



Jurnal Ilmu Multidisiplin

E-ISSN : 2829-4580
P-ISSN : 2829-4599

<https://greenpub.org/JIM> greenation.info@gmail.com +62 812-1046-7572

DOI: <https://doi.org/10.38035/jim.v3i2>
Received: 01 Juli 2024, Revised: 09 Juli 2024, Publish: 11 Juli 2024
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Strategi Penerapan Rantai Pasok Digital Berkelanjutan: Peluang dan Tantangan di Era Digital

Amelia Maharani Putri¹, Achmad Fauzi², Mikael Ladhuny³, Isabelle Joanna Aritonang⁴, Antariksa Dunia Aryanto⁵, Diva Maharani⁶, Zafira Esya Salsabila⁷, Yodi Eko Adinugroho⁸

¹Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: amelia.putri006@binus.ac.id

²Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: achmad.fauzi03@binus.ac.id

³Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: mikael.ladhuny@binus.ac.id

⁴Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: isabelle.aritonang001@binus.ac.id

⁵Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: antariksa.aryanto@binus.ac.id

⁶Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: diva.maharani001@binus.ac.id

⁷Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: zafira.salsabila@binus.ac.id

⁸Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, email: yodi.adinugroho@binus.ac.id

Corresponding Author: amelia.putri006@binus.ac.id¹

Abstract: *This research discusses the implementation of sustainable digital supply chains, focusing on the challenges, opportunities and strategies involved in the adoption of this technology in an industrial context. In today's digital era, the integration of digital technologies such as the Internet of Things, Artificial Intelligence, and blockchain in supply chains has become critical to achieving operational efficiency, transparency, and sustainability. This research uses the Systematic Literature Review method to evaluate and analyze existing literature regarding sustainable digital supply chains. The results of this research show that sustainable digital supply chains are faced with a number of challenges that need to be overcome, including excessive dependence on technology, the risk of cyber attacks, limited access and infrastructure, and difficulties in integrating disparate systems. On the other hand, there are opportunities to increase supply chain transparency, optimize processes, increase energy and cost efficiency, and encourage innovative collaboration between stakeholders. Taking advantage of these opportunities, the research presents effective implementation strategies, including appropriate use of technology, employee skill development, and building strong partnerships. Thus, this research provides useful insights for organizations seeking to implement sustainable digital supply chains in the digital era, helping them overcome obstacles and exploit opportunities effectively.*

Keyword: *Digital Supply Chain, Sustainable, Challenge, Opportunity*

Abstrak: Penelitian ini membahas implementasi rantai pasok digital berkelanjutan yang berfokus pada tantangan, peluang dan strategi yang terlibat dalam adopsi teknologi ini dalam konteks industri. Di era digital saat ini, integrasi teknologi digital seperti Internet of Things, kecerdasan buatan, dan blockchain dalam rantai pasok telah menjadi kritical untuk mencapai

efisiensi, transparansi, dan keberlanjutan operasional. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review untuk mengevaluasi dan menganalisis literatur yang ada mengenai rantai pasok digital berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan rantai pasok digital yang berkelanjutan dihadapkan pada sejumlah tantangan yang perlu diatasi, termasuk ketergantungan yang berlebihan pada teknologi, resiko serangan siber, keterbatasan akses dan infrastruktur, serta kesulitan dalam mengintegrasikan sistem yang berbeda. Di sisi lain, terdapat peluang dalam meningkatkan transparansi rantai pasok, mengoptimalkan proses, meningkatkan efisiensi energi dan biaya, serta mendorong kolaborasi inovatif antara pemangku kepentingan. Penelitian juga menyajikan strategi penerapan yang efektif, termasuk penggunaan teknologi yang tepat, pengembangan keterampilan karyawan, dan pembangunan kemitraan yang kuat. Dengan demikian, penelitian ini memberikan wawasan yang bermanfaat bagi organisasi yang berusaha untuk mengimplementasikan rantai pasok digital yang berkelanjutan di era digital serta membantu mereka mengatasi hambatan dan memanfaatkan peluang dengan efektif.

Kata Kunci: Rantai Pasok Digital, Berkelanjutan, Tantangan, Peluang

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi dan revolusi industri 4.0, digitalisasi telah menjadi kunci utama dalam transformasi berbagai sektor industri, termasuk dalam rantai pasok (Alcácer & Cruz-Machado, 2019). Kemajuan teknologi informasi yang pesat membuka peluang bagi perusahaan untuk mengoptimalkan sistem operasi mereka, meningkatkan efisiensi dalam berbagai aspek bisnis, serta meningkatkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan yang terlibat dalam rantai pasok (Reyes et al., 2020). Tekanan besar dari dunia bisnis dan internet terhadap perilaku konsumen membuat manajer rantai pasok harus memprioritaskan inovasi, konektivitas, dan ketangkasan bisnis dalam proses bisnis mereka (Raghavendra et al., 2023). Teknologi seperti Internet of Things (IoT) dan teknologi informasi dan komunikasi (ICT), telah secara signifikan mempengaruhi pengaturan manufaktur di berbagai organisasi sehingga mengubah banyak aspek termasuk rantai pasok. Transformasi digital menjadi hal krusial bagi perusahaan modern karena mempercepat inovasi bisnis. Manfaatnya dapat meningkatkan layanan pelanggan, kemitraan dengan pemasok, penjualan, dan pertumbuhan perusahaan (Dixit et al., 2024). Beberapa industri merasakan dampak signifikan dari digitalisasi yang merupakan kemajuan teknologi paling signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Faktor-faktor seperti diversifikasi konsumen dan produk, globalisasi, dan siklus hidup produk yang lebih singkat mempengaruhi industri ini (Zaman et al., 2023). Penerapan teknologi digital dalam manajemen rantai pasok memungkinkan praktik yang lebih efisien dan responsif. Dalam mencapai keunggulan kompetitif, digitalisasi manajemen rantai pasok menjadi kunci di tengah persaingan yang semakin ketat, karena bukan hanya perusahaan yang bersaing, tetapi juga rantai pasokannya secara keseluruhan. Oleh karena itu, konsep rantai pasok digital menjadi fokus utama untuk meningkatkan efektivitas dalam kegiatan manajemen rantai pasok (Ageron et al., 2020).

