

Analisis Bibliometrik dan *Systematic Literature Review* Hambatan Implementasi *Blockchain* pada Logistik Negara Berkembang: Perspektif Indonesia

Fiqih Cahyo Kurniawan¹, Yusep Sukrawan², Saskia Kanisaa Puspanikan³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Logistik, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia
Email :saskia.kanisaa@upi.edu

ABSTRAK

Teknologi *blockchain* berpotensi meningkatkan transparansi, *traceability*, dan efisiensi sektor logistik, namun tingkat adopsinya di negara berkembang masih rendah. Literatur yang ada lebih banyak menekankan manfaat konseptual, sementara kajian sistematis mengenai hambatan implementasi, khususnya dengan perspektif Indonesia, masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengkategorisasi hambatan implementasi *blockchain* pada sektor logistik negara berkembang dengan fokus relevansi terhadap konteks Indonesia. Metode penelitian mengkombinasikan analisis bibliometrik dan *systematic literature review* (SLR) berbasis protokol PRISMA terhadap 63 artikel terbitan tahun 2020–2025. Analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer menghasilkan empat kluster tematik utama, sedangkan SLR terhadap 10 artikel dengan sitasi tertinggi mengidentifikasi lima kategori hambatan utama, yaitu teknologi, ekonomi, organisasi, regulasi, dan infrastruktur. Hambatan teknologi dan regulasi muncul sebagai faktor paling dominan, ditandai oleh isu skalabilitas, interoperabilitas, ketidakpastian hukum, serta belum matangnya standar teknis. Dalam konteks Indonesia, hambatan tersebut diperkuat oleh ketimpangan infrastruktur digital dan tingginya biaya logistik nasional. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan pemetaan komprehensif hambatan implementasi *blockchain* serta rekomendasi strategis berbasis konteks negara berkembang untuk mendukung perumusan kebijakan dan percepatan transformasi digital sektor logistik Indonesia.

Kata kunci: *Blockchain*; Logistik; Hambatan Implementasi; Negara Berkembang; Indonesia

ABSTRACT

Blockchain technology has the potential to enhance transparency, traceability, and efficiency in the logistics sector; however, its adoption in developing countries remains limited. The existing literature predominantly emphasises conceptual benefits, while systematic studies of implementation barriers, particularly from an Indonesian perspective, remain scarce. This study aims to identify and categorise the obstacles to blockchain implementation in the logistics sector of developing countries, with a focus on their relevance to the Indonesian context. The research employs a combined bibliometric analysis and systematic literature review (SLR) following the PRISMA protocol, analyzing 63 articles published between 2020 and 2025. Bibliometric analysis using VOSviewer reveals four main thematic clusters. At the same time, the SLR of the ten most highly cited articles identifies five primary categories of barriers: technological, economic, organisational, regulatory, and infrastructural. Technological and regulatory barriers emerge as the dominant factors, characterised by scalability, interoperability, legal uncertainty, and the immaturity of technical standards. In the Indonesian context, these barriers are further intensified by uneven digital infrastructure and high national logistics costs. This study contributes a comprehensive mapping of blockchain implementation barriers and offers context-specific strategic recommendations to support policymaking and accelerate digital transformation in the logistics sector of developing countries.

Keywords: *Blockchain*; Logistics; Implementation Barriers; Developing Countries; Indonesia

Pendahuluan

Teknologi *blockchain* telah merevolusi *supply chain management* melalui peningkatan transparansi, *traceability*, dan kepercayaan antaraktor dalam sistem logistik yang kompleks. Sejumlah studi menunjukkan bahwa *blockchain* berpotensi menekan inefisiensi dan biaya operasional rantai pasok secara signifikan [1]. Meskipun demikian, tingkat adopsi *blockchain* pada sektor logistik, khususnya di negara berkembang, masih relatif rendah akibat berbagai kendala implementasi yang

bersifat multidimensional, seperti kompleksitas teknologi, keterbatasan sumber daya, rendahnya kesiapan organisasi, serta ketidakpastian regulasi [2]

Dalam konteks negara berkembang, tantangan implementasi *blockchain* menjadi semakin kompleks karena keterbatasan infrastruktur digital dan fragmentasi sistem logistik. Indonesia, sebagai negara kepulauan, menghadapi permasalahan serius berupa rendahnya integrasi data dan inefisiensi operasional yang berujung pada penurunan peringkat *Logistics Performance Index* (LPI) ke posisi 63 pada tahun 2023, serta ketergantungan pada perantara akibat konektivitas infrastruktur yang belum optimal [3]. Kondisi ini menempatkan *blockchain* sebagai solusi potensial untuk meningkatkan visibilitas, efisiensi, dan akuntabilitas sistem logistik nasional melalui karakteristik desentralisasi, *immutable ledger*, dan *smart contracts* [4].

