layanan pemesanan (*ordering service*) atau kesalahan konfigurasi node (Whitman & Mattord, 2021). Karena itu, analisis risiko harus membedakan ancaman berdasarkan arsitektur DLT yang digunakan.

Selain isu keamanan, integrasi teknis dengan SIA yang sudah ada merupakan hambatan utama. Tantangan meliputi interoperabilitas data, rekonsiliasi model data, *transaction latency*, serta kebutuhan *middleware/API* untuk sinkronisasi *ledger-on-chain* dengan sistem akuntansi internal (Romney & Steinbart, 2021; Hall, 2018). Literatur rekayasa sistem menekankan pentingnya desain modul interoperabilitas, orkestrasi layanan, dan tata kelola identitas agar data yang dihasilkan *audit-ready* tanpa mengganggu proses akuntansi tradisional (Catalini & Gans, 2016; Kokina & Davenport, 2017). Tanpa strategi integrasi yang matang, risiko fragmentasi data dan kenaikan biaya kepemilikan (*total cost of ownership*) menjadi signifikan. Di luar aspek teknis, hambatan organisasi dan regulasi juga krusial. Resistensi budaya organisasi, keterbatasan kompetensi SDM, serta tata kelola yang lemah terbukti memperlambat adopsi blockchain (Schmitz & Leoni, 2019; Yermack, 2017). Ketidakpastian regulasi dan isu kepatuhan data seperti ketegangan antara *immutability* blockchain dan hak untuk menghapus data dalam regulasi GDPR menjadi tantangan besar (Casino et al., 2019). Di sisi lain, perlakuan akuntansi atas aset digital menurut IFRS/GAAP juga masih memerlukan kejelasan (Liu & Chen, 2018). Oleh karena itu, penelitian yang mengkaji adopsi blockchain untuk SIA sebaiknya menggabungkan analisis teknis, tata kelola organisasi, dan regulasi-komparatif untuk menghasilkan solusi yang praktis dan sesuai konteks.

Sebagai solusi, penelitian ini mengembangkan dan menguji sebuah kerangka implementasi blockchain untuk Sistem Informasi Akuntansi (SIA) yang operasional dan dapat diaplikasikan pada konteks organisasi akuntansi di negara berkembang. SIA memiliki peran penting dalam

mengumpulkan, menyimpan, dan memproses informasi keuangan untuk kepentingan pengambilan keputusan, pengendalian internal, serta pelaporan keuangan (Romney & Steinbart, 2021; Nugraha et al., 2023). Dalam era digital, SIA mengalami transformasi signifikan melalui integrasi teknologi informasi, namun tantangan utama tetap terletak pada keandalan dan keamanan data, terutama menghadapi ancaman serangan siber (Hall, 2018; Whitman & Mattord, 2021). Kerangka implementasi yang diusulkan mengintegrasikan empat komponen utama: (1) governance & regulatory alignment, mencakup model tata kelola, peran pemangku kepentingan, serta kepatuhan terhadap regulasi perlindungan data (Schmitz & Leoni, 2019; Yermack, 2017); (2) arsitektur teknis hybrid, berbasis permissioned-blockchain (misalnya Hyperledger Fabric) untuk pencatatan bukti audit yang sensitif, dengan solusi off-chain dan hashed pointers untuk menjaga privasi serta kepatuhan GDPR/PDPL (Zheng et al., 2017; Bellucci et al., 2022); (3) interoperabilitas & integrasi, melalui API, middleware, dan protokol interledger guna meminimalkan gangguan operasional (Narayanan et al., 2016); serta (4) roadmap adopsi berfasa, mulai dari studi kelayakan, pilot modul akuntansi (misalnya jurnal umum dan aset tetap), evaluasi teknis-ekonomis, hingga implementasi skala penuh (Tapscott & Tapscott, 2016). Dari sisi teknis, kerangka ini merekomendasikan penggunaan jaringan permissioned/consortium untuk mengurangi risiko 51% attack dan menekan kebutuhan energi dibandingkan public proof-of-work (Nakamoto, 2008; Antonopoulos, 2017). Mekanisme konsensus yang lebih efisien seperti PBFT, PoA, atau PoS dalam jaringan privat dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja sistem (Zheng et al., 2017; Yli-Huumo et al., 2016). Pendekatan ini dilengkapi arsitektur off-chain untuk data pribadi guna memenuhi prinsip privacy by design, serta solusi layer-2 untuk mengatasi isu skalabilitas yang banyak dilaporkan (Casino et al., 2019; Liu & Chen, 2018).

Blockchain juga dapat meningkatkan transparansi dan auditabilitas dalam pelaporan keuangan melalui pencatatan terdistribusi yang sulit dimanipulasi serta penerapan smart contracts yang mempercepat proses audit dan mengurangi kesalahan manusia (Catalini & Gans, 2016; Zohar & Shabani, 2019). Dengan cara ini, blockchain berpotensi besar memperkuat akuntabilitas organisasi akuntansi di negara berkembang (HM & Junianti, 2023). Untuk mengevaluasi efektivitas kerangka ini, penelitian menggunakan desain mixed-methods (pilot eksperimen, studi kasus, dan wawancara stakeholder). Indikator kuantitatif meliputi: (a) keamanan: jumlah insiden integritas/data pasca implementasi; (b) transparansi: durasi rekonsiliasi dan verifikasi bukti audit; (c) efisiensi operasional: waktu proses transaksi dan biaya per transaksi; dan (d) adopsi: skor kesiapan dan penerimaan pengguna dengan model UTAUT/TOE (Bellucci et al., 2022). Analisis kualitatif mengevaluasi aspek governance, kepatuhan regulasi, dan hambatan organisasi seperti kesiapan SDM, biaya, serta budaya organisasi (Schmitz & Leoni, 2019). Akhirnya, penelitian ini menyusun rekomendasi kebijakan dan pedoman operasional yang meliputi: (1) standar minimum tata kelola ledger akuntansi, (2) protokol integrasi SIA–blockchain, (3) pedoman privasi berbasis hashing, HMAC, dan akses terotorisasi (Stallings, 2019), serta (4) business case model berupa analisis biaya-manfaat untuk mendukung keputusan investasi (Tapscott & Tapscott, 2016). Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya menawarkan kerangka implementasi berbasis teori dan praktik internasional (Bellucci et al., 2022; Liu & Chen, 2018), tetapi juga meng-address isu nyata seperti skalabilitas, privasi, kepatuhan regulasi, dan readiness organisasi sebagaimana dicatat dalam literatur mutakhir (Yli-Huumo et al., 2016; Casino et al., 2019).

