

Peningkatan Kinerja Bisnis Melalui Integrasi Internet of Things (IoT) Pada Supply Chain Management (SCM)

Defriko Gusma Putra^{1*}

¹STIE Perbankan Indonesia, Indonesia

*Corresponding author: defriko.gusma@gmail.com

Abstrak

Peran Internet of Things (IoT) semakin penting dalam mendukung otomatisasi proses reguler dan pengambilan keputusan operasional pada Supply Chain Management (SCM). Implementasi teknologi IoT dengan jaringan sensor nirkabel (Wireless Sensor Networks/WSN) yang luas memungkinkan akses langsung ke pusat sensor dan kemampuan penginderaan perangkat yang terhubung ke internet. Teknologi ini mengumpulkan data dalam jumlah besar melalui jaringan komunikasi data area luas. Jaringan yang dapat merespons secara dinamis pada SCM terhadap perubahan yang dipicu oleh infrastruktur berbasis IoT. Semakin maraknya pemanfaatan teknologi menimbulkan tantangan terkait kegagalan integrasi dan masalah privasi data. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yang menyajikan tinjauan sistematis tentang peningkatan kinerja bisnis melalui integrasi IoT pada SCM. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan solusi terkait peningkatan kinerja bisnis melalui integrasi IoT pada SCM. IoT menjadi pilihan yang tepat untuk diintegrasikan pada SCM dengan berbagai kelebihan dan kekurangannya, IoT menjadi salah satu pilihan terbaik dalam aktivitas kerja dan proses integrasi data serta seluruh proses dalam rantai pasokan sehingga pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan kinerja dan efisiensi bisnis.

Kata Kunci: Kinerja Bisnis, Internet of Things (IoT), Supply Chain Management (SCM).

Abstract

The role of the Internet of Things (IoT) is increasingly important in supporting the automation of regular processes and operational decision making in Supply Chain Management (SCM). The implementation of IoT technology with extensive wireless sensor networks (WSN) allows direct access to the sensor center and sensing capabilities of devices connected to the internet. This technology collects large amounts of data through wide area data communication networks. Networks that can respond dynamically in SCM to changes triggered by IoT-based infrastructure. The increasing use of technology raises challenges related to integration failures and data privacy issues. The method used in this study is descriptive qualitative which presents a systematic review of improving business performance through IoT integration in SCM. This study is expected to provide insights and solutions related to improving business performance through IoT integration in SCM. IoT is the right choice to be integrated into SCM with its various advantages and disadvantages, IoT is one of the best choices in work activities and data integration processes and all processes in the supply chain so that it will ultimately have an impact on improving business performance and efficiency.

Keywords: Business Performance, Internet of Things (IoT), Supply Chain Management (SCM).

PENDAHULUAN

Penerapan teknologi informasi diperlukan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi dalam manajemen rantai pasokan (SCM). Inovasi SCM yang sebelumnya secara konvensional memerlukan infrastruktur teknologi yang mampu mengintegrasikan data, informasi, produk, objek fisik, serta seluruh proses dalam rantai pasokan. Supply Chain Management (SCM) adalah pengelolaan aliran barang, informasi, dan uang dari pemasok bahan baku hingga produk akhir tiba di tangan konsumen. SCM mencakup berbagai proses, seperti perencanaan, pengadaan, produksi, distribusi, dan pengelolaan inventaris (Birkel & Hartmann, 2019). Rangkaian aktivitas yang kompleks dan terintegrasi, mencakup perencanaan, pengadaan, produksi, penyimpanan, distribusi, hingga pelayanan pelanggan. Dalam sistem SCM konvensional, berbagai tantangan sering kali muncul karena pendekatan yang belum sepenuhnya mengadopsi teknologi modern atau metode yang canggih. Tantangan ini mempengaruhi efisiensi, efektivitas, serta kemampuan bersaing dalam pasar global yang dinamis. Salah satu tantangan utama adalah data dari berbagai tahap rantai pasok tidak terintegrasi, sehingga sulit untuk mendapatkan gambaran menyeluruh. Akibatnya, perusahaan mengalami kesulitan dalam memprediksi kebutuhan pelanggan, mengelola inventaris, dan merespons perubahan pasar dengan cepat. Menurut Khan et al. (2022) Kesulitan dalam perencanaan dan koordinasi juga menjadi masalah yang signifikan.