Namun demikian, literatur yang ada masih didominasi oleh kajian konseptual dan studi kasus tunggal yang menitikberatkan pada manfaat dan potensi *blockchain*, sementara kajian sistematis yang secara khusus memetakan hambatan implementasi *blockchain* pada sektor logistik negara berkembang masih terbatas dan terfragmentasi [5]. Selain itu, sebagian besar penelitian belum secara eksplisit mengaitkan temuan hambatan tersebut dengan konteks Indonesia, sehingga menyisakan *research gap* berupa kurangnya pemahaman komprehensif mengenai struktur hambatan implementasi *blockchain* yang relevan bagi negara berkembang dengan karakteristik logistik seperti Indonesia.

Untuk mengisi kesenjangan tersebut, penelitian ini mengadopsi pendekatan *systematic literature review* yang dikombinasikan dengan analisis bibliometrik guna memetakan lanskap penelitian serta mengidentifikasi dan mengkategorisasi hambatan implementasi *blockchain* pada sektor logistik negara berkembang dari perspektif Indonesia. Proses penelusuran literatur dilakukan pada basis data Scopus dan Web of Science, menggunakan *search string* utama sebagai berikut:

(“blockchain” AND “logistics” OR “supply chain”) AND (“implementation barriers”
OR “challenges” OR “adoption”) AND (“developing countries” OR “emerging
economies”).

Artikel yang dianalisis merupakan publikasi internasional bereputasi pada periode 2020–2025 dan diseleksi menggunakan protokol *PRISMA*. Analisis bibliometrik dilakukan dengan *VOSviewer* untuk mengidentifikasi struktur pengetahuan dan kluster tematik, sementara *systematic literature review* digunakan untuk mengkaji secara mendalam kategori hambatan implementasi.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi dan mengkategorisasi hambatan implementasi *blockchain* pada sektor logistik negara berkembang, (2) memetakan struktur dan tren penelitian terkait hambatan tersebut melalui analisis bibliometrik, serta (3) menilai relevansi hambatan yang ditemukan terhadap kondisi logistik Indonesia. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan pemetaan komprehensif hambatan implementasi *blockchain*, penguatan perspektif negara berkembang, serta rekomendasi strategis yang dapat mendukung perumusan kebijakan dan percepatan transformasi digital sektor logistik Indonesia.

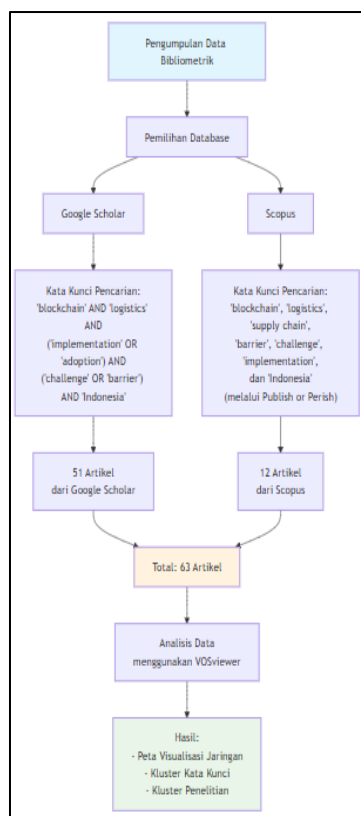
Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kombinasi analisis bibliometrik dan *systematic literature review* (SLR) untuk mengidentifikasi, memetakan, dan menganalisis hambatan implementasi *blockchain* dalam sektor logistik pada negara berkembang dengan perspektif Indonesia. Pendekatan ganda ini dipilih guna memperoleh pemahaman yang komprehensif, baik secara kuantitatif melalui pemetaan struktur dan tren penelitian, maupun secara kualitatif melalui sintesis mendalam terhadap temuan literatur.

Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik merupakan metode kuantitatif yang digunakan untuk mengukur dan menganalisis pola publikasi ilmiah, struktur pengetahuan, serta dinamika perkembangan penelitian dalam suatu bidang akademik berdasarkan data bibliografi [6]. Metode ini memungkinkan identifikasi tren topik penelitian, hubungan antar peneliti, serta keterkaitan konsep melalui teknik visualisasi jaringan, sehingga dapat mengungkap pola tersembunyi dalam literatur ilmiah [7].

Dalam penelitian ini, analisis bibliometrik digunakan untuk memetakan struktur pengetahuan dan tren penelitian terkait hambatan implementasi *blockchain* dalam sektor logistik negara berkembang. Data bibliografi diekstraksi dari basis data akademik bereputasi dan dianalisis menggunakan perangkat lunak *VOSviewer* untuk menghasilkan visualisasi jaringan *co-occurrence* kata kunci, kluster tematik, serta keterkaitan antar topik penelitian. Alur pengumpulan dan analisis data bibliometrik divisualisasikan dalam bentuk *flowchart* yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur pengumpulan dan analisis data bibliometrik divisualisasikan

Systematic Literature Review (SLR)

Selain analisis bibliometrik, penelitian ini menerapkan pendekatan *systematic literature review* dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). PRISMA merupakan kerangka standar internasional yang dirancang untuk meningkatkan transparansi, konsistensi, dan reproduktibilitas dalam proses peninjauan literatur [8]. Penggunaan protokol ini memastikan bahwa proses seleksi dan evaluasi artikel dilakukan secara sistematis dan terstruktur melalui empat tahap utama, yaitu identifikasi, *screening*, *eligibility*, dan inklusi [9].

