



Teknologi Blockchain dalam Digitalisasi Rantai Pasokan

Blockchain Technology in Supply Chain Digitalization

*Fachri Rizky Sitompul¹⁾, Nukhe Andri Silviana²⁾,
Yudi Daeng Polewangi³⁾, Haniza⁴⁾
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Medan Area, Indonesia

Diterima: April 2024; Disetujui: April 2024; Dipublikasi: Mei 2024

*Corresponding author: fachririzky@staff.uma.ac.id

Abstrak

Teknologi baru yang muncul di bawah payung Industri 4.0 menciptakan model strategi bisnis baru untuk jaringan rantai pasokan. Salah satu teknologi yang paling menjanjikan adalah blockchain. Blockchain adalah buku catatan digital di mana transaksi dicatat dan didistribusikan di seluruh jaringan sistem komputer. Teknologi ini menawarkan potensi besar untuk meningkatkan transparansi, keamanan, dan efisiensi dalam rantai pasokan. Manajemen rantai pasokan adalah fungsi bisnis inti yang bertanggung jawab atas pergerakan barang dan jasa di berbagai stakeholder. Tantangan utama dari rantai pasokan tetap dalam traceability dan sistem manajemen data. Blockchain dipandang sebagai solusi untuk masalah pelacakan manajemen rantai pasokan (MRP) dan untuk menghasilkan hubungan yang lebih dekat dan dapat dipercaya antara para pihak yang terlibat dalam rantai pasokan. Penelitian ini memberikan gambaran tentang operasi teknologi blockchain di rantai pasokan dan operasinya dievaluasi oleh pihak manajemen. Penelitian ini juga akan membahas keuntungan dan tantangan potensial implementasi blockchain di bidang rantai pasokan seperti persediaan dan manufaktur. Beberapa keuntungan utama dari penerapan blockchain dalam rantai pasokan meliputi peningkatan visibilitas, pengurangan biaya, dan peningkatan efisiensi. Namun, ada juga tantangan yang perlu dihadapi, seperti masalah skalabilitas, interoperabilitas, dan kebutuhan akan standarisasi. Penulis akan menyajikan contoh praktis penerapan blockchain dalam rantai pasokan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana teknologi ini dapat dimanfaatkan secara nyata. Contoh-contoh ini akan mencakup kasus penggunaan di berbagai industri, seperti makanan dan minuman, farmasi, dan manufaktur. Akhirnya, penulis meringkas temuan dan menyarankan topik untuk penelitian lebih lanjut sebagai kesimpulan dari makalah ini. Tujuannya adalah untuk membantu pembaca memahami bagaimana teknologi blockchain bekerja dan apa manfaat dan tantangan yang ada dalam penerapannya dalam rantai pasokan berdasarkan ulasan literatur dan melalui contoh praktis. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang potensi blockchain dalam rantai pasokan, organisasi dapat membuat keputusan yang lebih terinformasi tentang apakah dan bagaimana mengadopsi teknologi ini untuk meningkatkan operasi mereka.

Kata Kunci : Manajemen Rantai Pasok, Digitalisasi, Teknologi Blockchain

Abstract

Novel technologies emerging under the Industry 4.0 umbrella are creating new business strategy models for supply chain networks. One of the most promising technologies is blockchain. Blockchain is a digital ledger where transactions are recorded and distributed across a network of computer systems. This technology offers great potential to increase transparency, security and efficiency in supply chains. Supply chain management

is a core business function responsible for the movement of goods and services across various stakeholders. The main challenges of the supply chain remain traceability and data management systems. Blockchain is seen as a solution to supply chain management (MRP) tracking problems and to generate closer and more trustworthy relationships between the parties involved in the supply chain. This research provides an overview of the operation of blockchain technology in the supply chain and its operations evaluated by management. This research will also discuss the potential benefits and challenges of blockchain implementation in supply chain areas such as inventory and manufacturing. Some of the key benefits of implementing blockchain in supply chains include increased visibility, reduced costs, and increased efficiency. However, there are also challenges that need to be faced, such as issues of scalability, interoperability, and the need for standardization. The author will present practical examples of blockchain applications in supply chains to provide a better understanding of how this technology can be put to real use. These examples will cover use cases across a variety of industries, such as food and beverage, pharmaceuticals, and manufacturing. Finally, the authors summarize the findings and suggest topics for further research as a conclusion to the paper. The goal is to help readers understand how blockchain technology works and what benefits and challenges exist in its application in supply chains based on a literature review and through practical examples. With a better understanding of blockchain's potential in supply chains, organizations can make more informed decisions about whether and how to adopt this technology to improve their operations.