Rantai pasok digital atau digital supply chain (DSC) merupakan sebuah platform teknologi cerdas yang terhubung secara digital dengan tujuan untuk meningkatkan nilai, aksesibilitas, dan efisiensi biaya dengan hasil yang konsisten dan efisien (Ageron et al., 2020). Menurut Sun et al. (2022), konsep DSC berkembang seiring dengan kemunculan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) serta Internet of Things (IoT). Dalam konsep DSC, penggunaan data mesin dan integrasi mitra SC untuk analisis bisnis menjadi semakin penting (Frederico et al., 2019). Meskipun digitalisasi rantai pasok menawarkan berbagai manfaat, proses ini perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk mempertahankan efisiensi operasional dan meminimalkan dampak lingkungan. Teknologi digital dalam rantai pasok

dapat mengurangi jejak karbon, meningkatkan efisiensi energi, dan memperbaiki pengelolaan sumber daya (Bebortta et al., 2023). Dalam penelitian ini, penulis tidak hanya mengidentifikasi tantangan, tetapi juga mengurutkan peluang serta strategi untuk mengatasi tantangan tersebut, sehingga teknologi digital dapat diintegrasikan lebih baik dalam rantai pasok digital berkelanjutan dan meningkatkan kinerja prosesnya. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tantangan, peluang, dan strategi penerapan rantai pasok digital berkelanjutan di perusahaan dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa strategi dalam penerapan rantai pasok digital berkelanjutan?
2. Apa peluang dan tantangan dalam penerapan rantai pasok digital berkelanjutan?

KAJIAN PUSTAKA

Manajemen Rantai Pasok (*Supply Chain Management*)

Manajemen rantai pasokan (SCM) adalah bidang studi yang mencakup perencanaan dan pengelolaan semua tindakan yang terlibat dalam pemilihan pemasok, pengadaan, dan semua tindakan logistik lainnya. Ini termasuk bekerja sama dengan jaringan mitra, agen, pemasok, pihak ketiga, dan konsumen (Zaman et al., 2023). Setiap langkah dalam memenuhi permintaan pelanggan, baik langsung maupun tidak langsung, termasuk dalam manajemen rantai pasokan. Tidak hanya terkait dengan produsen dan pemasok, tetapi juga terkait dengan pergudangan, pengecer, perusahaan jasa transportasi, dan konsumen itu sendiri (Dixit et al., 2024). Manajemen rantai pasokan dapat mengatasi berbagai ketidakpastian dan variasi bisnis, seperti keterlambatan pengiriman, ketidakpastian permintaan, fluktuasi harga bahan baku, dan permintaan musiman (Ageron et al., 2020). Manajemen kinerja dan perbaikan berkelanjutan adalah komponen penting dari manajemen rantai pasokan. Suatu sistem pengukuran yang mampu mengevaluasi kinerja rantai pasokan secara menyeluruh diperlukan untuk membangun manajemen kinerja yang efektif (Du et al., 2020). Pengukuran kinerja dapat digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan Strategi Manajemen Rantai Pasokan (SCM) dan untuk menemukan peluang dan keberhasilan di masa depan. Mereka juga dapat membantu dalam menentukan seberapa jauh kemajuan yang telah dicapai suatu organisasi untuk meningkatkan kinerjanya (Hartanto, 2022).

Rantai Pasok Digital (*Digital Supply Chain*)

Teknologi digital telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia dan banyak industri. SCM adalah segmen penting bagi industri sebagai integrasi proses bisnis utama dari pengguna akhir melalui pemasok yang menyediakan barang, jasa, dan informasi yang menambah nilai bagi pelanggan (Ageron et al., 2020). Seluruh proses SCM dipengaruhi oleh teknologi digital seperti pengadaan, manajemen operasi, pengiriman, dan layanan yang menunjukkan bahwa teknologi digital akan berdampak signifikan pada SCM seperti efisiensi, efektivitas, dan kekuatan (Du et al., 2020). Transformasi digital pada rantai pasokan bertujuan untuk menghilangkan hambatan-hambatan yang dapat mengubah rantai pasokan menjadi sistem yang terintegrasi untuk pengoperasian yang optimal (Li, 2023). Konsep DSCM mengedepankan gagasan Industri 4.0 untuk memenuhi kebutuhan bisnis dengan memperkenalkan teknologi baru, terdapat beberapa istilah yang identik dengan DSCM seperti manajemen rantai pasokan cerdas dan rantai pasokan 4.0. Enam karakteristik khas diidentifikasi oleh Wu et al. (2016) yaitu ter-instrumentasi, saling berhubungan, cerdas, otomatis, terintegrasi, dan inovatif. Penelitian ini memberikan pengenalan DSCM secara komprehensif untuk transformasi digital dalam manajemen rantai pasokan (Li, 2023). DSCM melibatkan pengelolaan dan optimalisasi produk melalui penggunaan teknologi digital untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dalam lingkungan bisnis global yang bergejolak (Yang et al., 2024).