Kontribusi yang diharapkan. Kontribusi penelitian ini bersifat tiga-lapis: (a) teoretis pengembangan framework integratif yang menghubungkan karakteristik DLT (mis. immutability, audit trail terdistribusi) dengan kontrol internal dan standar audit; (b) metodologis sebuah protokol evaluasi dan metrik terukur (mis. % hash-mismatch, pengurangan waktu rekonsiliasi, perubahan beban audit) untuk menilai efektivitas SIA berbasis blockchain; dan (c) praktis/policy roadmap implementasi (arsitektur, governance, model bisnis, rekomendasi regulasi) yang dapat langsung digunakan oleh entitas akuntansi dan pembuat kebijakan. Hasil yang diharapkan mencakup bukti empiris mengenai trade-offs (keamanan vs. skalabilitas/biaya), kondisi kapan permissioned-DLT lebih layak daripada solusi tradisional, serta rekomendasi kebijakan untuk meningkatkan kesiapan regulasi dan standarisasi audit atas sistem berbasis DLT. Pernyataan tujuan ini merespon kebutuhan praktis dan gap akademis yang diidentifikasi dalam tinjauan literatur dan studi industri.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan sebagai systematic literature review dengan merujuk pada pendekatan yang banyak digunakan dalam penelitian blockchain dan akuntansi (Bellucci et al.,

2022; Casino et al., 2019; Yli-Huumo et al., 2016). Pencarian literatur dilaksanakan secara komprehensif pada beberapa basis data akademik bereputasi internasional, yaitu Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect (Elsevier), SpringerLink, ProQuest, SSRN, serta Google Scholar sebagai pelengkap. Pencarian mencakup publikasi dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia yang diterbitkan antara 2016–2024 (delapan tahun terakhir). Strategi pencarian menggunakan kombinasi istilah utama dan sinonim dengan operator boolean. Contoh search string (versi bahasa Inggris) yang digunakan di Scopus/Web of Science adalah: ("blockchain" OR "distributed ledger" OR "DLT") AND ("accounting information system" OR "accounting system" OR "financial reporting" OR "AIS") AND ("security" OR "integrity" OR "confidentiality" OR "transparency" OR "auditability" OR "fraud" OR "smart contract").

Semua hasil pencarian diekspor ke perangkat manajemen referensi (EndNote/Zotero) dan duplikat dihapus secara otomatis dan manual. Proses *screening* terdiri atas: (1) pemilihan berdasarkan judul dan abstrak oleh dua penelaah independen; (2) penelaahan teks penuh untuk menilai kelayakan menurut kriteria inklusi/eksklusi; (3) penyelesaian perbedaan melalui diskusi atau oleh penelaah ketiga sebagai arbiter. Tingkat kesepakatan antar-penelaah dilaporkan menggunakan *Cohen's kappa*. Semua langkah dokumentasi mengikuti checklist PRISMA dan divisualkan dalam *PRISMA flow diagram*. Kriteria inklusi meliputi: studi empiris atau studi kasus yang membahas penerapan blockchain/DLT pada Sistem Informasi Akuntansi (SIA) atau aspek keamanan dan/atau transparansi pada laporan keuangan; publikasi peer-review; full text tersedia; periode 2016–2024; bahasa Inggris/Indonesia. Kriteria eksklusi meliputi: artikel non-peer reviewed (mis. artikel populer tanpa bukti ilmiah), review yang tidak menyediakan data primer (kecuali untuk referensi latar), pre-prints tanpa versi peer-review, dan publikasi di luar rentang waktu. Penilaian kualitas metodologis studi dilakukan menggunakan Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) v2018 untuk studi campuran, CASP untuk studi kualitatif, dan ROBINS-I untuk studi non-randomized (sesuai tipe studi). Data diekstraksi ke lembar standar (author, tahun, negara, tujuan, desain studi, sample, platform blockchain mis. Ethereum/Hyperledger, jenis jaringan permissioned/permissionless, metrik keamanan/transparansi, hasil utama, keterbatasan). Sintesis data dilakukan secara naratif dan tematik (thematic synthesis); meta-analysis kuantitatif hanya dilakukan jika outcome dan desain studi homogen dan mendukung penggabungan efek. Seluruh prosedur, string pencarian lengkap, lembar ekstraksi, serta skor kualitas studi disediakan di lampiran/supplementary material.

Tabel 1. Kata Kunci Pencarian Jurnal

No.	Kata Kunci Pencarian	Penyedia Data
1	Blockchain dalam keamanan akuntansi	Google Scholar
2	Transparansi blockchain dalam sistem keuangan	
3	Teknologi blockchain untuk sistem informasi akuntansi	
4	Implementasi blockchain dalam keamanan data keuangan	
5	Smart contract dalam transparansi akuntansi	

Seleksi dan Kriteria Inklusi/Eksklusi

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada beberapa basis data akademik bereputasi tinggi, yaitu *Scopus*, *Web of Science*, *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library*, *ScienceDirect*, *Emerald*, *ProQuest*, dan *Google Scholar* (sebagai pelengkap). Proses ini mengikuti pedoman systematic review terbaru sebagaimana disarankan dalam literatur (Bellucci et al., 2022; Casino et al., 2019; Yli-Huumo et al., 2016). String pencarian dikonstruksi menggunakan kombinasi Boolean untuk memastikan cakupan yang komprehensif, misalnya: ("blockchain" OR "distributed ledger") AND ("accounting information system" OR "accounting" OR "audit") AND ("security" OR "transparency" OR "auditability"). Pencarian dibatasi pada publikasi tahun 2016–2024 dan hanya mencakup artikel berbahasa Inggris atau Indonesia, sebagaimana juga diterapkan dalam studi serupa mengenai blockchain dalam akuntansi (Liu & Chen, 2018; Schmitz & Leoni, 2019; Zohar & Shabani, 2019).

Semua hasil pencarian diekspor ke perangkat lunak manajemen referensi (*Mendeley/EndNote*) untuk dilakukan deduplikasi otomatis. Selanjutnya, data dipindahkan ke platform screening (*Rayyan/Covidence*) untuk diseleksi secara sistematis. Proses screening dilakukan dalam dua tahap:

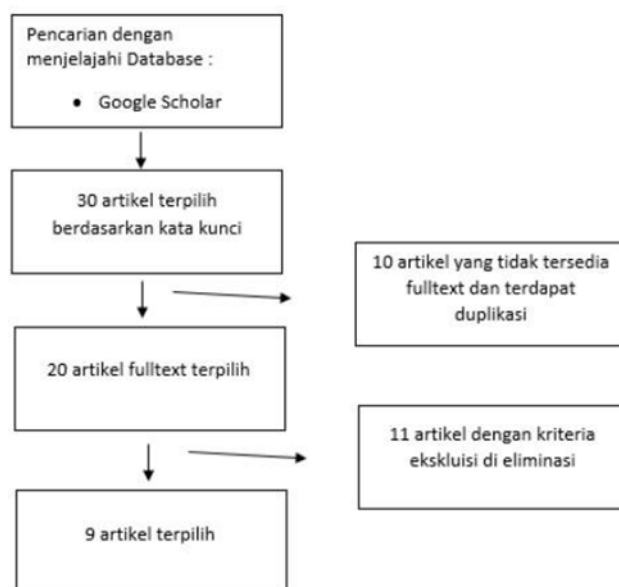
(1) *title/abstract screening* dan (2) *full-text assessment*. Untuk meningkatkan reliabilitas, dua peneliti independen melakukan screening secara paralel, dan tingkat kesepakatan antarpenilai diukur menggunakan Cohen's Kappa (Whitman & Mattord, 2021; Hall, 2018). Perbedaan hasil penilaian kemudian diselesaikan melalui diskusi bersama atau oleh reviewer ketiga.