Keywords: *Supply Chain Management, Digitalization, Blockchain Technology*

How to Cite: Sitompul, F, R, dkk., (2024). Teknologi Blockchain Dalam Digitalisasi Rantai Pasokan. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*. 8 (1) : 104-116

PENDAHULUAN

Teknologi baru yang muncul di bawah payung Industri 4.0 menciptakan model strategi bisnis baru untuk jaringan rantai pasokan. Salah satu teknologi yang paling menjanjikan adalah blockchain. (Maciel M, et al., 2019). Teknologi Blockchain adalah “buku catatan yang dibagikan, tidak berubah secara kriptografis” untuk merekam dan memelihara riwayat transaksi digital. (Sabari et al., 2018). Teknologi blockchain dan Bitcoin telah menciptakan hype besar di sekitar sistem pembayaran elektronik menggunakan paradigma peer-to-peer internet (Mulligan, et al., 2018; Iansiti & Lakhani, 2017). Manajemen rantai pasokan adalah fungsi bisnis inti yang bertanggung jawab atas pergerakan barang dan jasa di berbagai stakeholder. Rantai pasokan secara luas mencakup orang, sumber daya, kegiatan, dan organisasi yang terlibat dalam mengubah bahan baku menjadi produk selesai, memenuhi pesanan pelanggan baik secara langsung maupun tidak langsung. (Xiong, 2019). Proses rantai pasokan mencakup banyak operasi logistik, termasuk perencanaan, implementasi, dan kontrol aliran dan penyimpanan efektif barang, layanan, dan informasi terkait dari sumber ke titik konsumsi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. (Cooper, et al. 1997). Tantangan utama dari rantai pasokan tetap menjadi sistem pelacakan dan manajemen data.

Menurut sebuah perkiraan dari World Economic Forum, menurunkan hambatan rantai pasokan untuk perdagangan dapat meningkatkan GDP sebesar hampir 5% dan perdagangan global sebesar 15%. (Natsuki, 2019). Sistem manajemen terpusat dapat menimbulkan ancaman terhadap integritas, ketersediaan dan ketahanan data, meninggalkan sistem yang terkena penipuan korupsi dan manipulasi. (Abeyratne & Monfared, 2016).

Blockchain dipandang sebagai solusi untuk masalah pelacakan manajemen rantai pasokan (MRP) (Lu & Xu, 2017) dan untuk menghasilkan hubungan yang lebih dekat dan dapat dipercaya (Aste, Tasca, & Di Matteo, 2017; Wang, Luo, & Lee, 2019) tidak hanya antara organisasi dan pemasok mereka, tetapi juga melalui seluruh MRP. Di satu sisi, kontrak cerdas yang memungkinkan blockchain (script yang dapat memicu transaksi) memiliki potensi untuk membawa tingkat efisiensi tinggi dengan operasi terdesentralisasi ke MRP. Di sisi lain, blockchain dapat dikombinasikan dengan teknologi canggih lainnya (misalnya, analisis data besar, Internet of Things (IoT), sistem cyber-fisik, antara lain) untuk membawa dampak mengganggu di semua bidang khusus.

Mengenai argumen di atas, makalah ini akan meninjau sifat dan operasi blockchain di rantai pasokan. Artikel ini juga akan membahas keuntungan dan tantangan potensial implementasi blockchain di bidang rantai pasokan seperti persediaan dan manufaktur dan mencoba memberikan topik saran untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang blockchain pada rantai pasokan (RP) sebagai kesimpulan dari makalah ini. Tujuan utama dari makalah ini adalah untuk membantu pembaca memahami bagaimana teknologi blockchain bekerja di MRP. Dokumen ini terstruktur dalam empat bab. Setelah pengantar, bab kedua menyajikan ulasan literatur. Bab ketiga menggambarkan metode penelitian, sementara yang berikutnya adalah temuan. Bab kelima mengakhiri apa yang kita tahu sejauh ini.

Studi Literatur

Manajemen Rantai Pasokan

Rantai pasokan adalah urutan proses dan aliran yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan akhir dan terjadi antara perusahaan yang terlibat. (Nur, et al., 2020). Rantai pasokan tidak hanya mencakup produsen dan pemasok, tetapi juga entitas logistik, ritel, dan pelanggan akhir sendiri.

Manajemen Rantai Pasokan (MRP) adalah tugas untuk mengintegrasikan unit – unit organisasi di sepanjang RP dan mengkoordinasikan aliran material, informasi dan keuangan untuk memenuhi permintaan pelanggan akhir dengan tujuan meningkatkan daya saing SC secara keseluruhan. (Otto and Kotzab, 1999). Pentingnya teknologi informasi dan komunikasi untuk SCM diakui secara luas (Gunasekaran & Nga, 2004); (Stadtler, 2005). Teknologi mewakili pendorong utama dan elemen konstitutif dari inovasi RP (Arlbjørn, et al., 2011). Kemajuan baru-baru ini sebagai bagian dari Revolusi Industri Keempat (aka 'Industry 4.0' atau '*Industrial Internet of Things*') menjanjikan perubahan radikal untuk berbagai sektor termasuk manufaktur dan logistik (Kagermann, 2015).