Rantai Pasok Digital Berkelanjutan (*Sustainable Digital Supply Chain*)

Saat ini, perusahaan dituntut untuk bertanggung jawab secara sosial untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan. Penting bagi perusahaan untuk mengintegrasikan prinsip keberlanjutan dalam rantai pasok digital (Zhou et al., 2024). Teknologi digital seperti *Internet of Things*, *big data*, dan *blockchain* membantu proses integrasi ini dengan cara meningkatkan transparansi dalam melacak produk dari awal sampai akhir dan meningkatkan efisiensi energi dalam proses produksi. Perusahaan dapat memastikan bahwa setiap tahapan produksi telah memenuhi standar keberlanjutan yang ditetapkan (Dixit et al., 2024). Platform digital membantu berbagai pihak terkait untuk bekerja sama dalam pengelolaan limbah dan daur ulang. Dengan begitu, prosesnya akan menjadi lebih efisien. Teknologi seperti Machine Learning dan AI membantu bisnis menggunakan data dengan lebih baik untuk mengambil keputusan yang dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi operasional (Singh & Maheswaran, 2023). Di sisi lain, adanya transparansi informasi dan data terkait keberlanjutan suatu produk membuat pelanggan lebih terlibat dalam menumbuhkan tanggung jawab sosial perusahaan (D'Angelo & Belvedere, 2023). Perusahaan dapat mencapai efisiensi yang lebih tinggi dan memastikan keberlanjutan jangka panjang dalam lingkungan bisnis yang semakin penting (Benabdellah et al., 2023).

METODE

Systematic Literature Review (SLR) adalah sebuah metode untuk melakukan analisis secara menyeluruh terhadap penelitian-penelitian terdahulu dan terkini di suatu bidang tertentu. Dengan menggunakan SLR, kita dapat dengan mudah mengevaluasi dan mengeksplorasi tren penelitian terkini di bidang tersebut. Selain itu, kita juga dapat mengidentifikasi hambatan dan potensi penelitian di masa yang akan datang (Hellweg et al., 2021). Keunggulan SLR dibanding metode review lainnya adalah prosesnya yang sistematis, logis, dan dapat diulang. Hal ini membuat SLR efektif dalam menganalisis penelitian-penelitian sebelumnya sambil menunjukkan kualitas dan hasil utamanya. Dalam penelitian ini, SLR digunakan untuk mengevaluasi dan menyelidiki penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya di bidang yang sama. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang topik penelitian yang telah ditentukan sebelumnya (Gharaibeh et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

No.	Author	Nama Jurnal	Judul	Hasil Pembahasan
1.	Fakhreddin F. Rad, Pejvak Oghazi, Maximilian Palmie, Koteswar Chirumalla, Natallia Pashkevich, Pankaj C. Patel, Setayesh Sattari	Industrial Marketing Management (2022), 268-293	Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies.	Penelitian ini menekankan bahwa perusahaan perlu fokus pada adaptasi dan pemanfaatan teknologi digital untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam era Industri 4.0, seperti: konflik antar perusahaan dan hubungan eksternal. Teknologi digital dapat membantu perusahaan mengatasi masalah-masalah ini dengan memperbaiki pengakuan terhadap logika manajemen organisasi serta restrukturisasi proses-proses organisasi. Hal ini memiliki implikasi yang signifikan terhadap keberlanjutan DSC.

2.	Soni Hartanto	The International Conference on Economic Management and Accounting (2022)	Supply Chain Management in Industrial Companies: Performance Assessment Model.	Hasil penelitian menunjukkan Digital Supply Chain (DSC) menghadapi berbagai tantangan kompleks dalam memastikan keberlanjutannya, termasuk kesulitan dalam pengumpulan dan manajemen data, akses data, kepercayaan terhadap data, serta pengembangan platform data yang berfungsi. Tantangan ini dapat menghambat efisiensi operasional dan pengambilan keputusan yang tepat, yang pada akhirnya mempengaruhi keberlanjutan DSC. Pengelolaan data yang efektif dan terpercaya, serta akses yang baik ke data, mendukung praktik keberlanjutan dengan memungkinkan optimisasi rantai pasokan, pengurangan limbah, dan transparansi.
3.	Deepu T. S, Ravi V	Journal of Modelling in Management. 18 (3) (2023) 817–841,	An ISM-MICMAC approach for analyzing dependencies among barriers of supply chain digitalization	Temuan dalam artikel ini membahas bahwa integrasi teknologi seperti Internet of Things, AI, dan blockchain merupakan sebuah tantangan dalam sustainable digital supply chain karena membutuhkan perubahan besar dalam infrastruktur dan instruksi karyawan serta sering terhambat oleh perubahan dan kurangnya komitmen manajemen. Tantangan sosial dan ketenagakerjaan, konflik internal dan eksternal, serta tingginya investasi awal dan ketidakpastian pengembalian juga menghambat. Oleh karena itu, keberlanjutan rantai pasok digital memerlukan pendekatan strategis dan komprehensif yang mencakup komitmen manajemen, pelatihan yang memadai, dan kolaborasi antar perusahaan.
4.	Singh, Priyanshu, K., Maheswaran. R.	Environment, Development, and Sustainability (2023) 1-26	Analysis of social barriers to sustainable innovation and digitisation in supply chain	Hasil dari penelitian ini membahas cara untuk meningkatkan keamanan data dan efisiensi operasional, perusahaan harus mengintegrasikan sistem informasi dengan teknologi blockchain dan mengembangkan infrastruktur teknologi seperti IoT, AI, dan Cloud Computing. Pengembangan talenta dan budaya digital juga krusial melalui pelatihan dan perubahan budaya organisasi yang mendukung inovasi yang berkelanjutan. Adopsi solusi rantai pasok digital memberikan keunggulan kompetitif dan nilai jangka panjang bagi bisnis serta berdampak positif terhadap perubahan iklim dan keberlanjutan perusahaan. Platform digital