Perusahaan sering kali hanya mengandalkan data historis tanpa mempertimbangkan faktor dinamis seperti tren pasar atau perubahan permintaan mendadak. Ketidaksesuaian tujuan antar pemangku kepentingan dalam rantai pasok dan keterbatasan dalam prediksi permintaan menyebabkan kesalahan seperti overstocking atau stockout, yang pada akhirnya meningkatkan biaya operasional. Selain itu, SCM konvensional sangat rentan terhadap risiko gangguan pasokan. Ketergantungan pada pemasok tunggal, ketidakpastian eksternal seperti bencana alam atau perubahan regulasi, serta ketiadaan sistem peringatan dini sering kali menyebabkan keterlambatan pengiriman, kenaikan biaya produksi, dan kerugian operasional Argyropoulou et al (2024). Efisiensi operasional juga menjadi kendala besar dalam SCM konvensional. Penggunaan proses manual, minimnya automasi, dan hambatan pada kolaborasi antar pihak dalam rantai pasok memperlambat operasi dan meningkatkan kemungkinan kesalahan manusia. Hal ini berdampak pada peningkatan biaya operasional dan penurunan produktivitas. Permasalahan-permasalahan ini menunjukkan bahwa SCM konvensional memerlukan transformasi menuju sistem yang lebih modern dan berbasis teknologi. Dengan memanfaatkan teknologi seperti Internet of Things (IoT) perusahaan dapat meningkatkan integrasi data, efisiensi, serta daya saing di pasar global.

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang memungkinkan perangkat fisik, seperti sensor, alat elektronik, dan perangkat lainnya, untuk saling terhubung melalui jaringan internet, sehingga memungkinkan pengumpulan, pertukaran, dan analisis data secara real-time. Teknologi IoT memainkan peran penting dalam menciptakan ekosistem yang terhubung, di mana perangkat dapat berinteraksi satu sama lain tanpa intervensi manusia secara langsung (Hammadi et al., 2024). Komponen IoT meliputi: sensor dan aktuator, berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan dan merespons data yang diterima. Konektivitas, menggunakan jaringan seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau jaringan seluler untuk menghubungkan perangkat ke internet. Platform Analitik, memproses dan menganalisis data yang dikumpulkan untuk menghasilkan wawasan yang dapat digunakan. Sistem keamanan, menjamin bahwa data yang ditransmisikan aman dari ancaman siber. IoT memberikan solusi yang memungkinkan pengawasan dan pengendalian proses secara lebih akurat dan otomatis (Khan et al., 2022). Sensor yang terhubung dengan IoT dapat memantau kondisi mesin, lingkungan

kerja, atau stok barang secara real-time, sehingga mengurangi risiko gangguan operasional dan meningkatkan produktivitas. IoT juga memungkinkan integrasi data dari berbagai sumber ke dalam satu platform terpadu (Tan & Sidhu, 2022). Dengan demikian, perusahaan dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam dan akurat tentang operasi bisnis mereka. Terkait dengan integrasinya dengan SCM, IoT memungkinkan pengelolaan rantai pasok menjadi lebih transparan, efisien, dan responsif terhadap perubahan. Dalam era digitalisasi saat ini, integrasi IoT dalam SCM tidak hanya menjadi keunggulan kompetitif, tetapi juga kebutuhan untuk tetap relevan dalam pasar yang semakin dinamis.

Keamanan dan privasi data menjadi salah satu tantangan utama dalam implementasi IoT, terutama di lingkungan supply chain management. Menurut Birkel & Hartmann (2019) data yang dihasilkan dan dikumpulkan melalui perangkat IoT rentan terhadap berbagai ancaman keamanan seperti serangan siber, pencurian data, dan pelanggaran privasi. Risiko-risiko ini tidak hanya berpotensi menyebabkan kerugian finansial tetapi juga dapat merusak reputasi perusahaan. Selain itu, tantangan lain adalah kompatibilitas dan interoperabilitas perangkat. Sistem supply chain biasanya melibatkan perangkat dari berbagai vendor dengan standar yang berbeda-beda, sehingga menyulitkan integrasi IoT secara penuh tanpa adanya harmonisasi protokol dan format data yang konsisten. Masalah ini sering kali menghambat aliran data yang lancar antar perangkat dan sistem. Aspek biaya juga menjadi penghalang, terutama karena investasi awal untuk implementasi IoT cukup tinggi. Perusahaan perlu mengalokasikan anggaran besar untuk perangkat keras, perangkat lunak, dan pelatihan sumber daya manusia. Tantangan ini menjadi semakin berat bagi perusahaan kecil dan menengah yang memiliki keterbatasan dana. Kompleksitas dalam proses implementasi juga menjadi kendala yang signifikan (Birkel & Hartmann, 2019).

