

Tantangan, Strategi, dan Peluang dalam Implementasi Rantai Pasok Digital Berkelanjutan di Era Industri 4.0

M. Hanafi Wisnumurti

Jurusan Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail : wisnumurti190796@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang implementasi rantai pasok digital berkelanjutan yang berfokus pada tantangan, strategi dan peluang 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 kritis untuk mencapai transparansi, keberlanjutan operasional dan efisiensi. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review yang digunakan untuk menganalisis dan mengevaluasi literatur yang sudah ada mengenai rantai pasok digital berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa 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 lain sisi, terdapat peluang terhadap 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, dan pembangunan kemitraan yang kuat. Sehingga, penelitian ini memberikan wawasan yang bermanfaat bagi organisasi yang untuk mengimplementasikan rantai pasok digital yang berkelanjutan di era digital, serta dapat membantu mengatasi hambatan dan memanfaatkan peluang secara efektif.

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

I. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi dan revolusi industri 4.0, digitalisasi telah menjadi kunci utama dalam transformasi berbagai sektor industri, termasuk dalam rantai pasok (Alcácer & CruzMachado, 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). Makalah sebaiknya disusun dengan urutan topik bahasan sebagai berikut.

II. METODOLOGI PENELITIAN

37. Metodologi Penelitian

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, Systematic Literature Review (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).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Tabel 1. Hasil

No.	Author	Nama Jurnal	Judul	Hasil Pembahasan
1.	Deepu T. S, Ravi V	Journal of Modelling in Management. 18 (3) (2023) 817– 841,	An ISM-MICMAC approach for analyzing dependencies among barriers	Dalam jurnal 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

			of supply chain digitalization	perubahan dan kurangnya komitmen manajemen. Tantangan sosial dan ketenagakerjaan, konflik internal dan eksternal, serta tingginya investasi awal dan ketidakpastian pengembalian juga menghambat. Oleh sebab itu, keberlanjutan rantai pasok digital memerlukan pendekatan strategis dan komprehensif.
2.	Xiongyong Zhou, Haiyan Lu, Sachin Kumar Mangla	Supply Chain Management: An International Journal (2024)	The impact of digital traceability on sustainability performance: investigating the roles of sustainability-oriented innovation and supply chain learning	Dari penelitian tersebut, 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.
3.	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 tersebut, 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.
4.	Singh, Priyanshu, K.,	Environment, Development, and	Analysis of social barriers to sustainable innovation and	Hasil dari penelitian ini membahas cara untuk meningkatkan keamanan data dan efisiensi operasional, perusahaan harus mengintegrasikan

	Maheswaran. R.	Sustainability (2023) 1-26	digitisation in supply chain	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.
--	----------------	----------------------------	------------------------------	--

Pembahasan

Salah satu hambatan terbesar dalam mengembangkan rantai pasokan digital yang berkelanjutan adalah tantangan teknologi, yang meliputi kebutuhan terhadap investasi besar untuk pengembangan infrastruktur dan penyesuaian terhadap sistem yang sudah ada. Integrasi teknologi baru seperti IoT, kecerdasan buatan (AI), dan blockchain seringkali terhambat karena masalah kecocokan dan kemampuan untuk bekerja terhadap 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 itu sendiri. Infrastruktur yang tidak memadai sering kali ditemukan pada 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 berlebihan pada teknologi. Meskipun teknologi digital dapat meningkatkan keberlanjutan, ketergantungan yang berlebihan 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. Hambatan struktur organisasi dan proses bisnis yang kaku dapat menghambat penerapan sustainable digital supply chain. Perusahaan seringkali memiliki proses yang sudah sempurna sehingga sulit untuk diubah untuk mengakomodasi teknologi baru. Selain itu, kurangnya koordinasi dan

kolaborasi antara unit bisnis yang berbeda dapat menghalangi upaya digitalisasi. Penerapan sustainable digital SCM memerlukan pendekatan yang mencakup seluruh rantai pasok, dari pemasok hingga pelanggan akhir. Hal ini memerlukan integrasi lintas sektor 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.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan 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 ketangkasan, daya saing dan efisiensi. 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.

VI. REFERENSI

- [1] 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>
- [2] 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>
- [3] 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>
- [4] 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>