				memfasilitasi kerja sama dalam pengelolaan limbah dan daur ulang, membuat proses lebih efisien. Teknologi seperti Machine Learning dan AI membantu pengambilan keputusan yang lebih baik, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan efisiensi operasional seperti membantu dalam pemantauan kualitas produk.
5.	Vimal Kumar Dixit, Rakesh Kumar Malviva, Veepan Kumar, Ravi Shankar	Decision Analytics Journal (2024), 10 (1)	An Analysis of the Strategies for Overcoming Digital Supply Chain Implementation Barriers	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi dengan pemasok dan pelanggan, didukung oleh teknologi kolaboratif, penting untuk memastikan aliran informasi yang lancar dan respons cepat terhadap permintaan pasar. Prinsip keberlanjutan harus diintegrasikan dalam bisnis, mencakup pengelolaan sumber daya yang efisien, pengurangan limbah dan jejak karbon, serta pelaporan transparan. Dukungan kebijakan pemerintah dan kerjasama dengan institusi pendidikan penting untuk mendorong digitalisasi dan menyiapkan tenaga kerja terampil. Strategi ini memungkinkan perusahaan mencapai keunggulan kompetitif, meningkatkan efisiensi operasional, dan memastikan praktik bisnis yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan. Perusahaan juga harus mengintegrasikan rantai pasoknya, memilih teknologi yang sesuai, mengembangkan keterampilan karyawan, dan membangun kolaborasi dengan mitra rantai pasok serta pemangku kepentingan lainnya untuk mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang. Kolaborasi ini mencakup berbagi informasi, sumber daya, dan solusi inovatif untuk tantangan keberlanjutan.
6.	Xu Sun, Hao Yu, Wei Deng Solvang	Environmental Science and Pollution Research (2022), (29), 1-19	Towards the smart and sustainable transformation of Reverse Logistics 4.0: A conceptualization and research agenda	Dalam penelitian ini ditemukan bahwa tantangan teknologi merupakan hambatan utama dalam membangun rantai pasokan digital berkelanjutan, memerlukan investasi besar untuk pengembangan infrastruktur dan penyesuaian sistem. Integrasi teknologi baru seperti IoT, AI, dan blockchain sering terhambat oleh masalah kompatibilitas dengan sistem lama dan risiko serangan siber yang meningkat, yang menjadi perhatian utama perusahaan.
7.	Xiongyong Zhou,	Supply Chain	The impact of digital	Berdasarkan penelitian yang

	Haiyan Lu, Sachin Kumar Mangla	Management: An International Journal (2024)	traceability on sustainability performance: investigating the roles of sustainability-oriented innovation and supply chain learning	dilakukan didapatkan bahwa infrastruktur yang tidak memadai sering kali dijumpai di negara-negara berkembang, yang mungkin memiliki keterbatasan dalam mengakses teknologi terbaru, sehingga menghambat penerapan rantai pasok digital yang berkelanjutan. Dalam upaya mewujudkan rantai pasok digital yang berkelanjutan, organisasi menghadapi berbagai tantangan signifikan, termasuk ketergantungan berlebihan pada teknologi. Walaupun teknologi digital dapat meningkatkan keberlanjutan, ketergantungan yang berlebihan padanya bisa menjadi kendala apabila infrastrukturnya tidak memadai atau biaya yang diperlukan terlalu tinggi.
8.	Blandine Ageron, Omar Bentahar, Angappa Gunasekaran	Supply Chain Forum (2020), (21) 3, 133-138	Digital supply chain: Challenges and future directions	Secara keseluruhan, penelitian ini menemukan bahwa integrasi sistem teknologi yang beragam menjadi hambatan utama karena perbedaan standar komunikasi yang menghalangi interoperabilitas yang diperlukan untuk keberlanjutan rantai pasok digital. Tantangan besar dalam pengelolaan data meliputi kesulitan mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data dari berbagai sumber. Keterbatasan kemampuan dan pengetahuan karyawan terhadap teknologi digital menghasilkan data berkualitas rendah, yang menghambat pengambilan keputusan. Masalah privasi dan kepatuhan terhadap regulasi data menambah kompleksitas dalam rantai pasok digital keberlanjutan
9.	Vikrant Sharma, Satyagit Anand, Mukesh Kumar, Manjula Pattnaik	Internasional Journal of Value Chain Management (2023), 14 (1), 34 - 61	Bibliometric-thematic analysis and a technology-enabler-barrier-based framework for digital supply chain	Temuan dalam penelitian ini adalah adopsi teknologi baru membutuhkan perubahan budaya organisasi dan komitmen kuat dari manajemen puncak untuk mendukung transformasi rantai pasok digital berkelanjutan. Oleh karena itu, organisasi harus mengembangkan strategi komprehensif yang mencakup investasi dalam teknologi, pelatihan karyawan, dan restrukturisasi organisasi untuk mengatasi hambatan dan memanfaatkan peluang digitalisasi demi mencapai keberlanjutan rantai pasok.