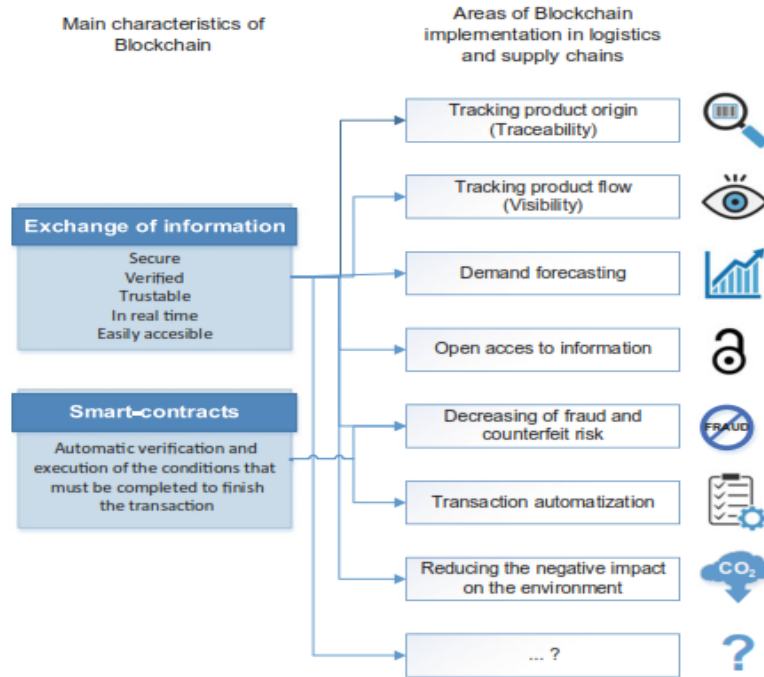
Industri 4.0 mempertimbangkan aset fisik yang cerdas dan terhubung, yaitu produk dan mesin cerdas yang beroperasi secara otonom dan dapat membentuk sistem yang mengkoordinasikan diri seperti pabrik cerdas atau rantai pasokan cerdas. (Porter & Heppelmann, 2014).

Teknologi Blockchain

Teknologi Blockchain didasarkan pada ledger terdistribusi. Ledger terdistribusi adalah database yang diperbarui secara independen oleh setiap peserta (atau node) di jaringan yang besar. (Presthus & Omalley, 2017). Blockchain sebagai buku catatan yang didistribusikan dibagikan dan disetujui pada jaringan *peer-to-peer* (Crosby, et al., 2016) (Sternberg & Baruffaldi, 2018). Sebuah blockchain berisi catatan tunggal dari data yang disimpan dalam blok di setiap node peserta. (Yli-Huumo, et al., 2016). Setiap blok sesuai dengan catatan yang ditandai waktu yang dikonfirmasi melalui protokol konsensus yang didefinisikan dari jaringan blockchain dan dilindungi melalui enkripsi kunci publik ("hashing"). (Seebacher & Schuritz, 2017).

Ada dua karakteristik utama teknologi blockchain yang penting untuk implementasinya dan penggunaan yang berarti dalam logistik dan rantai pasokan / jaringan pasokan (Kawa & Maryniak, 2019):

- a. Pertukaran informasi yang aman, terverifikasi, dan dapat diandalkan melalui blockchain dalam waktu nyata yang membuatnya dapat diakses oleh semua anggota jaringan pasokan atau siapa pun (tergantung tipe blockchain).
- b. Kemungkinan verifikasi otomatis dan eksekusi transaksi yang disepakati ketika persyaratan tertentu dipenuhi melalui kontrak cerdas – aplikasi yang hidup pada blockchain (Christidis & Devetsikiotis, 2016).



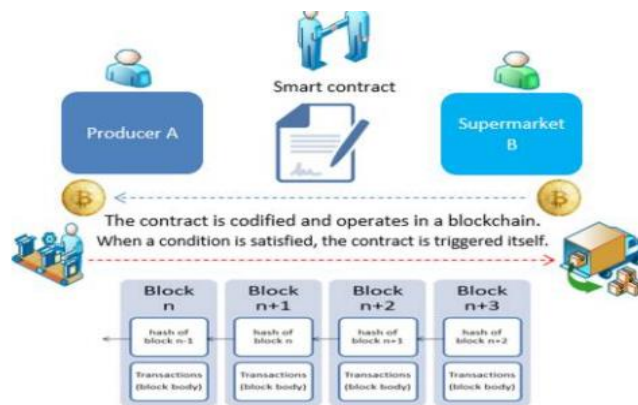
Gambar 1 Karakteristik Dan Area Implementasi Blockchain Dalam Logistik Dan Rantai Pasokan.

Sumber Gambar : (Kawa & Maryniak, 2019)

Berdasarkan fitur utama blockchain ini, area implementasinya untuk digunakan dalam logistik dan rantai pasokan sedang berkembang dalam berbagai arah. Beberapa bidang implementasi blockchain yang paling penting saat ini dalam logistik dan rantai pasokan adalah melacak asal-usul produk serta melacak aliran produk melalui jaringan pasokan, memprediksi permintaan, mengurangi risiko palsu dan penipuan, akses terbuka ke informasi dalam rantai pasokan, mengurangi dampak negatif pada lingkungan dan otomatisasi transaksi melalui kontrak cerdas.