Integrasi IoT ke dalam manajemen rantai pasok memerlukan perencanaan yang detail dan keahlian teknis yang mumpuni. Kesalahan dalam tahap perencanaan dapat berdampak serius pada gangguan operasional dan bahkan kegagalan proyek secara keseluruhan. Di sisi lain, IoT menghasilkan volume data yang sangat besar, sehingga membutuhkan infrastruktur yang mampu menyimpan dan menganalisis data tersebut secara efektif. Jika pengelolaan data ini tidak memadai, perusahaan akan kesulitan dalam mengambil keputusan yang berbasis data secara akurat. Penerapan IoT juga membutuhkan perubahan signifikan dalam budaya organisasi dan struktur kerja. Resistensi terhadap perubahan di dalam organisasi dapat menghambat implementasi IoT dan mempersulit perusahaan untuk mencapai hasil yang diharapkan. Berdasarkan kendala dan tantangan yang muncul tersebut diperlukan komitmen yang tinggi dari berbagai pihak terkait agar integrasi IoT dengan SCM dapat memberikan hasil yang maksimal dan pada akhirnya akan berdampak kepada kinerja bisnis atau organisasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang menyajikan review sistematis dan analisis yang kuat dari berbagai tulisan dari buku, tulisan artikel jurnal terkait dan hasil penelitian serta informasi lain yang sudah dipublikasikan tentang permasalahan dalam integrasi IoT dengan SCM yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja bisnis. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur. Penelitian ini menggambarkan fenomena yang terjadi dalam dunia bisnis dan fakta-fakta yang diperoleh dilapangan untuk dilakukan analisis sehingga dapat memberikan solusi yang tepat dan akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Supply Chain Management (SCM)

Manajemen Rantai Pasok/Supply Chain Management (SCM) adalah pendekatan strategis rantai pasokan sistematis yang dirancang untuk mengelola aliran material, informasi, dan dana secara holistik mulai dari tahap awal produksi hingga ke tangan konsumen akhir (Zrelli & Rejeb, 2024). Pendekatan ini bertujuan menciptakan nilai maksimal bagi pelanggan melalui koordinasi yang terintegrasi di seluruh elemen rantai pasok, termasuk pemasok, produsen, distributor, pengecer, dan pelanggan. SCM mencakup berbagai aspek penting seperti perencanaan strategis, pengelolaan operasional, serta pengendalian aktivitas utama seperti pengadaan, manajemen persediaan, produksi, dan distribusi. Fokus utamanya adalah mengoptimalkan kinerja keseluruhan rantai pasok dengan cara yang efisien, efektif, dan adaptif terhadap dinamika pasar. Hal ini melibatkan pengurangan biaya, peningkatan kualitas layanan pelanggan, dan percepatan respons terhadap perubahan kebutuhan atau permintaan pasar. Dengan pendekatan ini, organisasi dapat membangun keunggulan kompetitif yang berkelanjutan.



Gambar 1. Supply Chain Management (SCM)

Sumber: sarjanaekonomi.co.id (2024)

Beberapa perusahaan yang menerapkan SCM dalam aktivitas bisnisnya diantaranya perusahaan Toyota yang mampu mengurangi biaya produksi, meningkatkan kualitas produk, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan dengan Just-In-Time (JIT) Production, yaitu memproduksi barang hanya saat ada permintaan, mengurangi kebutuhan akan persediaan yang besar. Selanjutnya Kaizen, yaitu prinsip dan budaya kerja dengan peningkatan berkelanjutan yang mendorong semua karyawan untuk selalu mencari cara untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas. Supplier Integration, bekerja sama dengan pemasok untuk memastikan pasokan bahan baku yang tepat waktu dan berkualitas. Berikutnya ada perusahaan Apple yang mampu menjaga kontinuitas pasokan dan kualitas produk, meskipun menghadapi kompleksitas rantai pasok global dan permintaan pasar yang tinggi dengan Supplier Diversification, yaitu memiliki berbagai pemasok untuk komponen penting untuk mengurangi risiko gangguan pasokan. Selanjutnya Strategic Partnerships, bekerja sama dengan pemasok utama seperti Foxconn untuk memastikan produksi skala besar dan kualitas tinggi dan Advanced Forecasting, menggunakan model peramalan canggih untuk merencanakan produksi dan inventaris.