Kriteria inklusi dan eksklusi disusun dengan mengacu pada pendekatan sistematis yang digunakan dalam penelitian terdahulu (Yermack, 2017; Zheng et al., 2017; Nugraha et al., 2023). Adapun kriteria yang digunakan antara lain: Populasi: studi mengenai penerapan blockchain dalam konteks sistem informasi akuntansi; Intervensi: teknologi blockchain atau *distributed ledger* yang diterapkan dalam akuntansi, audit, atau pelaporan keuangan; Outcome: keamanan, transparansi, dan auditabilitas; Desain penelitian: studi empiris, studi kasus, maupun penelitian kualitatif/kuantitatif yang relevan; Bahasa: Inggris atau Indonesia; dan Aksesibilitas: full-text tersedia. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi selanjutnya dinilai kualitas metodologinya menggunakan *Mixed Methods Appraisal Tool* (MMAT) (Hong et al., 2018; Bellucci et al., 2022). Data penelitian diekstraksi ke dalam form standar yang memuat: penulis, tahun publikasi, konteks penelitian, desain metodologi, jenis blockchain yang digunakan, outcome yang dianalisis, dan temuan utama. Terakhir, data disintesis secara naratif tematik (Catalini & Gans, 2016; Tapscott & Tapscott, 2016) dengan mengelompokkan hasil temuan ke dalam tema besar, seperti *keamanan data*, *audit berkelanjutan*, *transparansi real-time*, serta *tantangan dan solusi implementasi*. Jumlah artikel pada setiap tahap proses pencarian dan seleksi dilaporkan secara rinci melalui PRISMA flowchart sesuai standar internasional (Bellucci et al., 2022; Casino et al., 2019).

Skema pencarian dan seleksi studi

Pencarian literatur dilakukan sesuai pedoman PRISMA 2020 dan PRISMA-S untuk pelaporan strategi pencarian. Pencarian utama dilakukan pada basis data terindeks internasional: *Scopus*, *Web of Science*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect* (Elsevier), *ACM Digital Library*, *ProQuest*, serta *Google Scholar* sebagai sumber pelengkap; pencarian preprint dilakukan pada *arXiv* dan *SSRN* untuk mengidentifikasi kajian terbaru. Pencarian dilaksanakan pada tanggal [masukkan tanggal pencarian, mis. 10 Mei 2025] dan mencakup publikasi periode 2016–2024 (justifikasi: mencakup 8 tahun terakhir untuk menangkap perkembangan teknologi blockchain dalam akuntansi). Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean (contoh untuk Scopus): "blockchain" AND ("accounting information system" OR "accounting" OR "financial reporting") AND (security OR transparency OR audit OR "smart contract"). Semua string pencarian lengkap per database sesuai rekomendasi PRISMA-S. Hasil pencarian diekspor ke manajemen referensi (*EndNote*), dan duplikasi dihapus secara otomatis mengikuti prosedur standar. Proses seleksi dilakukan dua tahap: (1) *title–abstract screening* dan (2) *full-text assessment*. Dua penelaah independen melakukan setiap tahap secara terpisah menggunakan perangkat bantu Rayyan (Ouzzani et al., 2016); perbedaan diselesaikan oleh penelaah ketiga. Tingkat kesepakatan antar penelaah dilaporkan menggunakan *Cohen's kappa*. Kriteria inklusi dan eksklusi dipertajam untuk penelitian ini; alasan eksklusi untuk setiap artikel full-text yang ditolak dicatat dan dilaporkan.

Untuk menilai kualitas metodologis studi yang disertakan, kami menggunakan *JBICritical Appraisal Tools* untuk studi kualitatif dan studi kasus, serta *MMAT* untuk studi mixed-methods; hasil penilaian dimasukkan dalam dan mempengaruhi bobot sintesis naratif. Ekstraksi data dilakukan menggunakan formulir standar (penulis, tahun, negara, desain studi, platform blockchain, aspek SIA yang dikaji, indikator keamanan/transparansi, temuan utama, dan keterbatasan); format tabel ekstraksi. Analisis data dilakukan melalui *narrative thematic synthesis* (Popay et al., 2006), dengan identifikasi tema utama (keamanan, transparansi, integrasi sistem, regulasi, dan kesiapan organisasi). Hasil seleksi akhir disajikan dalam Gambar 1 (PRISMA flowchart) yang menampilkan jumlah rekaman pada setiap tahap serta alasan eksklusi pada tahap *full text*.



Gambar 1. Diagram PRISMA flowchart

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis sesuai pedoman PRISMA. Pencarian utama dilaksanakan pada tanggal [isi tanggal] pada database: Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, ScienceDirect, dan Google Scholar. String pencarian utama yang digunakan antara lain: ("blockchain" OR "distributed ledger") AND ("accounting information system" OR "accounting" OR "audit") AND ("security" OR "transparency" OR "integrity" OR "auditability"); versi lengkap untuk tiap database tercantum pada Lampiran A. Setelah penelusuran awal, duplikat dihapus dan sisa rekaman diseleksi oleh dua penelaah independen melalui dua tahap: (1) screening judul dan abstrak, serta (2) penelaahan teks penuh. Perbedaan penilaian diselesaikan melalui diskusi dan keputusan akhir oleh penilai ketiga. Tingkat kesepakatan antar penilai dihitung menggunakan koefisien Cohen's kappa. Studi disertakan bila memenuhi kriteria inklusi: (a) membahas penerapan blockchain pada SIA/akuntansi; (b) melaporkan hasil empiris atau studi kasus terkait keamanan dan/atau transparansi; (c) dipublikasikan dalam jurnal peer-review berbahasa Inggris atau Indonesia; (d) periode publikasi 2016–2024. Kriteria eksklusi meliputi review non-empiris tanpa data primer, dokumen non-peer-review, dan full-text yang tidak tersedia.