10.	Swapnil Lahane, Vishal Paliwal, Ravi Kant	Cleaner Logistics and Supply Chain (2023), 8	Evaluation and ranking of solutions to overcome the barriers of Industry 4.0 enabled sustainable food supply chain adoption	Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, ditemukan bahwa struktur organisasi yang tidak fleksibel dalam proses bisnis yang sudah mapan seringkali menghambat penerapan rantai pasok digital berkelanjutan. Kurangnya koordinasi antar departemen juga menjadi kendala dalam upaya digitalisasi. Penerapan ini membutuhkan pendekatan holistik yang mencakup seluruh rantai pasok, dari pemasok hingga pelanggan akhir, serta integrasi lintas fungsi yang sering sulit dicapai (Lahane et al., 2020). Selain itu, investasi awal yang besar dalam teknologi digital berkelanjutan menjadi hambatan finansial utama. Banyak perusahaan enggan mengeluarkan biaya besar tanpa jaminan pengembalian investasi yang jelas, serta mempertimbangkan biaya operasional dan pemeliharaan teknologi baru. Kekurangan sumber daya finansial juga dapat menghambat penerapan rantai pasok digital berkelanjutan secara menyeluruh.
11.	Peixuan Li	Academic Journal of Business & Management (2023), 5(18), 83-87	The Impact of Digital Transformation on the Management Change of Manufacturing Enterprises—Taking Enterprise H as an Example	Penelitian menunjukkan adanya peluang besar bagi perusahaan untuk mengembangkan rantai pasok digital yang berkelanjutan. Tingginya tingkat transparansi dalam rantai pasok digital, yang dimungkinkan oleh teknologi seperti blockchain, menawarkan kesempatan bagi organisasi untuk mengurangi jejak karbon dan memastikan praktik etis di seluruh rantai pasok. Blockchain dapat mencatat setiap transaksi secara transparan dan permanen, yang tidak hanya meningkatkan akuntabilitas tetapi juga memungkinkan pelacakan sumber bahan baku hingga produk akhir.
12.	Yang Lv, Haowei Zhang, Su Zhang, Yulong David Liu	Journal of Global Information Management (2024), 32 (1), 1-20	Digital Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis	Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi analitik data dan Internet of Things (IoT) menciptakan peluang besar bagi rantai pasok digital berkelanjutan dengan memungkinkan optimasi proses dan efisiensi energi melalui pengumpulan dan analisis data secara real-time. Sebagai contoh, sensor IoT dapat memantau kondisi lingkungan dan operasional di pabrik secara terus-menerus, menyediakan data yang diperlukan untuk melakukan penyesuaian guna meningkatkan efisiensi energi.

13.	Mingxiao Du, Qijun Chen, J. Xiao, Houhao Yang, Xiaofeng Ma	IEEE Transactions on Engineering Management (2020), 67, 1045–1058	Supply Chain Finance Innovation Using Blockchain	Penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan dalam rantai pasok sangat penting untuk mendorong inovasi. Melalui kerjasama yang lebih erat, berbagai pihak dapat berperan dalam pengelolaan limbah yang lebih efektif, yang pada akhirnya mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, kolaborasi ini juga menciptakan peluang untuk merancang produk-produk yang lebih ramah lingkungan, yang tidak hanya mengurangi jejak karbon tetapi juga menarik bagi konsumen yang semakin sadar akan isu-isu lingkungan. Fokus utama lainnya adalah penggunaan sumber daya yang lebih efisien, di mana setiap tahap dalam rantai pasok dapat dioptimalkan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas. Dengan demikian, peningkatan kolaborasi ini tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing perusahaan.
14.	Vincenzo Varriale, Antonello Cammarano, Francesca Michelino, Mauro Caputo	Sustainability (2023), Vol. 15, No. 7	Industry 5.0 and Triple Bottom Line Approach in Supply Chain Management: The State-of-the-Art	Hasil penelitian ini membuktikan bahwa teknologi seperti AI (Artificial Intelligence), dan Cloud Computing memiliki peluang besar dalam rantai pasok berkelanjutan. Seperti AI (Artificial Intelligence) dapat memantau kualitas produk di setiap tahap rantai pasok, hingga memastikan standar kualitas yang tinggi dipertahankan dan mengurangi cacat produk. Selain itu Cloud Computing juga memiliki peluang besar dalam rantai pasok berkelanjutan contohnya dengan pengelolaan teknologi, teknologi cloud mendukung pengelolaan lingkungan dengan memungkinkan penyimpanan data produk dari produksi hingga pembuangan. Ini tentunya mempermudah pelacakan dan pengelolaan limbah secara efektif, dan memastikan proses yang lebih ramah lingkungan.

Pembahasan

Tantangan Rantai Pasok Digital Berkelanjutan

Salah satu hambatan terbesar dalam membangun rantai pasokan digital yang berkelanjutan adalah tantangan teknologi, yang mencakup kebutuhan akan investasi besar untuk pengembangan infrastruktur dan penyesuaian signifikan terhadap sistem yang ada. Integrasi teknologi baru seperti IoT, kecerdasan buatan (AI), dan blockchain seringkali

terhambat karena masalah kecocokan dan kemampuan untuk bekerja sama dengan sistem lama, serta meningkatnya risiko serangan siber. Keamanan siber menjadi perhatian utama bagi perusahaan karena digitalisasi dapat meningkatkan risiko serangan siber yang berpotensi merusak data dan sistem operasi perusahaan.

Infrastruktur yang tidak memadai sering kali ditemukan di negara-negara berkembang, yang akses terhadap teknologi terbaru mungkin terbatas, sehingga menghambat penerapan rantai pasok digital berkelanjutan. Dalam mewujudkan rantai pasok digital yang berkelanjutan, organisasi dihadapkan pada sejumlah tantangan yang signifikan seperti ketergantungan yang berlebihan pada teknologi. Meskipun teknologi digital dapat meningkatkan keberlanjutan, ketergantungan yang berlebihan padanya dapat menjadi hambatan jika infrastrukturnya tidak memadai atau biayanya terlalu tinggi. Kesulitan dalam mengintegrasikan berbagai sistem teknologi yang berbeda juga merupakan hambatan utama. Sistem yang ada mungkin menggunakan standar komunikasi yang berbeda, yang dapat menghalangi interoperabilitas yang diperlukan untuk mencapai keberlanjutan dalam rantai pasok digital. Selain itu, pengelolaan data menjadi tantangan besar karena kesulitan dalam mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data dari berbagai sumber. Jika kemampuan dan pengetahuan karyawan terhadap teknologi digital terbatas maka akan membuat data yang dihasilkan berkualitas rendah. Kredibilitas dan kualitas data yang rendah dapat menghambat pengambilan keputusan, dan masalah privasi serta kepatuhan terhadap regulasi data menambah kompleksitas ini.