Pada tahap identifikasi, artikel yang relevan dikumpulkan berdasarkan kata kunci yang telah ditentukan. Selanjutnya, proses *screening* dilakukan dengan menelaah judul dan abstrak untuk menyaring artikel yang tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap *eligibility* dilakukan melalui penelaahan teks lengkap (*full text*) untuk memastikan kesesuaian substansi artikel dengan fokus penelitian. Artikel yang memenuhi seluruh kriteria kemudian dimasukkan ke dalam tahap inklusi untuk dianalisis lebih lanjut.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

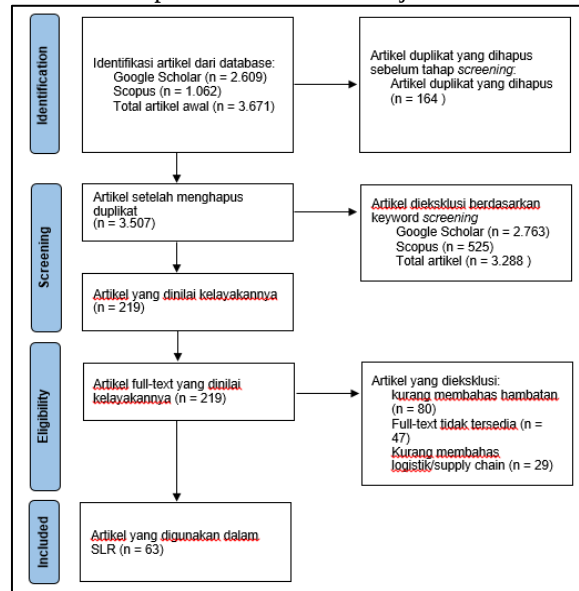
Untuk menjamin kualitas dan relevansi literatur yang dianalisis, penelitian ini menerapkan kriteria inklusi dan eksklusi secara ketat pada tahap *screening*. Kriteria tersebut mencakup aspek topik penelitian, konteks geografis, tahun publikasi, bahasa, ketersediaan teks lengkap, serta jenis publikasi. Rincian kriteria inklusi dan eksklusi disajikan secara sistematis pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Artikel

Aspek	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Topik	Membahas hambatan, tantangan, atau faktor penghambat implementasi <i>blockchain</i> dalam logistik/ <i>supply chain</i>	Hanya membahas aspek teknis <i>blockchain</i> tanpa konteks implementasi atau hambatan
Konteks Geografis	Studi pada negara berkembang (Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, Bangladesh, dan sejenisnya) atau studi global yang aplikabel bagi negara berkembang	Studi yang secara eksplisit berfokus pada negara maju dengan konteks yang tidak relevan
Tahun Publikasi	2020–2025	Publikasi sebelum tahun 2020
Bahasa	Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia	Bahasa selain Inggris dan Indonesia

Ketersediaan	Teks lengkap (<i>full text</i>) tersedia	Hanya abstrak atau artikel tidak dapat diakses penuh
Jenis Publikasi	Artikel jurnal dan <i>conference paper</i> yang telah melalui proses <i>peer review</i>	<i>Grey literature</i> , blog, buletin, dan publikasi non-akademik

Penerapan kriteria tersebut menghasilkan 63 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut. Alur lengkap proses seleksi artikel berdasarkan protokol PRISMA disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur lengkap proses seleksi artikel berdasarkan protokol PRISMA

Integrasi Metode

Hasil dari kedua pendekatan digunakan secara komplementer. Analisis bibliometrik menghasilkan pemetaan tren publikasi, struktur pengetahuan, serta hubungan antar konsep penelitian, sedangkan *systematic literature review* menghasilkan identifikasi dan kategorisasi hambatan implementasi *blockchain* dalam sektor logistik negara berkembang serta relevansinya dengan konteks Indonesia. Pendekatan integratif ini memungkinkan interpretasi hasil penelitian yang lebih kuat, baik secara kuantitatif maupun kualitatif, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi strategis yang lebih tepat sasaran bagi implementasi *blockchain* dalam sektor logistik nasional.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Bibliometrik

Prosedur Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik dalam penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian tahapan sistematis untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil. Tahap pertama adalah ekstraksi data bibliografi dari 63 artikel yang telah lolos seleksi PRISMA ke dalam format yang kompatibel dengan perangkat lunak analisis bibliometrik. Data bibliografi mencakup informasi penulis, tahun publikasi, judul artikel, nama jurnal, kata kunci, dan abstrak yang diekstraksi dalam format *Research Information Systems* (RIS) untuk memastikan kompatibilitas dengan VOSviewer.