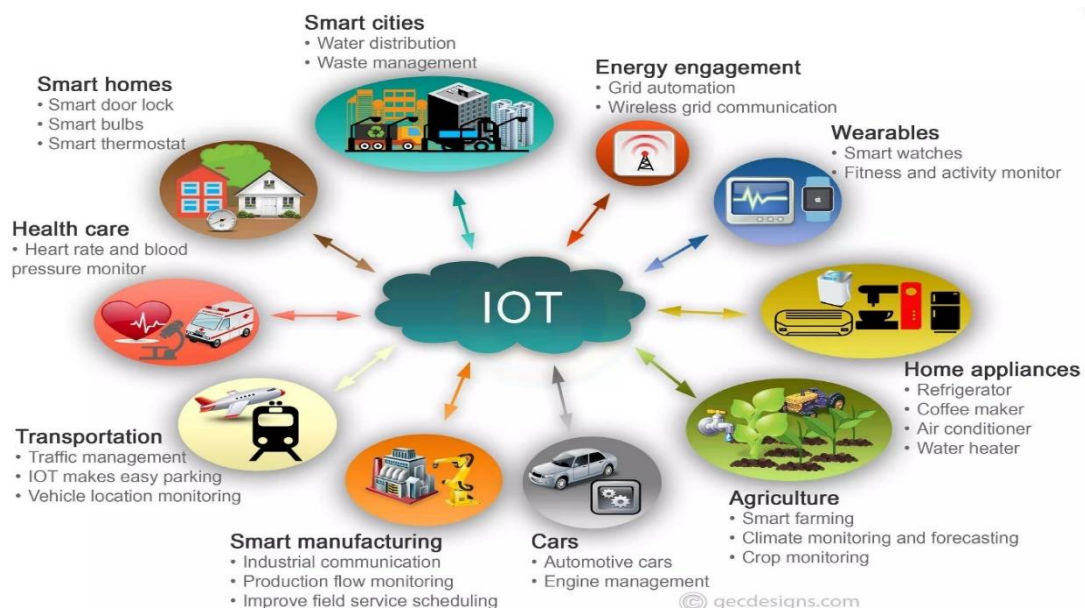
Supply Chain Management (SCM) menjadi pendekatan penting dan strategis yang bertujuan untuk mengelola aliran barang, informasi, dan dana secara efisien dan

efektif, mulai dari pemasok hingga pelanggan akhir. Pendekatan ini mencakup koordinasi yang terintegrasi atas berbagai aktivitas, seperti perencanaan produksi, pengadaan bahan baku, manajemen persediaan, distribusi produk, serta pengelolaan logistik. SCM tidak hanya berfokus pada peningkatan kinerja operasional perusahaan, tetapi juga pada pengoptimalan nilai bagi pelanggan dengan memastikan bahwa produk atau layanan tersedia tepat waktu, memiliki kualitas tinggi, dan ditawarkan dengan biaya yang terkendali (Taj et al., 2023). Dalam era globalisasi dan persaingan yang semakin ketat, SCM menjadi elemen kunci bagi perusahaan untuk menciptakan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan melalui inovasi, adaptabilitas, dan efisiensi dalam menghadapi tantangan pasar yang terus berkembang pesat.

Internet of Things (IoT)

Pamong Internet of Things (IoT) adalah perangkat jaringan yang terhubung secara nirkabel untuk mengumpulkan data, menganalisis data tersebut dan dianalisis sehingga menghasilkan informasi penting yang berguna bagi pengguna. Salah satu konsep yang mendasari IoT yaitu sistem sensor dan aktuator. Kedua komponen ini memainkan peran penting dalam proses kerja sistem IoT. Menurut Manavalan & Jayakrishna (2019) IoT telah memberikan peluang yang besar dalam inovasi bisnis dan berdampak kepada pertumbuhan ekonomi. Penggunaan IoT memiliki keunggulan dapat diakses dimanapun, kapanpun, pada perangkat apapun dan oleh siapapun dengan berbagai tujuan.

