

# Transformasi Manajemen Rantai Pasokan Berbasis Internet of Things (IoT): Tinjauan Literatur

Muhammad Danu<sup>1</sup>, Fahrurrozi Mawasandi<sup>2</sup>, Zakaria Nur Aziz<sup>3</sup>, M. Fahrul Ghifari Rosyadi<sup>4</sup>,  
Bayu Wahyudi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang  
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Kel. 13 Ulu, Kec. Plaju, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30263

Email: [mkamandanu07@gmail.com](mailto:mkamandanu07@gmail.com), [fahrums07@gmail.com](mailto:fahrums07@gmail.com), [azisgrb@gmail.com](mailto:azisgrb@gmail.com), [fahrulghifari03@gmail.com](mailto:fahrulghifari03@gmail.com),  
[bayu\\_wahyudi@um-palembang.ac.id](mailto:bayu_wahyudi@um-palembang.ac.id)

Received 31 December 2024, Revised 25 February 2025, Accepted 27 February 2025

## ABSTRAK

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan konektivitas dan interaksi antarobjek cerdas melalui jaringan internet. Dalam konteks manajemen rantai pasokan, IoT berperan dalam meningkatkan efisiensi, visibilitas, dan responsivitas operasional melalui integrasi perangkat pintar, seperti sensor, RFID, dan perangkat lunak. Namun, implementasi rantai pasok digital masih menghadapi berbagai tantangan, terutama di negara berkembang yang mengalami keterbatasan dalam adopsi teknologi Industri 4.0. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran IoT dalam transformasi manajemen rantai pasokan serta mengidentifikasi tantangan utama dalam penerapannya. Metode yang digunakan adalah studi literatur sistematis yang mencakup pengujian kualitas studi, pengumpulan dan karakterisasi data, analisis, interpretasi hasil, serta rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut. Hasil kajian menunjukkan bahwa IoT memiliki peran krusial dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengoptimalkan distribusi, serta mempercepat pengambilan keputusan berbasis data dalam rantai pasokan. Namun, tantangan seperti keamanan data, biaya investasi tinggi, serta keterbatasan infrastruktur dan regulasi menjadi hambatan utama dalam penerapan IoT. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang komprehensif, termasuk kebijakan insentif, penguatan infrastruktur digital, dan peningkatan literasi teknologi untuk mendukung implementasi IoT dalam manajemen rantai pasokan.

**Kata Kunci:** Internet of Things, Manajemen Rantai Pasokan, Transformasi Digital, Efisiensi Operasional, Tantangan IoT.

## ABSTRACT

*The Internet of Things (IoT) is a technology that enables connectivity and interaction between smart objects via the Internet. IoT enhances operational efficiency, visibility, and responsiveness in supply chain management by integrating smart devices such as sensors, RFID, and software. However, implementing digital supply chains still faces various challenges, particularly in developing countries that encounter limitations in adopting Industry 4.0 technology. This study aims to analyze the role of IoT in the transformation of supply chain management and to identify the primary challenges in its implementation. The method employed is a systematic literature review that assesses the quality of studies, data collection and characterization, analysis, interpretation of results, and recommendations for further research. The findings indicate that IoT is essential for improving operational efficiency, optimizing distribution, and accelerating data-driven decision-making in the supply chain. Nevertheless, challenges such as data security, high investment costs, and inadequate infrastructure and regulations remain significant obstacles to IoT implementation. Therefore, a comprehensive strategy is required, including incentive policies, strengthening digital infrastructure, and enhancing technological literacy to support the implementation of IoT in supply chain management.*

**Keywords:** Internet of Things, Supply Chain Management, Digital Transformation, Operational Efficiency, IoT Challenges.

## Pendahuluan

Konsep Internet of Things (IoT) merujuk pada kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas yang dapat berinteraksi dengan objek lain, lingkungan, dan perangkat komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet

[1]. Berbagai penerapan IoT telah mulai terlihat dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Teknologi Industri 4.0, yang mencakup IoT, Kecerdasan Buatan (AI), dan analitik data besar, telah mengubah cara manajemen rantai pasok dilakukan dengan memungkinkan pertukaran data dan pengambilan keputusan secara real-time [2].