Adopsi teknologi baru membutuhkan perubahan budaya organisasi dan ini tidak selalu mudah dilakukan terutama jika tidak ada komitmen yang kuat dari manajemen puncak untuk mendukung transformasi rantai pasok digital. Hambatan struktur organisasi dan proses bisnis yang kaku dapat menghambat penerapan sustainable digital supply chain. Perusahaan seringkali memiliki proses yang sudah sempurna sehingga sulit diubah untuk mengakomodasi teknologi baru. Selain itu, kurangnya koordinasi dan kolaborasi antara departemen atau unit bisnis yang berbeda dapat menghalangi upaya digitalisasi. Penerapan sustainable digital SCM memerlukan pendekatan holistik yang mencakup seluruh rantai pasok, dari pemasok hingga pelanggan akhir. Hal ini memerlukan integrasi lintas fungsional yang kuat dan sering kali perusahaan menghadapi kesulitan dalam mencapai tingkat koordinasi ini. Hambatan terakhir adalah dari sisi finansial, investasi awal dalam pembangunan teknologi digital supply chain yang berkelanjutan menjadi salah satu hambatan finansial utama. Banyak perusahaan yang keberatan untuk mengeluarkan biaya besar untuk membuat teknologi baru tanpa adanya jaminan pengembalian investasi yang jelas. Di sisi lain, biaya operasional dan pemeliharaan teknologi baru juga menjadi pertimbangan penting bagi perusahaan. Beberapa perusahaan mungkin kekurangan sumber daya finansial yang cukup untuk mendukung penerapan sustainable digital SCM secara menyeluruh.

Peluang Rantai Pasok Digital Berkelanjutan

Terdapat peluang besar yang dapat dimanfaatkan oleh perusahaan dalam mengembangkan rantai pasok digital yang berkelanjutan. Transparansi yang tinggi dalam rantai pasok digital, yang dimungkinkan oleh teknologi seperti blockchain, memberikan kesempatan bagi organisasi untuk mengurangi jejak karbon dan memastikan praktik etis di seluruh rantai pasok. Blockchain dapat mencatat setiap transaksi secara transparan dan permanen, yang tidak hanya meningkatkan akuntabilitas tetapi juga memungkinkan pelacakan sumber bahan baku hingga produk akhir. Teknologi analitik data dan Internet of Things (IoT) juga membuka peluang besar dengan memungkinkan optimasi proses dan efisiensi energi melalui pengumpulan dan analisis data real-time. Misalnya, sensor IoT dapat memantau kondisi lingkungan dan operasional di pabrik secara terus-menerus, memberikan data yang diperlukan untuk melakukan penyesuaian yang meningkatkan efisiensi energi. Peluang ini juga mencakup peningkatan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan

dalam rantai pasok, yang dapat mendorong inovasi dalam pengelolaan limbah, desain produk ramah lingkungan, dan penggunaan sumber daya yang lebih efisien.

AI (Artificial Intelligence) juga dapat memiliki peluang besar dalam rantai pasok digital berkelanjutan seperti optimasi konsumsi sumber daya dengan memakai algoritma pembelajaran mesin, perusahaan dapat memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dan menurunkan limbah dalam rantai pasok. Sehingga dapat mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi operasional yang lebih besar, selain itu optimasi rute pengiriman dengan memakai teknologi AI (Artificial Intelligence), perusahaan bisa memberikan penanggulan global optimal untuk rute pengiriman dan pengambilan, mengurangi emisi karbon, dan menumbuhkan efisiensi distribusi, lalu AI (Artificial Intelligence) juga dapat meningkatkan kondisi lingkungan kerja dengan memakai analisis AI dan sensor lingkungan cerdas, perusahaan tentunya dapat mengawasi kondisi lingkungan kerja, keselamatan pekerja, perilaku pekerja, kesejahteraan pekerja, dan produktivitas pekerja, dan yang terakhir pemantauan kualitas produk dengan menggunakan AI (Artificial Intelligence) dapat memantau kadar produk di setiap fase rantai pasok, sehingga dapat mengurangi cacat atau kerusakan produk dan memastikan kadar kualitas produk dapat dipertahankan.

Cloud Computing mendukung pengelolaan lingkungan dengan memungkinkan penyimpanan data produk mulai dari produksi hingga pembuangan. Ini mempermudah pelacakan dan pengelolaan limbah secara efektif, memastikan proses yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, teknologi ini meningkatkan kolaborasi dan transparansi melalui penyimpanan data inventaris, penilaian jejak karbon, dan siklus hidup produk. Dengan informasi yang mudah diakses, semua pihak dalam rantai pasok dapat bekerja sama lebih baik dan lebih transparan, memperkuat upaya untuk mencapai rantai pasok yang berkelanjutan.