Kemampuan koneksi dan komunikasi perangkat dengan Internet dan satu sama lain, serta penggunaan perangkat digital seperti sensor, aktuator, dan ponsel telah berkembang secara pesat. Internet of Things akan mempercepat pembuatan berbagai aplikasi yang menawarkan layanan baru bagi bisnis, konsumen, dan lembaga pemerintah dengan memanfaatkan kuantitas dan variasi data yang sangat besar. IoT mengacu pada jaringan perangkat yang saling terhubung melalui internet, memungkinkan pengumpulan, pertukaran, dan analisis data secara real-time. Teknologi ini menawarkan potensi besar untuk merevolusi berbagai sektor industri dengan meningkatkan efisiensi operasional, transparansi, dan pengambilan keputusan berbasis data.



Gambar 2. Internet of Things (IoT)

Sumber: gecdesigns.com (2023)

Penerapan IoT telah memberikan dampak signifikan di berbagai sektor yang berperan untuk memantau dan mengoptimalkan proses produksi, meningkatkan efisiensi dan penghematan biaya. Menurut Ben-Daya et al. (2019) ada beberapa keunggulan IoT untuk efisiensi operasional dan integrasi data diantaranya:

- **Pengurangan Downtime**
Dengan kemampuan IoT untuk memantau kondisi mesin secara terus-menerus, perusahaan dapat mengidentifikasi potensi kerusakan sebelum terjadi. Hal ini memungkinkan perawatan prediktif, sehingga mengurangi downtime dan meningkatkan efisiensi operasional.
- **Otomatisasi Proses**
IoT memungkinkan otomatisasi berbagai proses bisnis, seperti manajemen inventaris, pengendalian kualitas, dan logistik. Hal ini tidak hanya menghemat waktu, tetapi juga mengurangi kesalahan manusia.
- **Efisiensi Energi**
IoT dapat digunakan untuk memantau dan mengelola penggunaan energi di fasilitas perusahaan. Dengan data real-time, perusahaan dapat mengidentifikasi pemborosan energi dan menerapkan langkah-langkah penghematan.
- **Konsolidasi Data**
IoT memungkinkan pengumpulan data dari berbagai perangkat dan sistem ke dalam satu platform. Hal ini memudahkan analisis data dan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.
- **Interoperabilitas**
Dengan menggunakan standar protokol IoT, perangkat dari berbagai vendor dapat saling berkomunikasi. Hal ini membantu perusahaan mengintegrasikan infrastruktur yang sudah ada dengan teknologi baru.
- **Peningkatan Transparansi**
Data yang dihasilkan oleh IoT dapat memberikan gambaran yang lebih transparan tentang proses bisnis. Hal ini membantu manajemen untuk mengidentifikasi inefisiensi dan mengambil langkah-langkah perbaikan.

Dalam konteks bisnis, efisiensi operasional merupakan salah satu kunci keberhasilan perusahaan. Dengan persaingan yang semakin ketat, perusahaan perlu mengoptimalkan penggunaan sumber daya, mempercepat proses bisnis, dan meminimalkan biaya operasional. IoT memberikan solusi yang memungkinkan pengawasan dan pengendalian proses secara lebih akurat dan otomatis. Sensor yang terhubung dengan IoT dapat memantau kondisi mesin, lingkungan kerja, atau stok barang secara real-time, sehingga mengurangi risiko gangguan operasional dan meningkatkan produktivitas. Selain efisiensi operasional, integrasi data menjadi tantangan lain yang dihadapi oleh perusahaan modern. Berbagai sistem dan perangkat sering kali menghasilkan data dalam format yang berbeda-beda, sehingga menyulitkan proses analisis dan pengambilan keputusan. IoT memungkinkan integrasi data dari berbagai sumber ke dalam satu platform terpadu. Dengan demikian, perusahaan dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam dan akurat tentang operasi bisnis mereka.

Integrasi Internet of Things (IoT) pada Supply Chain Management (SCM)