Blockchain dan Hubungan Rantai Pasokan

Blockchain, diterapkan dalam konteks RP, kemungkinan akan menyebabkan transformasi yang mengganggu di semua jenis industri. (Al-Saqaf and Seidler, 2017; Yeoh, 2017). Oleh karena itu, model hubungan tradisional sudah dikonfigurasi kembali, terutama karena disintermediasi transaksi. Untuk pemahaman lebih lanjut tentang hubungan blockchain dan rantai pasokan, Gambar 2 menggambarkan operasi kontrak cerdas.



Gambar 2. Contoh Kontrak Pintar dalam Konteks MRP

Sumber Gambar : (Maciel, et al., 2019)

Gambar 2 menunjukkan transaksi antara produsen A dan supermarket B. Setelah memenuhi persyaratan perdagangan untuk keduanya, lalu kontrak ditulis, dikodekan, dan data disimpan dalam struktur blockchain. Kontrak dimulai ketika memenuhi persyaratan negosiasi. Setelah itu, uang dan barang ditransfer sesuai dengan kontrak. Operasi ini tidak bergantung pada perantara. Oleh karena itu, tidak hanya mempercepat transaksi tetapi juga mempromosikan pengurangan biaya dan meningkatkan kepercayaan, karena, dalam jaringan, semua peserta (nodus atau aktor) memiliki salinan buku catatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menyediakan gambaran tentang operasi blockchain pada manajemen rantai pasokan dengan menggunakan penelitian sekunder. Untuk mengetahui dan menerapkan pengalaman masa lalu dari berbagai proyek pilot, contoh aplikasi dikumpulkan dari berbagai sektor dan jaringan rantai pasokan. Pilot dapat mengumpulkan dampak positif yang dapat diukur serta kondisi yang diperlukan untuk aplikasi, di samping itu keuntungan dan tantangan potensial dapat muncul selama implementasi dan proses aplikasi. Dengan beberapa contoh, dampak umum dapat diklasifikasikan terkait dengan sektor atau rantai pasokan dan praktik terbaik dapat diidentifikasi untuk bidang tertentu. Artikel ini memberikan informasi dalam berbagai perspektif manajemen rantai pasokan dari berbagai sumber ilmiah dan praktis seperti, ulasan literatur, temuan penelitian, dan studi kasus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penulis telah mengumpulkan perihal implementasi blockchain di berbagai sektor pada jaringan rantai pasokan dari beberapa makalah dan ulasan literatur sebelumnya yang terkait dengan implementasi blockchain dan dampak blockchain dalam rantai pasokan.

Implementasi blockchain di bidang manufaktur (Khanfar, et al., 2021) melakukan ulasan literatur yang sistematis dan menjelaskan kontribusi potensial teknologi blockchain dalam manufaktur dan manajemen rantai pasokan. Mereka membagi kontribusi blockchain ke dalam 5 kategori dalam kinerja ekonomi produsen, yaitu keandalan, responsif, fleksibilitas, kinerja keuangan dan kualitas. Berikut hasilnya :

Tabel 1: Kontribusi Blockchain Untuk Kinerja Ekonomi Produsen

No.	Bidang	Kontribusi Blockchain
1	Keandalan	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan keakuratan informasi • Mengurangi kesalahan dan kesalahan • Memfasilitasi otomatisasi manufaktur • Meningkatkan efisiensi proses produksi • Meningkatkan efektivitas kegiatan rantai pasokan • Meningkatkan akurasi prediksi
2	Responsif	<ul style="list-style-type: none"> • Menghapus perantara dan menghubungkan para stakeholder secara langsung • Memfasilitasi komunikasi dan kolaborasi antara para stakeholders • Mempercepat berbagi informasi dan sumber daya di antara para pemangku kepentingan • Mengurangi biaya dan waktu transaksi • Mengoptimalkan proses manufaktur • Optimalkan operasi

No.	Bidang	Kontribusi Blockchain
		<ul style="list-style-type: none"> • Meminimalkan waktu produksi • Minimalisasi waktu tanggapan kepada pelanggan • Minimalkan waktu pemeliharaan
3	Fleksibilitas	<ul style="list-style-type: none"> • Menghapus perantara dan menghubungkan stakeholder secara langsung • Memfasilitasi komunikasi dan kolaborasi antara para stakeholder • Memfasilitasikan berbagi informasi dan sumber daya antara • Pemangku kepentingan • Mempermudah pengembangan proses inovatif • Memudahkan decentralisasi operasi • Memungkinkan pengambilan keputusan yang fleksibel • Mengoptimalkan kemitraan • Meningkatkan fleksibilitas dalam proses produksi • Peningkatan fleksibiliti dalam memproduksi produk yang disesuaikan • Meningkatkan kelincahan dalam Menanggapi perubahan
4	Kinerja Keuangan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi risiko • Mengurangi biaya yang terkait dengan risiko • Meningkatkan kepercayaan di antara para pemangku kepentingan • Mengurangkan kos transaksi • Mengurangi kos pemantauan dan verifikasi informasi
5	Kualitas	<ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi pertukaran informasi antara para pemangku kepentingan • Memperbolehkan akses ke informasi yang berkaitan dengan bahan baku, produk, pemasok, ritel, manufaktur, dan kegiatan rantai pasokan • Mempermudah pemantauan proses • Memuaskan diagnosis cacat • Memungkinkan pelanggan untuk memverifikasi kualitas produk • Memastikan produk mematuhi standar jaminan kualitas • Menjamin produk memenuhi hukum dan diperoleh secara legal • Meningkatkan kontrol kualitas dan pemantau