Strategi Rantai Pasok Digital Berkelanjutan

Untuk mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang, organisasi perlu mengadopsi strategi yang tepat. Pertama, penting bagi organisasi untuk memilih teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan mereka, serta memastikan bahwa infrastruktur teknologi yang diperlukan dapat diandalkan dan terjangkau. Kedua, pengembangan keterampilan dan kapasitas karyawan sangat penting, termasuk pelatihan dalam penggunaan teknologi baru dan pemahaman tentang praktik keberlanjutan yang efektif. Ketiga, membangun kolaborasi dengan mitra rantai pasok dan pemangku kepentingan lainnya adalah kunci untuk mencapai keberlanjutan. Kolaborasi ini tidak hanya mencakup berbagi informasi dan sumber daya, tetapi juga pengembangan solusi inovatif bersama untuk tantangan keberlanjutan..

Penerapan rantai pasok digital yang berkelanjutan membutuhkan pendekatan menyeluruh untuk menghadapi tantangan dan memanfaatkan teknologi digital. Langkah pertama adalah mengumpulkan dan mengolah data dengan baik, yaitu dengan mengintegrasikan sistem informasi dan menggunakan teknologi blockchain untuk meningkatkan keamanan data. Pendekatan proyek percontohan (pilot project) digunakan untuk percobaan dengan menerapkan ide, konsep, atau produk dalam skala kecil sebelum dikenalkan secara menyeluruh untuk menguji kelayakan, efektivitas, dan efisiensinya. Selain itu, perusahaan perlu mengembangkan infrastruktur teknologi seperti IoT, AI, dan Cloud Computing untuk meningkatkan visibilitas dan efisiensi operasional serta mendukung pengambilan keputusan yang akurat dan real-time.

Pengembangan sumber daya manusia menjadi kunci keberhasilan penerapan rantai pasok digital berkelanjutan. Ketika organisasi mengadopsi teknologi baru, dengan ini dapat menciptakan posisi baru yang membutuhkan keterampilan baru dari karyawan. Untuk meningkatkan kualitas dan menyesuaikan diri, perusahaan perlu mengintegrasikan proses rantai pasoknya.. Dengan mengadakan program pelatihan dan pengembangan keterampilan digital bagi karyawan yang mencakup pelatihan teknis dan manajerial untuk mendukung

budaya digital sehingga karyawan ikut berperan aktif dalam keberhasilan transformasi digital. Restrukturisasi organisasi diperlukan untuk meningkatkan kolaborasi lintas fungsional dengan membentuk tim lintas departemen yang berfokus terhadap proyek digitalisasi. Pengembangan talenta dan budaya digital juga penting melalui pelatihan dan perubahan budaya organisasi dengan pendekatan ide-ide baru kreatif untuk mendukung inovasi budaya organisasi.

Kolaborasi dengan pemasok dan pelanggan juga diperlukan untuk memastikan aliran informasi yang lancar dan respons cepat terhadap permintaan pasar, dengan bantuan teknologi kolaboratif. Integrasi prinsip keberlanjutan dalam praktik bisnis menjadi kunci, seperti pengelolaan sumber daya yang efisien, pengurangan limbah dan jejak karbon, serta pelaporan kinerja keberlanjutan secara transparan. Dukungan kebijakan pemerintah dan kerjasama dengan institusi pendidikan juga penting untuk mendorong digitalisasi, keberlanjutan, dan menyiapkan tenaga kerja yang terampil. Dengan menerapkan strategi ini, perusahaan dapat mencapai keunggulan kompetitif, meningkatkan efisiensi operasional, dan memastikan praktik bisnis yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari kajian penerapan Sustainable Digital Supply Chain mencakup identifikasi tantangan, peluang, dan strategi yang mendalam untuk memastikan keberhasilan implementasi. Dalam era digital yang semakin kompleks dan cepat berubah, penerapan rantai pasok digital berkelanjutan menjadi sangat penting bagi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi, ketangkasan, dan daya saing. Secara keseluruhan, penerapan sustainable digital SCM adalah langkah yang penting namun berisiko bagi perusahaan di era digital ini untuk mempertahankan dan meningkatkan daya saing. Namun terdapat tantangan seperti pengembangan infrastruktur, privasi dan keamanan, kemampuan sumber daya manusia, struktur organisasi, dan biaya investasi yang tinggi. Tetapi disisi lain terdapat peluang untuk memastikan keberhasilan implementasi melalui beberapa teknologi yang ditawarkan seperti blockchain, Internet of Things (IoT), dan AI (Artificial Intelligence) dalam rantai pasok digital berkelanjutan untuk meningkatkan efisiensi. Sehingga teknologi-teknologi tersebut mengharuskan transparansi yang besar, pemantauan real-time, mekanisasi proses, dan optimasi pemanfaatan material, semua teknologi-teknologi tersebut berdampak pada lingkungan, dan pengurangan biaya. Implementasi yang akurat dari teknologi-teknologi tersebut bisa mewujudkan rantai pasok digital yang ramah lingkungan, kooperatif, dan terpercaya.

Dengan mengidentifikasi tantangan dan peluang secara sistematis melalui strategi yang tepat, perusahaan dapat memastikan transformasi digital yang sukses. Strategi yang mencakup pemilihan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan organisasi, pengembangan keterampilan karyawan melalui pelatihan yang relevan dan restrukturisasi organisasi untuk meningkatkan kolaborasi lintas fungsional ini tidak hanya meningkatkan efisiensi rantai pasok tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang dalam bentuk keunggulan kompetitif yang berkelanjutan.