Penerapan Supply Chain Management (SCM) menjadi semakin penting dalam menghadapi tantangan globalisasi dan dinamika pasar yang terus berubah. Dalam era digital, teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang baru untuk menciptakan rantai pasok yang lebih terhubung, efisien, dan responsif. Menurut Hammadi et al. (2024) IoT memungkinkan setiap elemen dalam rantai pasok, mulai dari pemasok bahan baku hingga konsumen akhir, untuk saling berkomunikasi melalui

perangkat yang terkoneksi. Data real-time yang dikumpulkan dari sensor IoT dapat memberikan visibilitas yang lebih baik, membantu perusahaan memantau aktivitas produksi, persediaan, pengiriman, dan permintaan pasar secara langsung. Adopsi teknologi IoT dalam SCM tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memberikan kemampuan prediktif yang unggul. Data yang dihasilkan oleh IoT dapat dianalisis menggunakan algoritma kecerdasan buatan untuk mengidentifikasi pola, memprediksi potensi gangguan, dan memberikan rekomendasi keputusan yang lebih baik. Misalnya, perusahaan dapat memanfaatkan sensor IoT untuk melacak kondisi lingkungan selama transportasi, seperti suhu atau kelembapan, sehingga memastikan kualitas produk tetap terjaga.

Selain itu, transparansi yang dihasilkan oleh IoT dapat meningkatkan kepercayaan di antara mitra bisnis dan konsumen melalui penyediaan informasi yang akurat dan mudah diakses. Namun, penerapan IoT dalam SCM juga menghadapi tantangan, terutama dalam hal investasi awal, keamanan data, dan interoperabilitas teknologi. Menurut Rizwan et al., (2022) Perusahaan perlu memastikan bahwa semua perangkat IoT dapat berfungsi dengan baik dalam sistem yang ada dan melindungi data sensitif dari potensi serangan siber. Oleh karena itu, strategi implementasi IoT dalam SCM harus mencakup perencanaan matang, pelatihan staf, serta kolaborasi dengan pihak ketiga yang berpengalaman. Secara keseluruhan, integrasi SCM melalui IoT tidak hanya merevolusi cara perusahaan mengelola rantai pasok, tetapi juga menciptakan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan teknologi ini, perusahaan dapat menjawab tuntutan pasar yang semakin kompleks, meningkatkan efisiensi, dan memberikan nilai tambah yang lebih besar kepada pelanggan. Penelitian lebih lanjut mengenai adopsi IoT dalam SCM dapat membantu mengidentifikasi strategi terbaik untuk mengatasi tantangan implementasi sekaligus menggali potensi maksimal dari teknologi ini.

IoT juga memungkinkan otomatisasi yang lebih luas dalam SCM, seperti penggunaan robot otonom dalam pengelolaan gudang dan logistik. Teknologi ini tidak hanya mengurangi kebutuhan akan intervensi manual tetapi juga meminimalkan risiko kesalahan manusia, meningkatkan akurasi operasional, dan mengurangi biaya. Selain itu, IoT memberikan keuntungan dalam manajemen permintaan dengan membantu perusahaan merespons fluktuasi pasar secara real-time. Dengan sistem yang saling terhubung, perusahaan dapat memperkirakan kebutuhan pelanggan lebih baik dan menghindari situasi overstock atau stockout yang merugikan. Namun, penerapan IoT dalam SCM juga menghadapi tantangan, terutama dalam hal investasi awal, keamanan data, dan interoperabilitas teknologi. Perusahaan perlu memastikan bahwa semua perangkat IoT dapat berfungsi dengan baik dalam sistem yang ada dan melindungi data sensitif dari potensi serangan siber. Selain itu, regulasi yang terkait dengan privasi dan perlindungan data harus dipatuhi secara ketat untuk menghindari risiko hukum (Zrelli & Rejeb, 2024). Infrastruktur yang memadai, seperti konektivitas internet yang stabil dan luas, juga menjadi faktor penentu keberhasilan implementasi IoT dalam SCM, khususnya di wilayah yang kurang berkembang.

Selain manfaat ekonomi, IoT juga berperan penting dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dalam SCM. Melalui data yang dihasilkan oleh IoT, perusahaan dapat mengidentifikasi cara untuk mengurangi emisi karbon, mengoptimalkan rute transportasi, dan mengurangi pemborosan energi. Pemantauan real-time terhadap proses produksi juga memungkinkan perusahaan untuk mengimplementasikan langkah-langkah yang lebih ramah lingkungan, seperti pengelolaan limbah yang lebih efisien dan penggunaan bahan baku yang lebih hemat. Pemerintah juga perlu berperan dalam mempercepat pembangunan infrastruktur

jaringan yang stabil, terutama di wilayah terpencil, untuk mendukung implementasi IoT. Kebijakan harmonisasi standar protokol IoT dan regulasi perlindungan data diperlukan untuk memastikan interoperabilitas dan keamanan.