Sumber Tabel : Pengumpulan Data

Implementasi Blockchain dalam Penyimpanan

Omar dkk (Omar, et al. 2020) mengusulkan solusi blockchain pada *Vendor Management Inventory* (VMI) yang menghubungkan vendor, distributor, dan retailer dalam sistem penyimpanan terdesentralisasi dan kontrak cerdas Ethereum yang menangkap interaksi kunci antara mitra perdagangan rantai pasokan. Penelitian ini

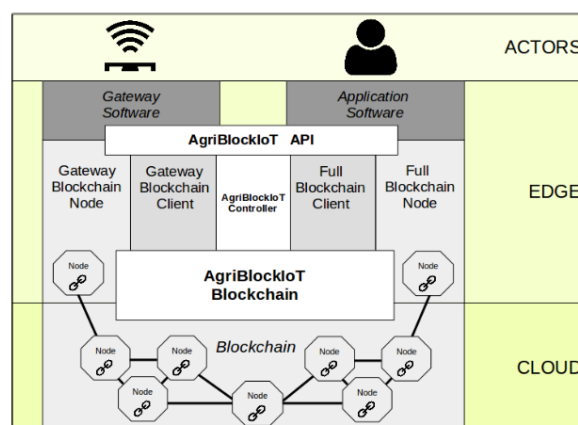
menemukan bahwa solusi VMI berbasis blockchain memungkinkan peningkatan produktivitas dan peningkatan kinerja rantai pasokan karena membangun jaringan tersebut akan meningkatkan komunikasi antara mitra perdagangan yang berbeda dan mempromosikan transparansi. Ini memastikan kemitraan rantai nilai yang kuat dengan peningkatan kepercayaan di antara para pemangku kepentingan. Selain itu, meningkatkan akurasi pesanan saat integritas data dipertahankan dan berpotensi menyebabkan peningkatan keuntungan bagi semua pemangku kepentingan rantai pasokan yang berpartisipasi. VMI, yang didukung dengan solusi blockchain, menawarkan pendekatan yang efisien dan hemat biaya untuk strategi inventarisasi dan replenishment di berbagai rantai pasokan.

Implementasi Blockchain Dalam Rantai Pasokan Agri-Food

Caro, dkk. (Caro, et. al., 2018) mencoba untuk menerapkan blockchain dalam rantai pasokan agro-food yang disebut AgriBlockIoT menggunakan Ethereum atau Hyperledger Sawtooth. Mereka ingin menciptakan lingkungan baru dengan menggunakan jaringan swasta untuk menjalankan rantai pasokan agro-food. Arsitektur berlapis baru yang menawarkan sistem terdesentralisasi mengusulkan solusi yang didasarkan pada teknologi blockchain untuk rantai pasokan agro-food, yang meningkatkan kontrol dan kepercayaan dengan mencapai transparansi, auditabilitas dan immutabilitas catatan yang disimpan dalam lingkungan yang tidak dapat dipercaya yang dikumpulkan berdasarkan blockchain dalam rantaian pasokan.



Gambar 3: Rantai Pasokan Agrifood Tradisional Layered
Sumber Gambar : (Caro, et. al., 2018)



Gambar 4. Arsitektur Berlapis AgriBlockIoT
Sumber Gambar : (Caro, et. al., 2018)

(Stranieri, et al. 2021) meneliti perihal dampak implementasi teknologi blockchain yang transparansi dan pelacakan aliran informasi dari rantai pasokan ayam, lemon, dan jeruk di ritel Eropa besar. Mereka menemukan bahwa blockchain memiliki efek positif pada keuntungan atau pengembalian investasi rantai pasokan agro-food. Ini

meningkatkan kualitas produk dengan meningkatkan kepuasan pelanggan dengan memberikan akses ke informasi dan kemungkinan umpan balik, serta dengan menciptakan transparansi dan berbagi informasi antara stakeholder. Tabel 2 menunjukkan pengukuran dampak yang diterima melalui wawancara antara Stranieri dan ritel.