REFERENSI

- Ageron, Blandine., et al. (2020). Digital supply chain: Challenges and future directions, *Supply Chain Forum*, 21 (3) (2020) 133–138, <http://dx.doi.org/10.1080/16258312.2020.1816361>
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:86463743>

- Annosi, Maria, Carmela., et al. (2021). Digitalization within food supply chains to prevent food waste. Drivers, barriers and collaboration practices, *Ind. Mark. Manag.* 93 (2021) 208–220, <http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.01.005>
- Bebortta, Sujit., et al. (2023). An optimal fog-cloud offloading framework for big data optimization in heterogeneous IoT networks. *Decision Analytics Journal.* 8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100295>
- Benabdellah, A. C., Zekhnini, K., Cherrafi, A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, A., & Baz, J. E. (2023). Blockchain technology for viable circular digital supplychains: an integrated approach for evaluating the implementation barriers. *Benchmarking*, 30(10), 4397–4424. <https://doi.org/10.1108/bij-04-2022-0240>
- D'angelo, Viviana & Belvedere, V. (2023). Green Supply Chains and Digital Supply Chains: Identifying Overlapping Areas. *Sustainability.* <http://dx.doi.org/10.3390/su15129828>
- Deepu & Ravi. (2023). An ISM-MICMAC approach for analyzing dependencies among barriers of supply chain digitalization, *Journal of Modelling in Management.* 18 (3) (2023) 817–841, <http://dx.doi.org/10.1108/JM2-02-2022-0044>
- Dixit, Vimal, K., et al. (2024). An Analysis of the Strategies for Overcoming Digital Supply Chain Implementation Barriers. *Decision Analytics Journal.* 10 (1). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772662223002291>
- Du, M., Chen, Q., Xiao, J., Yang, H., & Ma, X. (2020). Supply Chain Finance Innovation Using Blockchain. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67, 1045–1058. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:213628303>
- Frederico, Guilherme, F., et al. (2019). Supply Chain 4.0: Concepts, maturity and research agenda, *Supply Chain Manag.* <http://dx.doi.org/10.1108/SCM-09-2018-0339>
- Gharaibeh, L., Eriksson, K., and Lantz, B. (2022). Supply Chain Digitalization in the Wood Manufacturing Industry: A Bibliometric Literature Review. *SPS2022*, pp. 617-628. <http://hv.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1660042&dswid=-3912>
- Hartanto, Soni. (2022). Supply Chain Management in Industrial Companies: Performance Assessment Model. *ICOEMA.* <https://conference.untagsby.ac.id/index.php/icoema/article/view/2203/1280>
- Hellweg, F., Lechtenberg, S., Hellingrath, B., and Thomé, A. M. T. (2021). Literature review on maturity models for digital supply chains. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, Vol 18(3), pp. 1-12. <https://bjopm.org.br/bjopm/article/view/1127>
- Lahane, Swapnil., Paliwal, V., & Kant, R. (2023). Evaluation and ranking of solutions to overcome the barriers of Industry 4.0 enabled sustainable food supply chain adoption, *Clean. Logist. Supply Chain* 8 (2023) 100116, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100116>
- Li, P. (2023). The Impact of Digital Transformation on the Management Change of Manufacturing Enterprises—Taking Enterprise H as an Example. *Academic Journal of Business & Management*, 5(18), 83-87. <http://dx.doi.org/10.25236/AJBM.2023.051813>
- Rad, F. F., Oghazi, P., Palmié, M., Chirumalla, K., Pashkevich, N., Patel, P. C., & Sattari, S. (2022). Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies. *Industrial Marketing Management*, 105, 268–293. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.06.009>
- Raghavendar, K., et al., (2023). A robust resource allocation model for optimizing data skew and consumption rate in cloud based IoT environments. *Decision Analytics Journal.* 7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100200>

- Reyes, P. M., Visich, J. K., & Jaska, P. V. (2020). Managing the Dynamics of New Technologies in the Global Supply Chain. *IEEE Engineering Management Review*, 48, 156–162. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:214104264>
- Sharma, Vikrant., et al. (2023). Bibliometric-thematic analysis and a technology-enabler-barrier-based framework for digital supply chain, *Int. J. Value Chain Manag.* 14 (1) (2023) 34–61, <http://dx.doi.org/10.1504/IJVCM.2023.129268>
- Singh, Priyanshu, K., & Maheswaran. R. (2023). Analysis of social barriers to sustainable innovation and digitisation in supply chain, *Environ. Dev. Sustain.* (2023) 1–26, <http://dx.doi.org/10.1007/s10668-023-02931-9>
- Sun, Xu., Yu, H., & Solvang, Wei, D. (2022). Towards the smart and sustainable transformation of Reverse Logistics 4.0: A conceptualization and research agenda, *Environ. Sci. Pollut. Res.* (29) 1–19, <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-022-22473-3>
- Varriale, Vincenzo, et al. “Industry 5.0 and Triple Bottom Line Approach in Supply Chain Management: The State-of-the-Art.” *Sustainability*, vol. 15, no. 7, Jan. 2023, p. 5712. www.mdpi.com, <https://doi.org/10.3390/su15075712>.
- Wu, L., Yue, X., Jin, A., & Yen, D. C. (2016b). Smart supply chain management: a review and implications for future research. *International Journal of Logistics Management/the International Journal of Logistics Management*, 27(2), 395–417. <https://doi.org/10.1108/ijlm-02-2014-0035>
- Yang et al., (2024). Digital Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis. *Journal of Global Information Management.* 32 (1). 1-20.
- Zaman, Syed, I., et al. (2023). A grey decision-making trial and evaluation laboratory model for digital warehouse management in supply chain networks. *Decision Analytics Journal.* 8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100293>
- Zhou, X., Lu, H., & Mangla, S, K. (2024). The impact of digital traceability on sustainability performance: investigating the roles of sustainability-oriented innovation and supply chain learning. *Supply Chain Management: An International Journal.* <http://dx.doi.org/10.1108/SCM-01-2023-0047>