Dalam penerapannya, IoT juga mengidentifikasi, menemukan, melacak, memantau objek dan memicu event yang terkait secara otomatis dan real time, implementasi dan pengembangan komputer, Internet, Teknologi, dan komunikasi lainnya. Mempengaruhi yang besar dalam dunia sektor ekonomi, sektor operasi, sektor sosial, sektor produksi, dan bahkan kehidupan individu [3]. Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam Supply Chain Management (SCM) telah menjadi topik hangat dalam berbagai industri. Dalam industri ini, penggunaan IoT dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kualitas dalam proses pengelolaan rantai pasokan, serta meningkatkan kemampuan organisasi dalam menghadapi tantangan global [4]. Revolusi industri 4.0 menjadikan peralihan dari rantai pasok tradisional ke rantai pasok digital untuk mendukung model produksi baru, moda transportasi, pengalaman pelanggan, dan hubungan.

Implementasi rantai pasok digital sangat dipengaruhi oleh kondisi perkembangan suatu negara, terutama di negara-negara berkembang. Rantai pasok tradisional di negara-negara ini umumnya kesulitan untuk mengikuti cepatnya inovasi yang dibawa oleh kemajuan teknologi Industri 4.0. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan sumber daya keuangan yang dimiliki negara berkembang untuk mendukung industri, serta kurangnya kebijakan insentif yang memadai [5].

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini ialah untuk menganalisis peran IoT dalam meningkatkan efisiensi, visibilitas, responsivitas manajemen rantai pasokan dan mengidentifikasi tantangan-tantangan dalam adopsi IoT manajemen rantai pasokan untuk strategi mengatasi tantangan tersebut serta mengevaluasi dampak penerapan IoT terhadap kinerja rantai pasokan, seperti pengurangan biaya, peningkatan kepuasan pelanggan dan peningkatan daya saing.

## Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan tahapan yang meliputi pengujian kualitas studi, pengumpulan dan karakterisasi data, analisis, interpretasi hasil, serta rekomendasi dan penelitian lebih lanjut. Dalam studi literatur, data dikumpulkan dari berbagai penelitian yang telah dipublikasikan dalam jurnal nasional dan internasional. Data yang diperoleh bersifat kualitatif, yang melalui proses seleksi dan penyederhanaan kemudian disajikan dalam bentuk naratif deskriptif, serta disimpulkan secara bertahap dengan mempertimbangkan jenis data yang diperoleh [6].

Penulis melakukan pencarian referensi yang berkaitan dengan Manajemen Rantai Pasokan. Kajian pustaka merupakan suatu metode yang sistematis, jelas, dan dapat diulang untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyintesis hasil-hasil penelitian dan pemikiran yang telah dihasilkan oleh para praktisi. Beberapa tahapan yang dilakukan dalam kajian pustaka menurut [6]–[8] Antara lain:

1. Menentukan pertanyaan penelitian: Fokus pada Manajemen Rantai Pasokan dan Internet of Things.
2. Menentukan karakteristik studi primer yang diperlukan: Artikel yang dipublikasikan antara tahun 2019 hingga 2024 yang membahas Manajemen Rantai Pasokan dan Internet of Things, dengan pengecualian untuk skripsi, tesis, atau disertasi yang tidak dipublikasikan di situs jurnal.
3. Mengambil sampel literatur yang relevan: Pencarian sistematis dilakukan melalui database Google Scholar, menggunakan kata kunci seperti "Supply Chain Management" atau "SCM" serta "Internet of Things" atau "IoT", yang menghasilkan 119 artikel.
4. Memilih literatur yang relevan: Kriteria eksklusi diterapkan untuk memperkecil jumlah sampel primer menjadi sampel sintesis, hanya menyertakan penelitian yang relevan dengan tujuan penelitian. Dari 54 artikel yang dibaca abstraknya, 29 artikel tidak sesuai dengan tujuan penelitian, sehingga 21 artikel yang relevan digunakan untuk langkah selanjutnya.
5. Mensintesis literatur: Peneliti fokus pada sintesis studi dan mengkodekan data yang relevan, dengan mencatat detail seperti judul artikel, penulis, tahun terbit, tujuan, dan temuan. Tabel 1 menyajikan ringkasan dari langkah ini.
6. Melaporkan hasil: Peneliti menyajikan hasil kajian pustaka sistematis melalui analisis deskriptif.

## Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini dilandaskan pada hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang dibahas. Referensi dari penelitian terdahulu tersebut dipergunakan sebagai bahan diskusi dan analisis data. Tabel berikut menyajikan ringkasan referensi-referensi tersebut.

**Table 1.** Jurnal Referensi Penelitian Terdahulu

No	Author (Tahun)	Judul	Hasil Pembahasan
1.	(Dhimas Rizki Respati, Rani Sukmadewi, 2024) [3]	Adaptasi Internet of Things (IoT) dalam Manajemen Distribusi dan Gudang: Rantai Pasokan Pada PT. X	Penelitian ini mengungkapkan bahwa teknologi informasi dengan pemanfaatan Internet of Things (IoT) mampu menciptakan efisiensi, transparansi, dan keamanan yang berdampak positif pada pelaksanaan rantai pasok di PT. X.
2.	(Saladdin Wirawan Effendy & Ita, 2023) [9]	Implementasi IoT dalam Manajemen Rantai Pasok Distribusi Elpiji pada Agen Gas 3 Kg Di Kota Palembang	Implementasi IoT dalam manajemen rantai pasok distribusi LPG 3 kg dimulai dengan penerbitan Schedule Agreement oleh PT Pertamina Patra Niaga yang terhubung antara Agen Gas, SPPBE, dan Bank. Agen Gas kemudian melakukan penebusan alokasi sesuai dengan Schedule Agreement melalui pembayaran yang diproses oleh Bank, yang terhubung dengan SPPBE dan PT Pertamina Patra Niaga. Setelah itu, Agen Gas memasukkan data ke dalam sistem Simelon yang terintegrasi dengan IoT.
3.	(Karam M. Sallam, Ali Wagdy Mohamed, & Mona Mohamed, 2023) [10]	Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management Challenges, Opportunities, and Best Practices	Lebih lanjut, penelitian ini mengatasi tantangan yang melekat dalam penerapan IoT dalam rantai pasokan, seperti keamanan data integritas, interoperabilitas, skalabilitas, dan kepatuhan regulasi. Hal ini menggaris bawahi pentingnya manajemen perubahan dan pengembangan tenaga kerja dalam memanfaatkan potensi penuh IoT memberikan peta jalan untuk praktik terbaik guna mengatasi kendala tersebut
4.	(Enda Apriani, M. Noviansyah Aridito, Muhammad Sigit Cahyono, Hb. Sukarjo, Sapriani Gustina, Jemadi, Feri Febria Laksana, 2023) [11]	Penerapan SCM dan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Pengelolaan Sampah Yang Berkelanjutan	Upaya yang dilakukan oleh KSM Agung Rejeki dapat membantu mengurangi pencemaran sampah yang selama ini dibakar atau dibuang sembarangan ke lingkungan. Namun, pendekatan tersebut kurang efektif karena sebagian besar sampah hanya dipindahkan ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa adanya penanganan yang signifikan. Untuk meningkatkan efektivitas penanganan sampah, dibutuhkan inovasi-inovasi yang luar biasa, termasuk penerapan Supply Chain Management (SCM) dan Internet of Things (IoT) dalam pengelolaan sampah. Melalui kegiatan ini, penerapan sistem SCM dan IoT yang baik di KSM Agung Rejeki diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses pemilahan sampah di organisasi tersebut.
5.	(Zulkarnaim Masyhur, Firmansyah Ibrahim, Didit Hermawan, 2022) [1]	Internet of Things (IoT): Security, Threats and Countermeasures	Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi IoT, muncul beberapa potensi ancaman keamanan yang dapat dieksploitasi oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Melalui jurnal ini, diharapkan pembaca dapat memahami berbagai ancaman keamanan serta metode perlindungan yang dapat diterapkan. Dengan demikian, pengguna teknologi IoT diharapkan lebih menyadari potensi ancaman dan kerentanannya, sehingga dapat menggunakan perangkat IoT dengan lebih bijak dan hati-hati.
6.	(Elrika Indra, Achmad Fauzi, Fadlih Cahyadi Widharto, Natalia Natalia, Thedy Karuna Ernesto, Salma Indah Pangesti, Yosua Billy Harland, 2024) [4]	Analisis Pengaruh dan Dampak Penggunaan Internet of Things pada Supply Chain di Food and Beverages Industry	Adopsi IoT dalam industri makanan dan minuman sangat penting untuk menjaga keamanan pangan, mengurangi dampak lingkungan, dan memenuhi permintaan pelanggan akan produk berkualitas tinggi.
7.	(Dinar Ludwinia Azzahra, Wahyuningsih Santosa, 2024) [13]	Pengaruh Internet Untuk Segala Dan Kolaborasi Rantai Pasokan Terhadap	Penggunaan Internet of Things juga berperan dalam meningkatkan kinerja ekonomi dengan menciptakan keuntungan finansial melalui peningkatan produktivitas dan pengurangan pemborosan, yang memungkinkan perusahaan