Tabel 2. Pengaruh Blockchain Pada Kinerja Perusahaan

Themes/Measures	Poultry supply chain		Lemons supply chain		Oranges supply chain	
	Producer	Retailer	Producer	Retailer	Producer	Retailer
<i>Themes/Measures from the conceptual framework</i>						
<i>Efficiency</i>						
Production/Distribution costs	0	0	0	0	0	0
Profit	+	+		+	+	+
ROI (Return on investment)		+	+	+		+
<i>Flexibility</i>						
Customer satisfaction	0	+	+	+	0	+
Volume	0	0	0	0	0	0
Delivery	0	0		0	0	+
Number of lost sales					0	
<i>Responsiveness</i>						
Fill rate	0		0			
Lead time	0	0		0		0
Product lateness		0		0	0	0
Customer complaints			+			
Shipping errors					0	
<i>Food quality</i>						
Intrinsic quality attributes/product characteristics	0	++	0	++	+	++
Intrinsic quality attributes/process characteristics			0			
Extrinsic quality attributes/labelling	++	+++	+	+++	+	+++
<i>Transparency</i>						
Accuracy	+					
Accessibility and availability	+	+++	+	+++	+	+++
Information sharing	+	+		+	+	+
Quantity of traced information					+	
<i>New themes/measures</i>						
<i>Supply chain governance</i>						
Vertical coordination	+	+		+		+
Behavioural uncertainty	-	-	-	-	-	-
Technological uncertainty	+	+	+	+	+	+
Physical asset specificity	++	+	+++	+	+++	+
Human asset specificity			+		+	
<i>Resources and capabilities</i>						
New knowledge creation	+	+		+	+	+
Capabilities improvement	+	++	++	+		+

Note: 0: no impact; +: increased and code retrieved at least once from the interview; ++: increased and code retrieved at least twice from the interview; +++ increased and code retrieved at least three times from the interview; blank space: not mentioned by interviewee.

Sumber tabel (Stranieri, et al. 2021)

Dampak Positif dari Implementasi Blockchain

Ledger blockchain yang didistribusikan adalah anti-rusak. Hal ini dapat menghilangkan kebutuhan bagi para pihak yang terlibat untuk mempercayai satu sama lain (Horwitz & Rosencrance, 2021). Dengan demikian, tidak ada pihak tunggal yang memiliki kendali utuh atas jumlah data besar yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Encryption Blockchain membuat hampir tidak mungkin bagi siapa pun untuk menulis ulang catatan data yang ada. Dan menggunakan blockchain untuk menyimpan data IoT menambahkan lapisan keamanan lain untuk mencegah penyerang berbahaya mendapatkan akses ke jaringan.

Dalam rantai pasokan agro-food, teknologi blockchain dapat digunakan untuk mengkonsolidasikan informasi tentang kualitas benih, melacak bagaimana tanaman tumbuh dan merekam perjalanan setelah meninggalkan peternakan. (Abdulai, et al., 2021). Di Kanada, misalnya, Grain Discovery - pasar blockchain online - adalah contoh data yang digunakan oleh mereka yang terlibat dalam sistem makanan untuk tumbuh dan memasarkan tanaman yang kompetitif secara global. Jika blockchain diimplementasikan dengan validasi yang tepat, itu dapat mencegah produksi dan distribusi ilegal dan tidak etis yang merusak keberlanjutan dan keamanan pangan masyarakat.

Beberapa Tantangan Potensial Selama Implementasi Blockchain

Meskipun teknologi ini adalah teknologi yang revolusioner, ada banyak batasan dan tantangan dalam penerapannya dalam aplikasi. Tantangan tersebut dibagi menjadi 12 kategori. (Nur, et al., 2020). Pengembangan dan implementasi, kinerja dan efisiensi, keberlanjutan dan skala, adopsi, hukum dan standar, privasi, persyaratan, integritas data, keamanan, interoperabilitas, operasional dan manajemen. Di antara mereka, tiga kategori teratas yang paling dibahas adalah pengembangan dan implementasi, kinerja dan efisiensi, dan keberlanjutan dan skalabilitas. Dalam peraturan dan standar, masalah utama adalah bahwa ada sedikit atau tidak ada peraturan untuk blockchain, yang baik dan buruk. (meskipun tidak ada peraturan yang spesifik, permasalahan legalitas masih muncul masih muncul perihal data – data yang dimasukkan pada blockchain termasuk masalah privasi).

SIMPULAN

Penelitian ini menyajikan ulasan literatur dari berbagai sumber ilmiah dan praktisi seperti, sumber ilmu pengetahuan dan praktikal, temuan penelitian, dan studi kasus yang menjelaskan operasi, keuntungan dan tantangan potensial blockchain di rantai pasokan. Dalam makalah ini, penulis menemukan bahwa blockchain memiliki banyak dampak yang baik untuk aplikasi dalam rantai pasokan. Kontribusi utama adalah: blockchain dapat meningkatkan akurasi informasi, meminimalkan kesalahan dan kesalahan, menghilangkan perantara dan menghubungkan pemangku kepentingan secara langsung, meningkatkan kelincahan dalam menanggapi perubahan, meningkatkan produktivitas dan meningkatkan kinerja rantai pasokan, meningkatkan kontrol dan kepercayaan dengan mencapai transparansi, auditabilitas dan immutabilitas catatan yang disimpan, memberikan transparansi dan pelacakan aliran informasi barang, memberikan data yang dapat dipercaya dan keamanan. Namun, teknologi ini juga memberikan tantangan – tantangan potensial baru bagi pengguna yaitu pengembangan dan implementasi, kinerja dan efisiensi, dan keberlanjutan dan skalabilitas.