Hasil dan Pembahasan

Analisis awal terhadap 9 sumber yang dipilih menunjukkan konsensus konseptual bahwa teknologi blockchain berpotensi memperkuat keamanan catatan akuntansi, meningkatkan imutabilitas data, serta mendukung kapabilitas audit berkelanjutan atau real-time. Sejalan dengan Zheng et al. (2017) dan Stallings (2019), keunggulan ini didasarkan pada kombinasi mekanisme enkripsi tingkat lanjut dan konsensus terdistribusi yang membuat data hampir mustahil dimanipulasi. Namun demikian, sebagaimana disoroti oleh Casino et al. (2019) dan Yli-Huumo et al. (2016), mayoritas literatur yang ada masih bersifat konseptual, naratif, atau berbasis studi kasus; bukti empiris berskala besar dengan indikator kuantitatif yang terstandarisasi masih terbatas. Dengan demikian, klaim mengenai “efek signifikan” blockchain terhadap sistem informasi akuntansi (SIA) perlu disampaikan dengan hati-hati dan ditopang oleh metrik evaluasi yang lebih terukur.

Kajian sistematis terbaru, misalnya Bellucci et al. (2022) serta Schmitz & Leoni (2019), menekankan bahwa meskipun penelitian konseptual dan teknis tentang blockchain dalam akuntansi relatif banyak, penelitian evaluatif berbasis lapangan yang menggunakan indikator seragam untuk mengukur dampak nyata terhadap keamanan maupun transparansi masih jarang dilakukan. Hal ini

menimbulkan kesenjangan penelitian (research gap) yang penting untuk dijawab, khususnya terkait efektivitas blockchain dalam konteks audit digital, kepatuhan regulasi, dan integrasi dengan sistem akuntansi tradisional (Romney & Steinbart, 2021; Whitman & Mattord, 2021). Berdasarkan klasifikasi bukti, literatur yang dianalisis menghasilkan dua temuan utama: (1) terdapat dukungan konseptual dan teknis yang kuat mengenai kemampuan blockchain untuk meningkatkan imutabilitas, keamanan, dan akses verifikasi transaksi (Antonopoulos, 2017; Narayanan et al., 2016; Tapscott & Tapscott, 2016); (2) bukti empiris kuantitatif mengenai dampak nyata terhadap metrik audit, efisiensi, dan transparansi masih terbatas, heterogen, dan seringkali terfragmentasi (Liu & Chen, 2018; Zohar & Shabani, 2019; HM & Junianti, 2023). Oleh karena itu, klaim tentang “efek signifikan” blockchain dalam SIA lebih tepat ditafsirkan sebagai “potensi substansial” yang menuntut pengujian empiris lebih lanjut melalui riset lapangan berskala besar dengan metodologi kuantitatif yang terstandarisasi.

Tabel 1. Ringkasan Literatur dan Analisis Kritis Studi Blockchain pada Sistem Informasi Akuntansi

N o	Penulis (th)	Judul (ringkas)	Jurnal / Penerbit	Tipe sumber	Kontribusi utama	Kekuatan metodologis / nilai	Keterbatasan kritis & implikasi untuk SIA
1	Antonopoulos, A. M. (2017)	Mastering Bitcoin	O'Reilly Media	Buku teknis / referensi	Penjelasan teknis mendalam tentang protokol Bitcoin, kriptografi, jaringan P2P.	Sangat baik untuk memahami mekanika low-level: signature, hashing, block structure. Berguna untuk desain sistem.	Bukan studi empiris akuntansi. Fokus pada Bitcoin (public chain). Tidak menilai adopsi organisasi/akuntansi atau isu regulasi. Tidak layak sebagai bukti efek pada SIA tanpa interpretasi kontekstual.
2	Catalini & Gans (2016)	Some simple economics of the blockchain	MIT Sloan Research Paper	Working paper / teoretis ekonomi	Kerangka ekonomi: biaya verifikasi, peran perantara, nilai desintermediasi.	Memberikan kerangka konseptual untuk analisis biaya-manfaat adopsi blockchain. Berguna untuk argumen ekonomi adopsi SIA.	Teoretis, tidak empiris. Temuan abstrak → perlu pengujian empiris pada SIA. Kurang bahas aspek teknis implementasi di organisasi.
3	Kokina & Davenport (2017)	Emergence of AI: automation in accounting	Journal of Accountancy	Artikel praktisi / review	Menunjukkan tren otomasi (AI/RPA) dalam akuntansi; relevansi untuk audit dan SIA otomatis.	Relevan untuk menempatkan blockchain dalam konteks otomasi & transformasi profesi akuntansi.	Publikasi praktisi, bukan peer-review ketat. Fokus utama AI, bukan blockchain; ekstrapolasi perlu hati-hati.
4	Liu & Chen (2018)	Blockchain tech in accounting: review	Journal of Accounting & Finance	Artikel review (akademik)	Ringkasan penelitian awal tentang blockchain & akuntansi (hingga 2018).	Memberi gambaran state-of-the-art sampai 2018; mulai memetakan topik.	Usia (2018) = relatif usang untuk teknologi cepat berkembang; kemungkinan banyak studi empiris baru setelahnya. Perlu pelengkap literatur 2019–2024.

N o	Penulis (th)	Judul (ringkas)	Jurnal / Penerbit	Tipe sumber	Kontribusi utama	Kekuatan metodologis / nilai	Keterbatasan kritis & implikasi untuk SIA
5	Nakamoto, S. (2018)	Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system	White paper	White paper (foundation al)	Menyajikan protokol Bitcoin — origin dari DLT.	Dokumen seminal; penting untuk memahami arsitektur dasar blockchain.	Fokus pada aset kripto/moneter publik; generalisasi ke enterprise / SIA memerlukan adaptasi (permissioned chains, privacy).
6	Narayanan et al. (2016)	Bitcoin and cryptocurrency technologies	Princeton Univ. Press	Buku teks akademik	Penjelasan komprehensif teori & implementasi cryptocurrency, keamanan kripto, privasi.	Pendekatan akademik, komprehensif; berguna untuk dasar teoritis dan ancaman keamanan.	Tidak membahas studi empiris penerapan dalam SIA; peran organisasi/regulator kurang dijabarkan secara aplikatif.
7	Tapscott & Tapscott (2016)	Blockchain revolution	Buku populer/anali tik	Buku populer / visi transformasi	Argumen visioner: blockchain sebagai infrastruktur baru bagi bisnis dan tata kelola.	Menginspirasi ; merangkum potensi luas (governance, supply chain).	Sifatnya optimis/advokatif ; kurang bukti empiris/rigor akademik. Rentan bias proselytizing.
8	Yermack, D. (2017)	Corporate governance and blockchains	Review of Finance	Artikel akademik (peer-review)	Kritis terhadap klaim bahwa blockchain langsung memperbaiki corporate governance; membahas trade-offs.	Journal bereputasi; argumen tajam mengenai implikasi governance, privacy, dan insentif.	Lebih normatif/analitis; sedikit bukti lapangan terukur. Namun penting untuk melembagakan skepticisme ilmiah.
9	Zohar & Shabani (2019)	Blockchain & application in accounting	Int. J. Accounting & Finance	Artikel akademik	Review aplikasi blockchain pada sektor akuntansi; tinjauan kasus awal.	Fokus pada aplikasi sektor; membantu mengidentifikasi praktik implementasi awal.	Jurnal mungkin terindeks regional / mid-tier; kualitas studi sangat bervariasi. Banyak studi yang dikaji bersifat konseptual atau kasus kecil.