Pemerintah juga harus mendorong pelatihan sumber daya manusia dalam teknologi IoT untuk meningkatkan kesiapan tenaga kerja menghadapi digitalisasi. Secara keseluruhan, integrasi SCM melalui IoT tidak hanya merevolusi cara perusahaan mengelola rantai pasok, tetapi juga menciptakan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan (Argyropoulou et al., 2024). Dengan memanfaatkan teknologi ini, perusahaan dapat menjawab tuntutan pasar yang semakin kompleks, meningkatkan efisiensi, dan memberikan nilai tambah yang lebih besar kepada pelanggan. Penelitian lebih lanjut mengenai adopsi IoT dalam SCM dapat membantu mengidentifikasi strategi terbaik untuk mengatasi tantangan implementasi sekaligus menggali potensi maksimal dari teknologi ini. Perkembangan IoT juga membuka peluang bagi inovasi di berbagai sektor, seperti manufaktur, kesehatan, dan e-commerce, yang semuanya bergantung pada SCM yang andal untuk mencapai pertumbuhan yang optimal.

KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa integrasi Internet of Things (IoT) dalam Supply Chain Management (SCM) berpotensi meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kemampuan adaptasi rantai pasok terhadap dinamika pasar. IoT memungkinkan pengumpulan data secara real-time melalui perangkat yang terhubung, memfasilitasi pengambilan keputusan berbasis data, dan otomatisasi proses seperti manajemen inventaris dan logistik. Integrasi ini juga mendukung pengurangan downtime, efisiensi energi, dan konsolidasi data yang lebih baik, sehingga memberikan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Namun, tantangan seperti investasi awal yang tinggi, interoperabilitas perangkat, dan keamanan data memerlukan perhatian serius. teknologi IoT dapat merevolusi SCM dengan menciptakan sistem yang lebih terhubung dan responsif. Studi ini juga memberikan dasar teoritis untuk mengembangkan kerangka kerja baru dalam integrasi IoT, termasuk peran algoritma kecerdasan buatan dalam menganalisis data SCM untuk pengambilan keputusan strategis. Pemerintah perlu mempercepat pembangunan infrastruktur jaringan yang stabil, terutama di wilayah terpencil, untuk mendukung implementasi IoT. Kebijakan harmonisasi standar protokol IoT dan regulasi perlindungan data diperlukan untuk memastikan interoperabilitas dan keamanan. Pemerintah juga harus mendorong pelatihan sumber daya manusia dalam teknologi IoT untuk meningkatkan kesiapan tenaga kerja menghadapi digitalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Argyropoulou, M., Garcia, E., Nemati, S., & Spanaki, K. (2024). The effect of IoT capability on supply chain integration and firm performance: an empirical study in the UK retail industry. *Journal of Enterprise Information Management*, 37(3), 875-902.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International journal of production research*, 57(15-16), 4719-4742.
- Birkel, H. S., & Hartmann, E. (2019). Impact of IoT challenges and risks for SCM. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 39-61.
- Hammadi, A., Reiners, T., & Husnain, B. (2024). Impact of IoT Adoption on Supply Chain Management and Supplier Relationships: Systematic Review. In *International Conference on Advanced Information Networking and Applications* (pp. 404-414). Cham: Springer Nature Switzerland.

- Khan, Y., Su'ud, M. B. M., Alam, M. M., Ahmad, S. F., Ahmad, A. Y. B., & Khan, N. (2022). Application of internet of things (iot) in sustainable supply chain management. *Sustainability*, 15(1), 694.
- Manavalan, E., & Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & industrial engineering*, 127, 925-953.
- Rizwan, A., Karras, D. A., Kumar, J., Sánchez-Chero, M., Mogollón Taboada, M. M., & Altamirano, G. C. (2022). An internet of things (IoT) based block chain technology to enhance the quality of supply chain management (SCM). *Mathematical Problems in Engineering*, 2022(1), 9679050.
- Taj, S., Imran, A. S., Kastrati, Z., Daudpota, S. M., Memon, R. A., & Ahmed, J. (2023). IoT-based supply chain management: A systematic literature review. *Internet of Things*, 24, 100982.
- Tan, W. C., & Sidhu, M. S. (2022). Review of RFID and IoT integration in supply chain management. *Operations Research Perspectives*, 9, 100229.
- Zrelli, I., & Rejeb, A. (2024). A bibliometric analysis of IoT applications in logistics and supply chain management. *Heliyon*, 10(16).