No	Author (Tahun)	Judul	Hasil Pembahasan
		Kinerja Keberlanjutan	meraih keuntungan jangka panjang. Kolaborasi dalam rantai pasokan membantu menetapkan standar kinerja yang mengharmoniskan kinerja mitra dalam operasi dan komitmen perusahaan, menciptakan kondisi kerja yang lebih baik bagi karyawan, serta menunjukkan komitmen yang kuat terhadap keterlibatan dengan mitra untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan masyarakat secara keseluruhan. Dalam hal kinerja lingkungan, kolaborasi ini memperkuat integrasi antara pemasok dengan mengoptimalkan operasi pasokan rantai secara efektif, serta meningkatkan kepatuhan terhadap peraturan.
8.	(Armando, Sri Vandayuli Riorini, 2023) [14]	Dampak Dan Challenges IoT Terhadap Supply Chain Performance Dan Organizational Performance	Secara keseluruhan, meskipun industri manufaktur Indonesia berpotensi memperoleh keuntungan lebih, adopsi IoT masih menghadapi sejumlah tantangan. Penelitian ini dapat menjadi panduan bagi perusahaan manufaktur dalam mengambil keputusan terkait implementasi IoT. Selain itu, tantangan dalam adopsi IoT terhadap kinerja bisnis juga dikaji melalui analisis persepsi industri manufaktur, mengingat sebagian besar pekerja produksi masih belum familiar dengan teknologi IoT. Studi ini mengevaluasi dampak, manfaat, dan tantangan yang terkait dengan adopsi IoT serta peran kinerja rantai pasokan sebagai mediator antara adopsi IoT dan kinerja organisasi.
9.	(Kamalendu Pal, Ansar-Ul-Haque Yasar, 2023) [15]	Internet of Things Impact on Supply Chain Management	IoT menyediakan manajemen akses rantai selama pasokan beberapa yang dekade, rutin mengumpulkan aplikasi Internet of Things besar (IoT) data telah oleh memainkan WSN, melalui peran penting dalam jaringan komunikasi data dengan area luas. Misalnya, proses bisnis penginderaan dan keputusan terkait operasinya. Penerapan jaringan sensor nirkabel (WAN) yang luas IoT enterprise (SE) merupakan atribut dari suatu perusahaan atau jaringan yang memungkinkannya untuk bereaksi terhadap perangkat rangsangan yang bisnis yang berasal dari teknologi berbasis IoT yang menyediakan akses ke simpul sensor dan kemampuan penginderaan dalam terhubung ke internet. Dengan cara ini, IoT menyediakan infrastruktur akses.
10.	(Isaac Machorro-Cano, José Oscar Olmedo-Aguirre, Giner Alor-Hernández, Lisbeth Rodríguez-Mazahua, José Luis Sánchez-Cervantes, Asdrúbal López-Chau, 2022) [16]	SCM-Iot: An Approach For Internet Of Things Services Integration And Coordination	Aplikasi baru menuntut infrastruktur internet of things (IoT) dengan kecerdasan yang lebih tinggi pada perangkat yang kita gunakan sehari-hari. Di antara fitur-fitur menonjol yang menjadi ciri sistem IoT cerdas adalah interoperabilitas dan dinamisme. Sementara arsitektur berorientasi layanan (SOA) menawarkan arsitektur dan protokol yang dikembangkan dengan baik dan terstandarisasi untuk interoperabilitas, menjawab apakah SOA menawarkan cukup dinamisme untuk menggabungkan IoT dengan kecerdasan buatan (AI) masih dalam tahap awal. penelitian ini mengusulkan model SOA, yang disebut SCM-IoT (model komposisi layanan untuk IoT), untuk menggabungkan AI ke dalam sistem IoT, menangani koordinasi mereka oleh mediator yang menawarkan layanan untuk penyimpanan, produksi, penemuan, dan pemberitahuan data yang relevan untuk aplikasi klien
11.	(Habibatur Ridhah, Nini Sumarni, Tika Rahma Yani Siregar, Fitria, 2023) [17]	Internet Of Things Implementation Analysis Of Green Supply Chain Management In Companies	Penerapan Internet of Things (IoT) dalam operasional perusahaan mendorong pertumbuhan yang cepat dan meningkatkan efektivitas serta efisiensi. Namun, peningkatan kinerja ini juga berimbas pada konsumsi energi yang lebih tinggi. Masalah lingkungan seperti pemanasan global dan polusi udara pun muncul sebagai dampak negatifnya. Sebagai solusi, banyak penelitian yang merekomendasikan penerapan