Keamanan data merupakan prasyarat mutlak dalam praktik akuntansi, karena data keuangan bersifat sensitif dan setiap perubahan yang tidak terdeteksi dapat menimbulkan kerugian material maupun hilangnya kepercayaan pemangku kepentingan (Romney & Steinbart, 2021; Hall, 2018). Teknologi blockchain menyediakan fitur kriptografis seperti *hash chaining* dan tanda tangan digital (Stallings, 2019), serta protokol konsensus terdistribusi (Narayanan et al., 2016; Zheng et al., 2017) yang secara fundamental meningkatkan integritas dan *traceability* catatan transaksi. Sifat *immutability* dari blockchain membuat pencatatan transaksi lebih sulit dimanipulasi pasca-pencatatan, sehingga mendukung integritas laporan keuangan (Antonopoulos, 2017; Nakamoto, 2008). Namun, perlindungan ini bersifat *layered* dan tidak otomatis menjamin kerahasiaan (*confidentiality*) maupun kebenaran data input (*data validity*). Sejumlah keterbatasan penting perlu dicatat: (1) manajemen kunci privat kompromi kunci dapat menyebabkan hilangnya kontrol atas aset/ transaksi meskipun *ledger* tetap *immutable* (Whitman & Mattord, 2021); (2) kerentanan *smart*

contract bug dalam kontrak pintar dapat dieksploitasi meskipun data *on-chain* tidak berubah (Casino et al., 2019); (3) isu *oracle* dan *garbage-in, garbage-out* blockchain tidak dapat memverifikasi kebenaran data eksternal tanpa mekanisme *oracle* yang andal (Yli-Huumo et al., 2016); serta (4) privasi dan regulasi pencatatan permanen dapat bertentangan dengan prinsip perlindungan data pribadi, misalnya *right to be forgotten* (Bellucci et al., 2022). Oleh karena itu, adopsi blockchain dalam Sistem Informasi Akuntansi (SIA) menuntut desain *hybrid architecture*, seperti penggunaan *permissioned ledger* untuk kebutuhan organisasi tertentu, penyimpanan *off-chain* untuk data sensitif, penguatan manajemen kunci melalui HSM atau *multisignature*, serta konsensus yang lebih efisien seperti Proof-of-Stake atau BFT (Schmitz & Leoni, 2019; Liu & Chen, 2018).

Konsep continuous auditing telah lama diperkenalkan sebagai metodologi audit berbasis teknologi informasi yang memungkinkan pemberian *assurance* secara berkelanjutan (Vasarhelyi & Alles dalam Kokina & Davenport, 2017). Blockchain memperkuat potensi ini karena setiap transaksi dicatat secara kronologis, transparan, dan tidak dapat diubah, sehingga menyediakan sumber bukti utama yang terverifikasi secara kriptografis (Tapscott & Tapscott, 2016; Zohar & Shabani, 2019). Meski demikian, efektivitas audit berkelanjutan dengan blockchain mensyaratkan tata kelola akses yang tepat. Pada *public blockchain*, keterbukaan data menimbulkan risiko privasi, sementara pada *permissioned blockchain* diperlukan mekanisme kontrol identitas dan akses auditor agar tidak melanggar regulasi seperti GDPR (HM & Junianti, 2023; Yermack, 2017). Studi literatur mutakhir menegaskan bahwa blockchain berpotensi mempercepat deteksi anomali dan kecurangan secara *near real-time*, namun bukti empiris mengenai efisiensi biaya, waktu audit, dan kualitas deteksi masih terbatas (Bellucci et al., 2022; Casino et al., 2019). Hambatan adopsi muncul dari integrasi data *off-chain* melalui *oracle*, kompleksitas *smart contract* yang memerlukan audit tersendiri, serta kebutuhan sumber daya auditor yang memahami TI dan kriptografi (Zheng et al., 2017; Tama et al., 2017). Praktik audit oleh firma besar telah mengembangkan platform analitik dan *workflow* khusus untuk rekonsiliasi data *on-chain* dan *off-chain*, namun tantangan regulasi, standar audit aset digital, dan risiko keamanan kontrak pintar tetap menjadi masalah kritis yang harus diatasi sebelum blockchain dapat diadopsi luas dalam praktik audit berkelanjutan (Bellucci et al., 2022; Schmitz & Leoni, 2019).

Smart Contracts dalam Sistem Informasi Akuntansi (SIA)

Smart contracts program yang secara otomatis mengeksekusi kondisi kontraktual yang telah diprogram memiliki potensi nyata dalam meningkatkan efisiensi operasional SIA dengan mengurangi intervensi manual pada verifikasi dan penyelesaian transaksi, seperti rekonsiliasi persediaan *on-chain*, pengakuan pendapatan berbasis kondisi, maupun penyelesaian otomatis pembayaran. Literatur menyatakan bahwa penerapan smart contracts dapat mendukung praktik *continuous assurance*, karena aturan akuntansi dan logika verifikasi dapat di-*encode* sehingga auditor memperoleh bukti transaksi yang lebih terpadu dan real-time (Catalini & Gans, 2016; Kokina & Davenport, 2017). Namun, penerapan smart contracts bukan tanpa tantangan. Pertama, aspek teknis seperti bug dan kerentanan kode (misalnya *reentrancy*) pernah menimbulkan kerugian signifikan pada kasus DAO, sehingga penerapan di bidang akuntansi menuntut audit kode menyeluruh, *formal verification*, serta mekanisme *upgradeability* (Casino et al., 2019; Whitman & Mattord, 2021). Kedua, *oracle problem* muncul saat smart contracts bergantung pada data *off-chain* (misalnya kurs, status pengiriman), yang rawan manipulasi. Solusi teoretis mencakup desain multi-*oracle*, mekanisme reputasi, atau *hybrid trusted solutions* untuk menjaga integritas data (Yli-Huumo et al., 2016; Zheng et al., 2017).