Tahap kedua melibatkan proses *preprocessing* dan *data cleaning* menggunakan VOSviewer versi 1.6.20. Proses ini mencakup normalisasi nama penulis, standardisasi kata kunci dengan menghilangkan duplikasi dan sinonim, serta proses *filtering* menggunakan *threshold* minimum satu kemunculan untuk analisis *co-authorship* dan minimum tiga kemunculan untuk analisis *co-occurrence*. Penetapan *threshold* ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara kelengkapan data dan keterbacaan hasil visualisasi [10]. Parameter *clustering* ditetapkan pada resolusi 1.0 untuk menghasilkan kluster yang seimbang.

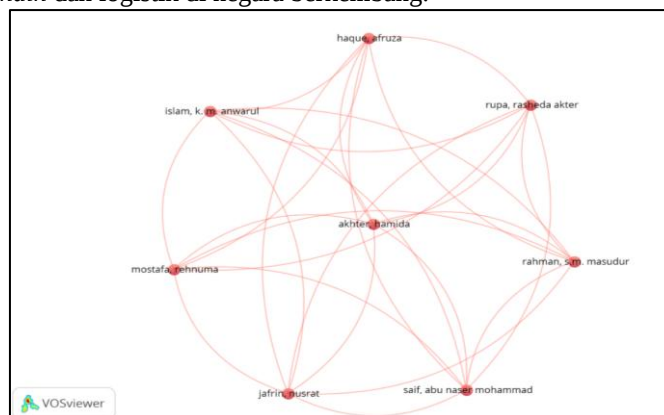
Tahap ketiga adalah pembuatan *network visualization* menggunakan algoritma *Visualization of Similarities* (VOS) dengan normalisasi *association strength*. Interpretasi visualisasi dilakukan berdasarkan ukuran node, ketebalan link, dan jarak antar-node yang merepresentasikan kekuatan hubungan dan kedekatan konseptual.

Analisis Co-authorship

Analisis *co-authorship* dilakukan untuk mengidentifikasi pola kolaborasi antar-peneliti dalam kajian hambatan implementasi *blockchain* pada sektor logistik negara berkembang. Dengan *threshold* minimum satu

dokumen dan satu sitasi, analisis ini mengidentifikasi 8 peneliti yang membentuk jaringan kolaborasi aktif dari total 63 artikel yang dianalisis.

Visualisasi jaringan *co-authorship* ditunjukkan pada Gambar 3, di mana node merepresentasikan peneliti dan link menunjukkan intensitas kolaborasi. Hasil analisis menunjukkan terbentuknya 28 hubungan kolaboratif yang tergabung dalam satu kluster utama, mengindikasikan adanya komunitas penelitian yang relatif kohesif dan terfokus pada isu *blockchain* dan logistik di negara berkembang.

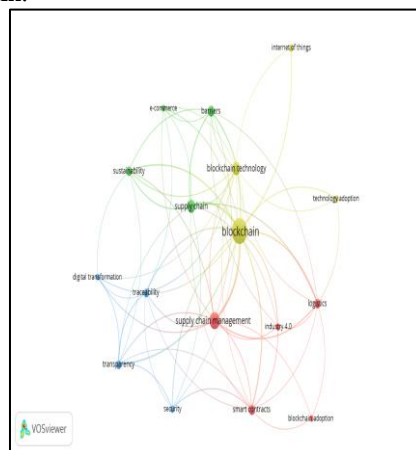


Gambar 3. Co-authorship

Analisis Co-occurrence Kata Kunci

Analisis *co-occurrence* kata kunci digunakan untuk memetakan struktur pengetahuan dan tema penelitian dominan terkait hambatan implementasi *blockchain*. Dengan *threshold* minimum tiga kemunculan, analisis ini mengidentifikasi 17 kata kunci utama yang membentuk empat kluster tematik dengan total 136 hubungan antar-konsep.

Visualisasi *co-occurrence* ditampilkan pada Gambar 4, sedangkan interpretasi kluster disajikan pada Gambar 4. Keempat kluster tersebut mencerminkan fokus penelitian yang saling terkait, meliputi: (1) hambatan dan konteks aplikasi, (2) teknologi dan adopsi, (3) manajemen logistik dan transformasi industri, serta (4) manfaat operasional dan keamanan blockchain.



Gambar 4. Co-occurrence

Struktur ini menunjukkan bahwa literatur memandang *blockchain* sebagai bagian integral dari agenda transformasi digital logistik yang kompleks, bukan sekadar inovasi teknologi tunggal.

Systematic Literature Review (SLR)

Proses seleksi berbasis PRISMA menghasilkan 63 artikel yang relevan. Dari jumlah tersebut, analisis *systematic literature review* difokuskan pada 10 artikel dengan sitasi tertinggi, dengan pertimbangan bahwa artikel yang banyak disitir merepresentasikan kontribusi fundamental dan berpengaruh dalam perkembangan pengetahuan ilmiah [11].

Untuk meningkatkan keterbacaan dan menghindari repetisi deskriptif, ringkasan hasil SLR disajikan dalam bentuk tabel berikut.