No	Author (Tahun)	Judul	Hasil Pembahasan
			Green Supply Chain Management (GSCM) dalam rangka memperbaiki Supply Chain Management (SCM), yang dapat membantu mengurangi risiko polusi udara dan pemanasan global. Hal ini juga memiliki kaitan dengan Islamic Green Economics yang mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan lingkungan.
12.	(Alwansyah, Achmad Fahrurrozi, 2024) [18]	Implementasi Internet Of Things (Iot) Untuk Sistem Monitoring Kualitas Air Shrimp Farming Vaname Pada Aplikasi Berbasis Android	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berhasil menampilkan hasil pengukuran ketiga parameter kualitas air sesuai dengan data real-time yang ada di Firebase. Sistem ini memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dengan fokus pada pengukuran suhu, TDS, dan pH air. Validasi terhadap pengukuran suhu oleh perangkat di lokasi tambak udang menunjukkan kesesuaian data antara perangkat dan Firebase, serta aplikasi. Fitur notifikasi suhu dalam aplikasi juga mampu memberikan peringatan kepada pengguna ketika kondisi kualitas air memburuk dengan akurat.
13.	(Ali Rizwan, Dimitrios A. Karras, Jitendra Kumar, Manuel S´anchez-Chero, Marlon Mart´ın Mogoll´on Taboada, Gilder Cieza Altamirano, 2022) [19]	An Internet of Things (IoT) Based Block Chain Technology to Enhance the Quality of Supply Chain Management (SCM)	Rantai pasokan jaringan mungkin tidak aman karena setiap aktivitas diarahkan melalui server terpusat. Bahayanya juga meningkat karena sejumlah kesulitan, termasuk skalabilitas, integritas data, keamanan, dan ketersediaan. Teknologi rantai blok dapat digunakan dalam keadaan ini untuk mendesentralisasikan pemrosesan transaksi dan menghilangkan kebutuhan akan pengontrol terpusat. Dalam pendekatan ini, kinerja jaringan rantai pasokan yang dibatasi sumber daya ditingkatkan dengan penggunaan komputasi tepi dan akses data prioritas yang efektif. Algoritma pengelompokan Intelligent K-Means (IKM) disarankan di seluruh simpul tepi dalam penelitian saat ini untuk mengkategorikan tingkat prioritas setiap bagian data. Klasifikasi menentukan apakah simpul tepi telah menerima data yang berprioritas tinggi atau rendah.
14.	(Abdul Basit, Very Kurnia Bakti, Ida Afriliana, 2024) [20]	Peningkatan Kompetensi Siswa Dalam Implementasi Internet Of Things Dengan Interface Cloud	IoT berfungsi dengan menghubungkan perangkat-perangkat melalui jaringan internet, memungkinkan perangkat tersebut untuk saling berkomunikasi. Program Pengabdian Masyarakat ini bertujuan untuk mengenalkan alat dan komponen yang diperlukan dalam pembuatan proyek berbasis IoT. Kegiatan meliputi instalasi alat dan aplikasi, implementasi kontrol LED menggunakan server lokal beserta komponennya, serta pemantauan suhu dan kelembaban berbasis cloud. Pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan cukup memadai, hal ini terlihat dari hasil post-test yang mencapai 90%, serta keberhasilan proyek yang dijalankan dengan baik.
15.	(Reski Nofrialdi, Ebit Bimas Saputra, Farhan Saputra, 2023) [21]	Pengaruh Internet of Things: Analisis Efektivitas Kerja, Perilaku Individu dan Supply Chain	Pemanfaatan Internet of Things (IoT) yang berbasis teknologi telah membuat berbagai kegiatan, pekerjaan, atau aktivitas menjadi lebih efisien. Hal ini disebabkan oleh inovasi teknologi yang terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan tuntutan global. Aktivitas yang sebelumnya dilakukan secara manual kini semakin mudah dengan bantuan teknologi IoT. Contohnya, penggunaan gordena otomatis di kamar tidur atau hotel. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk menutup gordena tanpa perlu bangun dari tempat tidur, cukup dengan menggunakan remote control.
16.	(Xavier Greyson, 2024) [22]	Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Konteks Manufaktur:	Penerapan IoT dalam sektor manufaktur menghadirkan tantangan yang perlu diselesaikan, terutama terkait dengan keamanan data dan privasi. Untuk mengatasi kendala ini sekaligus memanfaatkan potensi IoT secara maksimal, diperlukan kolaborasi antara produsen perangkat, penyedia