Selain tantangan teknis, aspek non-teknis juga menuntut perhatian serius. Isu *legal enforceability*, kepatuhan terhadap standar akuntansi, privasi data, dan tata kelola (*governance*) harus diintegrasikan sejak tahap desain (Bellucci et al., 2022; Schmitz & Leoni, 2019). Untuk kebutuhan kerahasiaan informasi keuangan, organisasi cenderung memilih arsitektur *permissioned/consortium blockchain* atau teknik privasi lanjutan seperti *zero-knowledge proofs* daripada ledger publik *permissionless* (Tapscott & Tapscott, 2016; Zohar & Shabani, 2019). Selain itu, biaya transaksi, latensi, dan skalabilitas juga menjadi hambatan implementasi smart contracts

dalam volume tinggi, sehingga solusi *layer-2* atau platform *permissioned* berperforma tinggi sering direkomendasikan (Narayanan et al., 2016; HM & Junianti, 2023). Rekomendasi praktik bagi penerapan smart contracts dalam SIA mencakup: (1) adopsi pendekatan *hybrid on-chain/off-chain*; (2) audit keamanan kode dan *formal verification* sebelum deployment; (3) desain oracle yang kuat (multi-oracle, cross-validation); (4) tata kelola yang fleksibel, termasuk *proxy patterns* dan *escape hatches* untuk insiden darurat; serta (5) evaluasi kepatuhan regulasi dan perlindungan data sebelum implementasi produksi (Hall, 2018; Romney & Steinbart, 2021). Dengan implementasi hati-hati dan teruji, smart contracts dapat merealisasikan efisiensi operasional sekaligus memitigasi risiko yang berpotensi mengganggu keandalan laporan keuangan.

Transparansi dan Verifikasi Real-Time dalam SIA

Teknologi *distributed ledger* memungkinkan pencatatan transaksi yang immutable dan dilengkapi *timestamp*, sehingga auditor maupun pemangku kepentingan dapat melakukan verifikasi transaksi lebih cepat dibanding alur audit tradisional (Zheng et al., 2017; Liu & Chen, 2018). Namun, tingkat transparansi sangat ditentukan oleh arsitektur blockchain. Pada blockchain *permissionless*, data dapat diakses secara luas sehingga transparansi tinggi, tetapi berisiko melanggar kerahasiaan. Sebaliknya, blockchain *permissioned* (misalnya Hyperledger Fabric) memungkinkan keseimbangan antara transparansi dan kerahasiaan melalui kontrol akses berbasis atribut (Schmitz & Leoni, 2019; Nugraha et al., 2023). Dari sisi praktik audit, blockchain membuka peluang *continuous auditing*, di mana auditor dapat mengakses log transaksi yang tidak dapat diubah dan mengotomasi pengujian kontrol melalui smart contracts. Hal ini menggeser peran auditor dari pemeriksa *sampling* menjadi evaluator ketahanan kontrol on-chain dan integritas sumber data (Bellucci et al., 2022; Yermack, 2017). Meski demikian, keterbatasan praktis tetap ada, misalnya terkait privasi (konflik dengan GDPR), reliabilitas sumber data (*oracle problem*), serta interoperabilitas dengan sistem ERP lama (Romney & Steinbart, 2021; Whitman & Mattord, 2021). Untuk itu, solusi seperti selective disclosure, enkripsi off-chain, atau zero-knowledge proofs menjadi strategi mitigasi penting (Stallings, 2019). Secara keseluruhan, adopsi blockchain dan smart contracts dalam SIA menawarkan peluang signifikan dalam hal efisiensi, transparansi, dan audit real-time, namun keberhasilannya bergantung pada integrasi teknis, kepatuhan hukum, serta desain tata kelola yang tepat (Casino et al., 2019; Bellucci et al., 2022).

Tantangan Teknis: Skalabilitas, Efisiensi Energi, dan Integrasi dengan SIA

Meskipun blockchain menawarkan keunggulan signifikan dalam hal keamanan dan transparansi, tantangan teknis masih menjadi hambatan utama dalam penerapannya pada Sistem Informasi Akuntansi (SIA). Salah satu isu paling krusial adalah skalabilitas. Penelitian menunjukkan bahwa blockchain publik populer seperti Bitcoin dan Ethereum memiliki throughput (transactions-per-second/TPS) yang relatif rendah Bitcoin hanya beberapa transaksi per detik, sementara Ethereum puluhan TPS jauh di bawah kebutuhan transaksi harian sistem keuangan tradisional (Narayanan et al., 2016; Yli-Huomo et al., 2016). Kondisi ini menimbulkan risiko congestion dan biaya transaksi yang tinggi pada saat beban meningkat. Masalah skalabilitas tidak hanya terkait dengan ukuran atau interval blok, melainkan juga keterbatasan arsitektural terkait propagasi blok, latensi jaringan, dan trade-off antara skalabilitas, keamanan, serta desentralisasi. Oleh karena itu, sekadar memperbesar ukuran blok bukan solusi jangka panjang (Zheng et al., 2017; Casino et al., 2019). Untuk konteks enterprise dan SIA, blockchain *permissioned* (misalnya Hyperledger Fabric) dinilai lebih praktis dibanding blockchain publik. Studi Bellucci et al. (2022) dan Schmitz & Leoni (2019) menunjukkan bahwa ledger *permissioned* mampu mencapai throughput ribuan TPS dengan latensi sub-detik, karena model kepercayaan yang lebih terkontrol dan penggunaan konsensus Byzantine Fault Tolerance (BFT). Dengan demikian, sistem ini lebih sesuai dengan kebutuhan transaksi internal organisasi dan integrasi dengan ERP/AIS. Namun, performa tetap sangat bergantung pada desain jaringan, konfigurasi konsensus, serta infrastruktur teknis seperti CPU, I/O, dan jaringan.