Tabel 2. Ringkasan Artikel Kunci SLR dan Fokus Hambatan

No	Penulis	Tahun	Fokus Utama Hambatan
1	Kouhizadeh et al.	2020	Teknologi, organisasi, regulasi

2	Chang et al.	2020	Interoperabilitas, standar, regulasi
3	Kumar et al.	2020	Biaya, skalabilitas, smart contracts
4	Orji et al.	2020	Infrastruktur, regulasi, teknologi
5	Kurpjuweit et al.	2020	SDM, standar teknis
6	Koh et al.	2020	Tata kelola, integrasi teknologi
7	Li et al.	2021	Biaya, regulasi, kesadaran
8	Mathivathanan et al.	2021	Persepsi manfaat, kesiapan organisasi
9	Raja Santhi & Muthuswamy	2022	Skalabilitas, energi, biaya
10	Liu et al.	2021	Regulasi, keamanan, arsitektur

Tabel ini menunjukkan konsistensi temuan lintas studi bahwa hambatan teknologi dan regulasi merupakan faktor dominan, khususnya di negara berkembang.

Kategorisasi Hambatan Implementasi *Blockchain*

Berdasarkan analisis sepuluh artikel dengan sitasi tertinggi, berbagai hambatan adopsi *blockchain* dalam *supply chain* dan sistem logistik berhasil diidentifikasi. Kompleksitas ekosistem logistik yang melibatkan banyak pemangku kepentingan, perbedaan geografis, serta kebutuhan transparansi secara *real-time* menimbulkan tantangan khusus yang membedakannya dari sektor lain. Hambatan-hambatan tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam lima kategori utama dengan mengacu pada kerangka *Technology Organization Environment* (TOE) yang diperluas dengan aspek infrastruktur. Tabel berikut menyajikan ringkasan kategorisasi beserta contoh spesifik dari hambatan yang teridentifikasi.

Tabel 3. Kategorisasi Hambatan

No.	Kategori	Deskripsi Umum	Hambatan
1.	Teknologi	Hambatan terkait keterbatasan teknis, kesiapan sistem, dan kompleksitas penerapan <i>blockchain</i> .	Imaturitas teknologi, skalabilitas rendah, kompleksitas <i>smart contracts</i> , interoperabilitas antar platform, keamanan data, konsumsi energi tinggi, serta kesulitan integrasi dengan teknologi lain seperti IoT dan AI.
2.	Ekonomi	Hambatan yang muncul karena kebutuhan investasi besar dan ketidakseimbangan biaya dengan manfaat dalam implementasi.	Biaya implementasi dan operasional tinggi, kebutuhan infrastruktur besar, ketidakpastian ROI, serta keterbatasan kemampuan finansial pelaku kecil (UMKM, petani, atau penyedia logistik lokal).
3.	Organisasi	Hambatan internal yang berhubungan dengan kesiapan sumber daya manusia dan komitmen manajerial.	Kurangnya komitmen manajemen, resistensi terhadap perubahan, kurangnya pemahaman dan keahlian teknis, minimnya kerja sama antar mitra rantai pasok, serta persepsi manfaat yang rendah terhadap teknologi <i>blockchain</i> .
4.	Regulasi	Hambatan eksternal akibat belum adanya dukungan regulasi dan tata kelola yang jelas di tingkat industri maupun pemerintah.	Ketidakpastian hukum dan kebijakan, kurangnya standar global, lemahnya tata kelola dan aturan kepemilikan data, serta minimnya dukungan regulasi lintas negara dalam perdagangan dan logistik.
5.	Infrastruktur	Hambatan yang terkait dengan kesiapan jaringan, perangkat keras, serta integrasi sistem pendukung digital.	Keterbatasan akses internet dan sistem digital di daerah tertentu, belum meratanya infrastruktur teknologi, kesulitan integrasi IoT dan perangkat sensor, serta kurangnya dukungan teknis dari penyedia layanan.

Kerangka Konseptual Implementasi *Blockchain* pada Logistik Indonesia

Berdasarkan sintesis hasil analisis bibliometrik dan SLR, penelitian ini mengusulkan kerangka konseptual implementasi *blockchain* pada sektor logistik Indonesia yang mengadaptasi kerangka *Technology–Organization–Environment* (TOE) dengan penambahan dimensi infrastruktur sebagai faktor kunci negara berkembang.

Dalam konteks Indonesia, dimensi teknologi mencakup kesiapan sistem *blockchain*, interoperabilitas dengan teknologi pendukung seperti IoT dan RFID, serta isu skalabilitas dan konsumsi energi. Dimensi organisasi meliputi kesiapan sumber daya manusia, komitmen manajemen, budaya organisasi, dan tingkat kolaborasi antar pelaku logistik. Dimensi ekonomi merefleksikan biaya implementasi, ketidakpastian *return on investment* (ROI), serta keterbatasan akses pendanaan, terutama bagi pelaku logistik skala kecil dan menengah. Dimensi regulasi mencakup kepastian hukum, standar teknis, tata kelola data, serta dukungan kebijakan pemerintah. Sementara itu, dimensi infrastruktur menjadi faktor penentu dalam konteks Indonesia akibat ketimpangan akses jaringan digital dan kesiapan sistem pendukung di berbagai wilayah.