No	Author (Tahun)	Judul	Hasil Pembahasan
		Mendobrak Tradisi Dengan Teknologi	platform, dan pelaku industri manufaktur. Kerja sama ini bertujuan untuk menciptakan solusi yang aman, andal, dan terintegrasi. Dengan pendekatan tersebut, penerapan IoT di bidang manufaktur tidak hanya akan merevolusi proses produksi, tetapi juga membuka peluang baru untuk inovasi dan pertumbuhan di masa depan.
17.	(Miftahol Arifin, Pradana Ananda Raharja, Nabila Noor Qisthani, Fikra Titan Syifa, Faizah Faizah, 2023) [23]	Perancangan Sistem Pemantauan Kelelahan Driver Berbasis IoT (Internet Of Things) Yang Adaptif Untuk Transportasi Makanan Segar	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mengurangi risiko kelelahan pengemudi, meningkatkan keselamatan transportasi, dan meningkatkan kualitas pelayanan transportasi pangan segar. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman praktis penerapan teknologi IoT dalam manajemen kelelahan pengemudi, khususnya dalam konteks industri logistik dan transportasi makanan segar.
18.	(Shoufeng Cao, Johnson, Aisyah Tulloch, 2022) [24]	Exploring Blockchain-based Traceability for Food Supply Chain Sustainability: Towards a Better Way of Sustainability Communication with Consumers	Teknologi blockchain untuk keberlanjutan rantai pasokan makanan. Jurnal ini membahas pentingnya keberlanjutan dalam rantai pasokan makanan dan tantangan untuk memastikannya. Kerangka kerja ini menggunakan blockchain untuk melacak pergerakan produk makanan dari hulu ke hilir. Hal ini memungkinkan konsumen untuk melihat atribut keberlanjutan dari produk yang mereka beli. Penulis percaya bahwa ini akan meningkatkan kepercayaan dan keyakinan konsumen terhadap rantai pasokan makanan.
19.	(Abderahman Rejeba, Karim Rejebb, Suhaiza Zailani, Horst Treiblmaier, Karen J. Hande, 2021) [25]	Integrating the Internet of Things in the halal food supply chain: A systematic literature review and research agenda	Hasil dari penelitian ini teknologi IoT berpotensi mengatasi beberapa tantangan dalam rantai pasokan pangan dengan memungkinkan transfer data yang terkoordinasi dan transparan antar pemangku kepentingan. IoT dapat memungkinkan sistem untuk melacak bahan-bahan, memberikan transparansi dan ketertelusuran, serta jaminan kualitas. Hasil analisis menunjukkan bahwa Malaysia memimpin kemajuan penelitian dalam aplikasi IoT di HFSC (Halal Food Supply Chain), dengan fokus pada pemeriksaan potensi dan tantangan teknologi RFID (Radio Frequency Identification) dan penandaan seluler. RFID dapat memungkinkan visibilitas real-time untuk melacak dan menelusuri makanan, meminimalkan peluang pembusukan, dan dengan cepat mengidentifikasi dan mengisolasi produk yang terkontaminasi. Dengan demikian, IoT dan RFID dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi limbah, dan mempertahankan keamanan pangan masyarakat.