Berdasarkan argumen di atas, dapat dilihat bahwa blockchain menawarkan keuntungan meskipun memiliki beberapa kerentanan pada saat yang sama seperti pada fitur keamanan. Di satu sisi, blockchain dapat meningkatkan kontrol dan kepercayaan dengan mencapai transparansi, dan auditabilitas. Di sisi lain, Blockchain dapat diserang oleh berbagai ancaman, ketika pengguna kehilangan sesuatu di sistem, tidak ada cara untuk mendapatkannya kembali. Ini karena blockchain menggunakan jaringan pribadi. Dalam karakteristik transparansi, data transparan dalam blockchain asli. Semua orang dapat mengakses data dan itu dirancang untuk menjadi seperti itu. Namun, beberapa data mungkin bersifat rahasia untuk rantai pasokan, sehingga akses harus dikendalikan. Blockchain tidak mendukung ini secara bawaan dan tidak mudah untuk diterapkan. Beberapa blockchain telah mengenali ini dan memungkinkan kontrol akses, seperti hyperledger.

Semua hal yang dipertimbangkan, kelemahan yang disebutkan dapat mengganggu kerangka kerja, bukan inovasi. Perlu dicatat, bahwa string yang digambarkan dalam kertas lebih hipotetis. Hanya ada beberapa kasus hacking blockchain dalam praktek ini. Kesulitan dari blockchain sangat besar, namun konsekuensi dari aplikasi blockchain memiliki ketidakpastian yang lebih penting daripada pelayanannya. Penting untuk terus diselidiki perbaikan - perbaikan dari penerapan blockchain di berbagai industri untuk masa depan jangka pendek karena inovasi ini menerapkan teknologi industri 4.0 mutakhir dan teknologi ini dapat membantu mengatasi banyak masalah yang mengganggu dan mencegah kerangka kerja yang efektif.

Penelitian ini adalah langkah pertama dalam perjalanan panjang untuk mengetahui, menganalisis dan mengevaluasi sifat, kemungkinan, operasi, kelebihan, kelemahan dan tantangan teknologi blockchain dalam rantai pasokan, ada banyak arah sebagai penelitian masa depan. Untuk dasar yang kuat dari latar belakang teoritis dan operasional blockchain, ulasan literatur yang sistematis akan berguna. Berdasarkan ulasan literatur yang sistematis, penyelidikan spesifik sektor dapat menjadi langkah berikutnya. Dengan ini karakteristik khusus, kesulitan implementasi dan dampak khusus aplikasi dapat ditunjukkan. Melalui analisis yang lebih mendalam, potensi pengembangan dapat terungkap dengan menghubungkan blockchain dengan teknologi digital lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulai. Abdul-Rahim, Bieg.Carling, Fraser. Evan, & Marquis. Sarah (2021) Blockchain could play an important role in future agriculture and food security. The Conversation. <https://theconversation.com/blockchain-could-play-an-important-role-in-future-agriculture-and-food-security-126993> Assesed at November 11, 2021.
- Abeyratne, S., & Monfared, R. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 05(09), 1–10.
- Al-Sarawi, S., Anbar, M., & Alieyan, K. (2017). Internet of Things (IoT) communication
- Aste, T., Tasca, P., & Di Matteo, T. (2017). Blockchain technologies: The foreseeable impact on society and industry. *Computer*, 50(9), 18–28. <https://doi.org/10.1109/MC.2017.3571064>.
- Al-Saqaf. W, and Seidler, N. (2017), “Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead”, *Journal of Cyber Policy*, Vol. 2 No. 3, pp. 338-354
- Azzi. Rita, Chamoun. Rima, Sokhn, Kilany Maria (2019) The power of a blockchain-based supply chain *Computers & Industrial Engineering*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.042>
- Cooper, M.C.; Lambert, D.M.; Pagh, J.D. (1997) Supply Chain Management: More than a New Name for Logistics. *Int. J. Logist. Manag.* 1997, 8, 1–14
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., (2018). Blockchain technology: A panacea or pariah for resources conservation and recycling? *Resources, Conservation and Recycling* 130, 80–81.
- C. Mulligan, J. Zhu Scott, S. Warren, and J. Rangaswami, (2018)“Blockchain beyond the hype: A practical framework for business leaders.” World Economic Forum, Cologny/Geneva.
- Crosby. Michael, Nachiappan, Pattanayak. Pradan, Verma. Sanjeev, Kalyanaraman, Vignesh. (2016) *BlockChain Technology: Beyond Bitcoin*. Berkeley Engineering. Sutardja Center for Enterpreunership & Technology. The Applied Innovation Review.
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. <https://doi.org/10.1109/access.2016.2566339>.
- CSCMP (2018). Supply Chain Management Terms and Glossary.” Available at http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx, Assesed November 11. 2021,