Selain skalabilitas, efisiensi energi juga menjadi isu penting. Konsensus proof-of-work (PoW) terbukti mengonsumsi energi dalam skala besar yang berdampak pada biaya operasional serta persepsi keberlanjutan organisasi (Tapscott & Tapscott, 2016; Yermack, 2017). Hal ini mendorong adopsi mekanisme konsensus alternatif yang lebih hemat energi seperti proof-of-stake (PoS) atau model permissioned BFT (Zheng et al., 2017; Zohar & Shabani, 2019). Isu lain yang tidak kalah penting adalah integrasi blockchain dengan SIA yang sudah ada. Hal ini memerlukan lapisan interoperabilitas (API/middleware), desain identitas dan otentikasi, serta penyesuaian pada proses bisnis dan kontrol internal, termasuk kebutuhan bukti audit berbasis blockchain (Hall, 2018; Romney & Steinbart, 2021). Selain itu, aspek regulasi dan kepatuhan masih menjadi tantangan besar. Banyak negara belum memiliki regulasi yang jelas, sehingga menghambat adopsi blockchain di sektor akuntansi (Zohar & Shabani, 2019; HM & Juniarti, 2023). Oleh karena itu, keberadaan regulatory sandbox dan standar internasional seperti ISO/TC 307 menjadi penting dalam memberikan kepastian hukum dan mendorong adopsi yang lebih luas (Bellucci et al., 2022). Rekomendasi implementasi antara lain mencakup studi kelayakan teknis (misalnya melalui benchmark seperti BLOCKBENCH), uji coba terbatas pada proses akuntansi tertentu (misalnya rekonsiliasi antar-buku), pemanfaatan permissioned ledger untuk transaksi internal, serta kolaborasi aktif dengan regulator guna memastikan kepatuhan dan keberlanjutan (Liu & Chen, 2018; Schmitz & Leoni, 2019).

Adopsi blockchain dalam praktik akuntansi tidak hanya menghadapi persoalan teknis, tetapi juga berhadapan dengan lanskap regulasi dan kepatuhan yang kompleks lintas yurisdiksi. Bellucci et al. (2022) menekankan bahwa salah satu hambatan utama implementasi blockchain di bidang akuntansi adalah ketidakpastian regulasi dan keterbatasan standar akuntansi internasional yang mengatur aset digital. Dalam konteks global, pengembangan kerangka regulasi masih beragam. Uni Eropa, misalnya, telah mengesahkan *Markets in Crypto-Assets (MiCA)* untuk memberikan kepastian hukum bagi penyedia layanan aset kripto, termasuk persyaratan transparansi dan cadangan stabilitas untuk stablecoin, yang dapat memengaruhi desain teknis sistem berbasis blockchain (Casino et al., 2019). Selain itu, pedoman internasional terkait pencegahan pencucian uang (*Anti-Money Laundering/AML*) dan *Know Your Customer (KYC)* yang dikeluarkan oleh *Financial Action Task Force (FATF)* menuntut integrasi kontrol identitas pada penyedia layanan aset virtual (VASP). Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik desentralisasi blockchain harus diselaraskan dengan kewajiban kepatuhan (Schmitz & Leoni, 2019; Whitman & Mattord, 2021).

Konflik hukum juga muncul antara sifat *immutability* blockchain dan hak individu atas penghapusan data (*right to be forgotten*) sebagaimana diatur dalam GDPR. Studi teknis-hukum terkini menunjukkan bahwa pencatatan data sensitif secara langsung di *on-chain* berpotensi melanggar regulasi perlindungan data. Oleh karena itu, solusi arsitektural seperti penyimpanan data sensitif di *off-chain* dengan hanya menyimpan *hash* di *on-chain* atau mekanisme *redaction* perlu dipertimbangkan (Zheng et al., 2017; Yli-Huumo et al., 2016). Dari perspektif akuntansi dan audit, Schmitz & Leoni (2019) menyoroti bahwa blockchain membuka peluang audit berkelanjutan, namun juga menimbulkan risiko baru terkait bukti audit atas aset digital. Yermack (2017) menambahkan bahwa implikasi blockchain terhadap tata kelola perusahaan masih membutuhkan kerangka regulasi yang jelas untuk memastikan akuntabilitas. Selain itu, hingga saat ini IFRS Foundation/IASB masih menelaah perlakuan akuntansi atas aset digital, sehingga belum tersedia standar akuntansi yang terpusat untuk isu pengakuan, pengukuran, maupun pengungkapan aset kripto (Liu & Chen, 2018; Zohar & Shabani, 2019). Kondisi ini menimbulkan ketidakpastian bagi penyusun laporan keuangan maupun auditor dalam praktik. Pada konteks Indonesia, regulasi juga menunjukkan keragaman. Aset kripto dikategorikan sebagai komoditas yang dapat diperdagangkan berdasarkan Permendag No. 99/2018 dan ketentuan teknis Bappebti Nomor 5/2019, sementara Bank Indonesia menegaskan bahwa kripto tidak sah digunakan sebagai alat pembayaran (PBI No. 22/23/2020; PBI No. 23/6/2021). Nugraha et al. (2023) menekankan bahwa dualisme regulasi ini menimbulkan keterbatasan penggunaan blockchain di sektor pembayaran dan memerlukan kehati-hatian apabila diaplikasikan dalam pencatatan transaksi keuangan domestik. Dengan demikian, selain aspek teknis, keberhasilan adopsi blockchain dalam sistem informasi akuntansi sangat

ditentukan oleh harmonisasi regulasi, kesiapan standar akuntansi, dan tata kelola audit yang memadai.

Penerapan blockchain pada Sistem Informasi Akuntansi (SIA) menghadapi hambatan regulasi dan kepatuhan yang bersifat multidimensi. Di tingkat nasional, kerangka pengawasan terhadap aset digital dan teknologi ledger terdistribusi sedang bergerak, misalnya peralihan tugas pengaturan dan pengawasan Aset Keuangan Digital dari Bappebti menuju Otoritas Jasa Keuangan (OJK) dan Bank Indonesia sebagaimana tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 49/2024. Perubahan ini menciptakan kebutuhan penyesuaian kepatuhan bagi pelaku pasar serta penyedia teknologi, yang sejalan dengan pandangan bahwa evolusi regulasi merupakan faktor krusial dalam adopsi blockchain di sektor akuntansi (Bellucci et al., 2022; HM & Junianti, 2023). Di tingkat internasional, sifat blockchain yang immutable dan terdistribusi menimbulkan tantangan terhadap prinsip perlindungan data, khususnya terkait hak penghapusan dan pembetulan. Hal ini konsisten dengan temuan Yli-Huumo et al. (2016) dan Casino et al. (2019) bahwa tension antara sifat teknis blockchain dan regulasi privasi menjadi salah satu isu riset utama. Pedoman European Data Protection Board (EDPB) merekomendasikan prinsip *privacy by design*, penyimpanan off-chain, hashing/enkripsi, serta kewajiban melakukan Data Protection Impact Assessment (DPIA) sebelum memproses data pribadi. Ini sejalan dengan pendekatan tata kelola keamanan informasi yang diuraikan oleh Whitman & Mattord (2021) serta praktik kriptografi dan manajemen kunci (Stallings, 2019). Dari sisi standar teknis dan interoperabilitas, upaya standardisasi global (ISO/TC 307) dan pedoman teknis dari NIST menjadi acuan. Zheng et al. (2017) menekankan bahwa konsensus, arsitektur, dan interoperabilitas adalah fondasi teknis yang menentukan keberlanjutan adopsi blockchain. Adopsi standar ini juga penting untuk memastikan akseptabilitas praktik keamanan krypto dan *key management* di mata auditor maupun regulator (Schmitz & Leoni, 2019; Zohar & Shabani, 2019).