Interaksi kelima dimensi tersebut menentukan tingkat kesiapan dan keberhasilan implementasi *blockchain* dalam sektor logistik Indonesia. Kerangka ini menegaskan bahwa adopsi *blockchain* tidak dapat dilakukan secara parsial, melainkan memerlukan pendekatan sistemik yang mempertimbangkan kondisi struktural negara berkembang.

Perspektif Implementasi Blockchain pada Logistik Indonesia

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau menghadapi kompleksitas geografis yang signifikan dalam pengelolaan rantai pasok dan logistik nasional. Rasio biaya logistik terhadap PDB Indonesia mencapai 23,5% pada tahun 2021 dan menurun menjadi 22% pada awal tahun 2023, namun masih jauh lebih tinggi dibandingkan Malaysia yang hanya 13% dari PDB [12]. Performa logistik Indonesia dalam *Logistics Performance Index* (LPI) 2023 menunjukkan penurunan signifikan ke peringkat 63 dari 139 negara [13], tertinggal dari Singapura, Malaysia, dan Thailand. Teknologi *blockchain* menawarkan potensi solusi untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi operasional melalui sistem terdesentralisasi [14], namun implementasinya di Indonesia menghadapi hambatan multidimensi berdasarkan kerangka *Technology–Organization–Environment* [15] yang perlu disesuaikan dengan konteks negara berkembang [16].

Hambatan teknologi menjadi kategori paling sering diidentifikasi dalam literatur [17], dengan keterbatasan skalabilitas, kompleksitas *smart contracts*, dan interoperabilitas sebagai tantangan utama di Indonesia. Infrastruktur digital yang tidak merata antara wilayah urban dan daerah tertinggal, ditambah konsumsi energi tinggi *blockchain* [18], menjadi kendala serius mengingat ketergantungan Indonesia terhadap energi fosil. Keterbatasan integrasi dengan teknologi pendukung seperti IoT dan RFID [19] serta kurangnya tenaga ahli *blockchain* memperparah masalah interoperabilitas dengan sistem lama yang masih digunakan berbagai *stakeholder* logistik [14]. Tantangan skalabilitas menjadi semakin kompleks ketika harus menangani volume transaksi logistik yang sangat besar sebagai ekonomi terbesar di Asia Tenggara [17].

Hambatan organisasional berupa resistensi perubahan, kurangnya pemahaman teknologi, dan minimnya kerja sama antar mitra [20] menjadi tantangan besar dalam konteks budaya organisasi Indonesia yang cenderung hierarkis dan menghindari risiko. Selain itu, perbedaan tingkat pemahaman teknologi di antara pelaku usaha logistik serta kurangnya tenaga ahli *blockchain* [21] turut menciptakan kesenjangan kapasitas dalam adopsi teknologi. Resistensi manajemen yang dipicu ketidakpastian ROI [16] dan budaya kerja yang masih mengandalkan hubungan berbasis kepercayaan menjadi hambatan transisi menuju sistem *blockchain* yang menekankan transparansi. Kurangnya kesadaran tentang manfaat strategis *blockchain* [20] dan kompleksitas koordinasi antar pemangku kepentingan dalam ekosistem logistik Indonesia menegaskan perlunya mekanisme tata kelola kolaboratif yang hingga kini belum terbentuk dengan matang.

Hambatan ekonomi berupa biaya implementasi tinggi, ketidakpastian ROI, dan keterbatasan akses modal [17] menjadi tantangan krusial bagi sektor logistik Indonesia. Investasi awal untuk infrastruktur *blockchain* [16] sulit dijangkau perusahaan logistik lokal yang beroperasi dengan margin tipis, ditambah biaya operasional berkelanjutan untuk *maintenance* dan training SDM. Ketidakpastian ROI [17] diperparah oleh belum adanya bukti empiris kesuksesan implementasi *blockchain* di sektor logistik Indonesia sebagai acuan. Kurangnya insentif finansial pemerintah seperti *tax holiday* atau skema pembiayaan lunak membuat hambatan semakin tinggi.

Hambatan regulatori berupa ketidakpastian hukum, absennya standar teknis, dan lemahnya tata kelola data [16] menjadi tantangan fundamental adopsi *blockchain* di sektor logistik Indonesia. Ketiadaan regulasi khusus *blockchain* dalam transaksi perdagangan dan logistik [14] menciptakan ketidakpastian legalitas *smart contracts* dan penyelesaian sengketa. Meskipun UU Perlindungan Data Pribadi telah disahkan tahun 2022, aturan turunan untuk kebijakan *blockchain* masih diperlukan. Absennya standar teknis nasional untuk arsitektur *blockchain* dan protokol interoperabilitas [14] membuat implementasi berjalan *ad-hoc* tanpa jaminan kompatibilitas. Koordinasi antar kementerian dalam menyusun kerangka regulasi *blockchain* juga masih belum optimal, sementara ketidakjelasan kepemilikan data pada jaringan yang melibatkan banyak pihak [22] serta lambatnya penerbitan *regulatory sandbox* [19] menyebabkan pelaku industri menunda investasi.