- F. Xiong, R. Xiao, W. Z. R. Ren and J. Jiang, "A Key Protection Scheme Based on Secret Sharing for Blockchain-Based Construction Supply Chain System," *IEEE Access*, vol. 7, 2019.
- Gunasekaran and E. Nga., (2004) "Information systems in supply chain integration and management," *European Journal of Operational Research*, vol. 159, no. 2, pp. 269–295,.
- H. Kagermann, (2015) "Change through digitization: Value creation in the age of Industry 4.0," in *Management of Permanent Change* (H. Albach, H. Meffert, and A. Pinkwart, eds.), pp. 23–45, Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Horwitz. Lauren & Rosencrance. Linda (2021) *How Blockchain Technology Can Benefit the Internet of Things*. *lotworldtoday*.
<https://www.iiotworldtoday.com/2021/05/31/how-blockchain-technology-can-benefit-the-internet-of-things/> Assesed at November 11, 2021.
- J. S. Arlbjørn, H. de Haas, and K. B. Munksgaard, (2011) "Exploring supply chain innovation," *Logistics Research*, vol. 3, no. 1, pp. 3–18,.
- Kawa, Arkadiusz; Maryniak, Anna (2019). [EcoProduction] SMART Supply Network || Blockchain Applications in Supply Chain. 10.1007/978-3-319-91668-2(Chapter 2), 21–46. doi:10.1007/978-3-319-91668-2_2
- Kawaguchi. Natsuki (2019) *Application of Blockchain to Supply Chain: Flexible Blockchain Technology*. *International Conference on Project MANagement / HCist - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies*
- Khanfar, A.A.A.; Iranmanesh, M.; Ghobakhloo, M.; Senali, M.G.; Fathi, M. *Applications of Blockchain Technology in Sustainable Manufacturing and Supply Chain Management: A Systematic Review*. *Sustainability* 2021, 13, 7870.<https://doi.org/10.3390/su13147870>
- Maciel M. Queiroz, Renato Telles, Silvia H. Bonilla, (2019) "Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature", *Supply Chain Management: An International Journal*, <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>
- M. E. Porter and J. E. Heppelmann, (2014) "How smart, connected products are transforming competition," *Harvard Business Review*, vol. 92, no. 11, pp. 64–88.
- M. Iansiti and K. R. Lakhani, "The truth about blockchain," *Harvard Business Review*, vol. 95, no. 1, pp. 118–127, 2017.
- Nur. Muhammad Rizqi, Hakim. Luqman, Amrozi. Yusuf, (2020) *Challenges In Using Blockchain For Supply Chain Management Information Systems*. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, Vol. 15, No. 2, Mei 2020. DOI: 10.14710/jati.15.2.82-92
- Omar.Ilhaam A., Jayaraman. Raja, Salah. Khale, Debe. Mazin and Omar. Mohammed. (2020) *Enhancing Vendor Managed Inventory Supply Chain Operations using Blockchain Smart Contracts*. *IEEE Access*. DOI 10.1109/ACCESS.2020.3028031,
- Lu, Q., & Xu, X. (2017). *Adaptable blockchain-based systems: A case study for product traceability*. *IEEE Software*, 34(6), 21–27. <https://doi.org/10.1109/MS.2017.4121227>.
- Presthus W, Omalley NO. (2017) *Motivations and barriers for enduser adoption of bitcoin as digital currency*. In: *International conference on health and social care information systems and technologies centeris/ProjMAN/HCist*, Barcelona, Spain. p. 89–97
- Seebacher. S and Schuritz. R, (2017). "Blockchain technology as an enabler of service systems: A structured literature review," in *Exploring Services Science* (S. Za, M. Dragoicea, and M. Cavallari, eds.), pp. 12–23, Springer International Publishing,

- Sternberg, Henrik & Baruffaldi, Giulia, (2018) Chains in Chains – Logic and Challenges of Blockchains in Supply Chains. Hawaii International Conference on System Sciences. ISBN: 978-0-9981331-1-9. URI: <http://hdl.handle.net/10125/50382>
- Wang, L., Luo Robert, X., & Lee, F. (2019). Unveiling the interplay between blockchain and loyalty program participation: A qualitative approach based on BubiChain. *International Journal of Information Management*, 49, 397–410. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.001>.
- Yeoh, P, (2017), “Regulatory issues in blockchain technology”, *Journal of Financial Regulation and Compliance*, Vol. 25 No. 2, pp. 196-208.
- Yli-Huumo, J, Ko, D, Choi, S., Park, S, and Smolander, K, (2016) “Where is current research on blockchain technology? A systematic review,” *PloS one*, vol. 11, no. 10, p. e0163477. Huumo 2016