Secara teknis, isu skalabilitas dan konsumsi energi, khususnya pada mekanisme Proof-of-Work, masih menjadi perhatian. Studi Narayanan et al. (2016) dan Tapscott & Tapscott (2016) menunjukkan bahwa transisi ke mekanisme yang lebih hemat energi seperti Proof-of-Stake, *layer-2 solutions*, dan *sharding* merupakan arah evolusi penting. Kasus nyata seperti *Ethereum Merge* memperlihatkan pengurangan konsumsi energi signifikan, relevan ketika organisasi mempertimbangkan keberlanjutan operasional (Antonopoulos, 2017; Nakamoto, 2008). Implikasi praktis dari regulasi dan temuan teknis di atas dapat dirumuskan dalam dua hal utama: (1) kebutuhan harmonisasi teknis kebijakan (misalnya pengakuan tanda tangan elektronik, standar identifikasi digital, interoperabilitas data off-chain/on-chain) dan (2) kebutuhan pedoman akuntansi-audit yang operasional (audit trail, bukti kepemilikan kustodian, verifikasi transaksi on-chain vs. off-chain). Literatur akuntansi menegaskan bahwa tanpa kejelasan standar audit, integrasi blockchain dalam praktik SIA akan menghadapi resistensi (Liu & Chen, 2018; Romney & Steinbart, 2021; Hall, 2018). Rekomendasi untuk penelitian dan praktik antara lain: (a) regulator perlu menyediakan *regulatory sandboxes* dan pedoman terintegrasi (payment, AML, privasi data, akuntansi) untuk pilot blockchain dalam SIA (Catalini & Gans, 2016; Yermack, 2017); (b) perusahaan perlu mengadopsi pola hybrid (data sensitif disimpan off-chain, bukti hash on-chain) untuk menyeimbangkan immutability dan kepatuhan privasi (Zheng et al., 2017); dan (c) asosiasi profesi akuntan dan auditor perlu segera mengeluarkan pedoman audit khusus untuk transaksi on-chain, *custodial arrangements*, dan *smart contract verification*, sebagaimana diarahkan oleh agenda riset blockchain dalam auditing (Schmitz & Leoni, 2019; Kokina & Davenport, 2017). Implementasi rekomendasi ini akan mengurangi hambatan regulasi sekaligus memfasilitasi adopsi blockchain yang sesuai dengan prinsip kepatuhan dan tata kelola yang baik (Tapscott & Tapscott, 2016; Nugraha et al., 2023).

Kesimpulan

Blockchain berpotensi merevolusi sistem informasi akuntansi melalui peningkatan keamanan data, transparansi, efisiensi, dan akuntabilitas. Sintesis sembilan artikel menunjukkan bahwa desentralisasi, enkripsi, mekanisme konsensus, dan smart contracts efektif menekan manipulasi data, mendukung audit berkelanjutan, serta mempercepat transaksi dengan biaya lebih

rendah. Namun, adopsi blockchain masih terkendala oleh skalabilitas, integrasi dengan sistem tradisional, konsumsi energi, regulasi yang belum jelas, serta kesiapan organisasi dan SDM. Oleh karena itu, implementasi yang efektif membutuhkan: (1) inovasi teknologi hemat energi, (2) regulasi adaptif dan tegas, serta (3) pelatihan intensif bagi praktisi akuntansi. Dengan dukungan tersebut, blockchain berpotensi menjadi.

Daftar Pustaka

- Antonopoulos, A. M. (2017). *Mastering Bitcoin: Programming the open blockchain* (2nd ed.). O'Reilly Media.
- Bellucci, M., Cesa Bianchi, D., & Manetti, G. (2022). Blockchain in accounting practice and research: Systematic literature review. *Meditari Accountancy Research*, 30(7), 121–146. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-10-2021-1477>
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification, and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55–81. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.11.006>
- Catalini, C., & Gans, J. S. (2016). Some simple economics of the blockchain (MIT Sloan Research Paper No. 5191-16). MIT Sloan. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2874598>
- Hall, J. A. (2018). *Accounting Information Systems* (10th ed.). Cengage Learning.
- HM, A. D. M., & Junianti, S. A. (2023). Penerapan teknologi blockchain dalam sistem informasi akuntansi: Potensi dan tantangan. *Jurnal Jawara Sistem Informasi*, 1(1), 1–12. Retrieved from <https://ejournal.universitasm mandiri.ac.id/index.php/jsi/article/view/21>
- Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017, September 1). The emergence of artificial intelligence: How automation is transforming the accounting profession. *Journal of Accountancy*, 224(5), 26–33. Retrieved from <https://www.journalofaccountancy.com/>
- Liu, S., & Chen, Y. (2018). Blockchain technology in accounting: A review of current research. *Journal of Accounting and Finance*, 8(1), 41–54.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Retrieved from <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Shamir, A. (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies*. Princeton University Press.
- Nugraha, D. B., Azmi, Z., Defitri, S. Y., Pasaribu, J. S., Hertati, L., Saputra, E., Fauzan, R., Ilyas, M., Alfian, A., & Fau, S. H. (2023). *Sistem informasi akuntansi*. Global Eksekutif Teknologi.
- Romney, M. B., & Steinbart, P. J. (2021). *Accounting Information Systems* (15th ed.). Pearson.
- Stallings, W. (2019). *Cryptography and Network Security: Principles and Practice* (8th ed.). Pearson.
- Schmitz, J., & Leoni, G. (2019). Accounting and auditing at the time of blockchain technology: A research agenda. *Australian Accounting Review*, 29(2), 335–342. <https://doi.org/10.1111/auar.12294>
- Tama, B. A., Kweka, B. J., Park, Y., & Rhee, K. H. (2017). A critical review of blockchain and its current applications. In *2017 International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CAIS.2017.7946040>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*. Penguin.
- Whitman, M. E., & Mattord, H. J. (2021). *Principles of Information Security* (7th ed.). Cengage Learning.
- Yermack, D. (2017). Corporate governance and blockchains. *Review of Finance*, 21(1), 7–31. <https://doi.org/10.1093/rof/rfw074>
- Yli-Huomo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology? A systematic review. *PLOS ONE*, 11(10), e0163477. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)* (pp. 557–564). IEEE. <https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85>

- Zohar, A., & Shabani, S. (2019). Blockchain and its application in the accounting sector. *International Journal of Accounting and Finance*, 9(2), 123–136.
<https://doi.org/10.1504/IJAF.2019.10019629>