Berdasarkan analisis komprehensif, hambatan regulatori dan infrastruktur teknis merupakan dua faktor paling kritis yang harus diatasi terlebih dahulu untuk menciptakan lingkungan yang kondusif [16]. Pendekatan bertahap melalui proyek percontohan di kawasan ekonomi khusus seperti Batam atau KEK Sei Mangkei yang

memiliki infrastruktur digital lebih baik menjadi strategi realistis. Pembentukan konsorsium *blockchain* logistik nasional yang melibatkan BUMN, sektor swasta, akademisi, dan regulator dapat menjadi mekanisme tata kelola yang efektif dalam menyusun standar teknis dan kerangka regulasi yang inklusif [22]. Pemerintah juga perlu menyusun *roadmap* nasional adopsi *blockchain* dengan target implementasi bertahap serta memberikan insentif fiskal bagi pelaku awal [19], sementara program pelatihan bersertifikat dapat membantu mengurangi kesenjangan kompetensi SDM [21]. Selain itu, kolaborasi regional dalam kerangka ASEAN penting untuk mendorong harmonisasi standar *blockchain* lintas negara, mengingat peringkat LPI Indonesia masih tertinggal dibandingkan Malaysia, Thailand, dan Vietnam [13]. Meskipun hambatan implementasi *blockchain* di Indonesia bersifat multidimensi potensi transformasi sektor logistik tetap besar jika didukung oleh komitmen politik yang kuat, kolaborasi lintas pemangku kepentingan, serta strategi adaptif yang sesuai dengan konteks negara berkembang.

Simpulan

Penelitian ini menegaskan bahwa teknologi *blockchain* memiliki potensi transformasional yang signifikan dalam sektor logistik negara berkembang, termasuk Indonesia, terutama dalam meningkatkan transparansi, *traceability*, efisiensi operasional, serta kepercayaan antar pelaku *supply chain*. Hasil analisis bibliometrik menunjukkan bahwa penelitian terkait *blockchain* dalam logistik telah mengalami pergeseran fokus, dari dominasi kajian teknis menuju pembahasan tantangan implementasi dan aspek manajerial. Pergeseran ini mencerminkan meningkatnya kebutuhan akan riset yang mampu menjembatani kesenjangan antara potensi teknologi *blockchain* dan realitas penerapannya di lapangan. Empat klaster tematik yang teridentifikasi hambatan dan konteks aplikasi, teknologi dan adopsi, manajemen operasional dan transformasi industri, serta manfaat operasional dan keamanan menunjukkan bahwa implementasi *blockchain* merupakan isu multidimensional yang melibatkan aspek teknologi, organisasi, kolaborasi antar pelaku rantai pasok, serta dukungan kebijakan eksternal.

Melalui pendekatan *systematic literature review*, penelitian ini menemukan bahwa hambatan implementasi *blockchain* dalam sektor logistik bersifat kompleks dan saling berkaitan. Hambatan tersebut mencakup keterbatasan infrastruktur teknologi, tingginya biaya implementasi, rendahnya pengetahuan dan kesiapan organisasi, keterbatasan interoperabilitas sistem, ketidakpastian regulasi, serta rendahnya tingkat kepercayaan antar pelaku *supply chain*. Hambatan teknis teridentifikasi sebagai faktor paling dominan yang memicu munculnya hambatan lain, mengindikasikan bahwa kesiapan teknologi merupakan prasyarat utama bagi adopsi *blockchain* yang efektif. Dalam konteks Indonesia, tantangan tersebut semakin diperberat oleh ketimpangan infrastruktur digital antar wilayah, rendahnya literasi teknologi, serta lemahnya koordinasi kebijakan lintas lembaga.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, studi ini sepenuhnya berbasis pada analisis bibliometrik dan *systematic literature review*, sehingga hasil penelitian sangat bergantung pada cakupan dan kualitas literatur yang dianalisis. Publikasi yang tidak terindeks dalam basis data yang digunakan atau yang berbahasa lokal berpotensi tidak terakomodasi, padahal dapat memberikan perspektif empiris yang relevan dengan konteks negara berkembang. Kedua, penelitian ini tidak melibatkan data primer, sehingga temuan yang dihasilkan masih bersifat konseptual dan reflektif terhadap tren penelitian, bukan representasi langsung dari praktik implementasi *blockchain* di sektor logistik Indonesia. Ketiga, fokus penelitian pada identifikasi hambatan menyebabkan aspek keberhasilan implementasi dan strategi mitigasi hambatan belum dieksplorasi secara mendalam.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan tersebut, penelitian ini membuka ruang bagi arah penelitian masa depan. Studi lanjutan disarankan untuk melakukan pengujian empiris melalui survei, wawancara, maupun studi kasus pada perusahaan logistik di Indonesia guna memvalidasi hambatan yang telah diidentifikasi serta menggali faktor pendorong adopsi *blockchain*. Penelitian mendatang juga dapat mengembangkan model adopsi *blockchain* yang kontekstual bagi negara berkembang dengan mempertimbangkan faktor regulasi, kesiapan infrastruktur digital, budaya organisasi, dan tingkat kolaborasi *supply chain*. Selain itu, eksplorasi integrasi *blockchain* dengan teknologi lain seperti *Internet of Things* (IoT), *big data*, dan kecerdasan buatan menjadi penting untuk menilai potensi sinergi teknologi dalam meningkatkan kinerja logistik secara berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi teoretis melalui pemetaan literatur dan identifikasi hambatan utama, tetapi juga menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan dan strategi transformasi digital logistik di Indonesia.

Daftar Pustaka

- [1] S. Saberi, M. Kouhizadeh, J. Sarkis, and L. Shen, "Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 57, no. 7, pp. 2117–2135, 2019.
- [2] Y. Wang, J. H. Han, and P. Beynon-Davies, "Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda," *Supply Chain Manag. An Int. J.*, vol. 24, no.

- 1, pp. 62–84, 2019.
- [3] PwC Indonesia, “Supply chain: Indonesian Chamber of Commerce & Industry predicts logistics to grow 6%,” 2023. <https://www.pwc.com/id/en/media-centre/infrastructure-news/july-2023/supply-chain-indonesian-chamber-of-commerce-and-industry-predicts-logistics-to-grow-6-percent.html>.
- [4] H. Treiblmaier, “The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action,” *Supply Chain Manag. an Int. J.*, vol. 23, no. 6, pp. 545–559, 2018.
- [5] A. Rejeb, K. Rejeb, and S. Simske, “Blockchain Technologies in Logistics and Supply Chain Management : A Bibliometric Review,” pp. 1–28, 2021.
- [6] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, and W. M. Lim, “How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines,” *J. Bus. Res.*, vol. 133, pp. 285–296, 2021.
- [7] M. Aria and C. Cuccurullo, “bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis,” *J. Informetr.*, vol. 11, no. 4, pp. 959–975, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>.
- [8] M. J. Page *et al.*, “The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews,” *bmj*, vol. 372, 2021.
- [9] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, and D. G. Altman, “Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement,” *Bmj*, vol. 339, 2009.
- [10] N. Van Eck and L. Waltman, “Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping,” *Scientometrics*, vol. 84, no. 2, pp. 523–538, 2010.
- [11] J. Webster and R. T. Watson, “Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review,” *MIS Q.*, pp. xiii–xxiii, 2002.
- [12] Bappenas, “Bappenas: Dalam 5 Tahun Terakhir, Biaya Logistik RI Turun 40 Persen,” *Kompas.com*, 2023. <https://money.kompas.com/read/2023/09/22/082000226/bappenas--dalam-5-tahun-terakhir-biaya-logistik-ri-turun-40-persen->.
- [13] W. Bank, “Connecting to Compete 2023: Trade Logistics in the Global Economy - The Logistics Performance Index and Its Indicators,” Washington, DC, 2023. [Online]. Available: <https://lpi.worldbank.org/>.
- [14] Y. Chang, E. Iakovou, and W. Shi, “Blockchain in global supply chains and cross border trade : a critical synthesis of the state-of- the-art , challenges and opportunities,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–18, 2020, doi: 10.1080/00207543.2019.1651946.
- [15] J. Baker, “The Technology–Organization–Environment Framework BT - Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society, Vol. 1,” Y. K. Dwivedi, M. R. Wade, and S. L. Schneberger, Eds. New York, NY: Springer New York, 2012, pp. 231–245.
- [16] M. Kouhizadeh, S. Saberi, and J. Sarkis, “Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers,” *Int. J. Prod. Econ.*, p. 107831, 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107831.
- [17] A. Kumar, R. Liu, and Z. Shan, “Is blockchain a silver bullet for supply chain management? Technical challenges and research opportunities,” *Decis. Sci.*, vol. 51, no. 1, pp. 8–37, 2020.
- [18] A. Raja Santhi and P. Muthuswamy, “Influence of blockchain technology in manufacturing supply chain and logistics,” *Logistics*, vol. 6, no. 1, p. 15, 2022.
- [19] I. J. Orji, S. Kusi-Sarpong, S. Huang, and D. Vazquez-Brust, “Evaluating the factors that influence blockchain adoption in the freight logistics industry,” *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 141, no. July, p. 102025, 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.102025.
- [20] D. Mathivathanan, K. Mathiyazhagan, N. P. Rana, S. Khorana, and Y. K. Dwivedi, “Barriers to the adoption of blockchain technology in business supply chains: a total interpretive structural modelling (TISM) approach,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 59, no. 11, pp. 3338–3359, 2021.
- [21] S. Kurpjuweit, C. Schmidt, M. Klöckner, and S. Wagner, “Blockchain in Additive Manufacturing and its Impact on Supply Chains,” *J. Bus. Logist.*, vol. 42, Oct. 2019, doi: 10.1111/jbl.12231.
- [22] L. Koh, A. Dolgui, and J. Sarkis, “Blockchain in transport and logistics – paradigms and transitions,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 58, no. 7, pp. 2054–2062, Apr. 2020, doi: 10.1080/00207543.2020.1736428.