20.	(Tamiris Pacheco da Costa, Daniele Mesquita Bordalo da Costa Fionnuala Murphy, 2023) [26]	A Systematic Review of Real-Time Monitoring Technologies and Its Potential Application to Reduce Food Loss and Waste: Key Elements of Food Supply Chains and IoT Technologies	Studi ini menyajikan tinjauan umum tentang status terkini penerapan IoT (Internet of Things) dalam rantai pasokan makanan untuk meminimalkan produksi limbah makanan. implementasi IoT dalam rantai pasokan makanan berfokus pada produk dengan tingkat kerusakan tinggi, yaitu buah-buahan, sayuran, daging, dan makanan laut. Teknologi IoT telah menunjukkan manfaat dan pendekatan praktisnya untuk mencegah <i>Food Loss and Waste</i> (FLW) dari berbagai kategori makanan. Teknologi IoT yang digunakan adalah sensor yang pada sensor suhu, kelembaban.
21.	(Tirta Mulyadi, Adhy Firdaus, Desi Kristanti, Sunarni, 2023) [27]	Transformasi Industri Makanan dan Minuman Tradisional dengan	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar bisnis kuliner tradisional di Jakarta masih dalam tahap awal adopsi Industri 4.0. Teknologi seperti Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), dan big data membantu industri

No	Author (Tahun)	Judul	Hasil Pembahasan
		Pendekatan Industri 4.0: Studi Kasus pada Usaha Kuliner di Wilayah Jakarta	makanan dan minuman tradisional meningkatkan produktivitas, menjangkau pelanggan yang lebih luas, dan meningkatkan daya saing.
22.	Murni Sofiah & Siti Aisyah (2022) [28]	Analisis Implementasi Manajemen Rantai Pasok Pada E-Commerce Amazon	Amazon telah mengoptimalkan rantai pasoknya dengan inovasi dan otomatisasi. Dengan kombinasi teknologi informasi canggih, jaringan pergudangan luas, manajemen inventaris multi-level, dan sistem transportasi andal, Amazon menjadi perusahaan dengan rantai pasok yang sangat efisien. Salah satu inovasi utamanya adalah Warehouse Automation, di mana Amazon mengadopsi teknologi Kiva System untuk mengotomatisasi proses pergudangan. Robot kini menangani pemilihan, pemindaian, pengambilan, dan pengemasan produk, mengurangi keterlibatan manusia serta meningkatkan efisiensi operasional.
23.	Rizki Agung Ramadani, Berliyana Kesuma Hati, & Zefri Setiawan (2024) [29]	Warehousing and Inventory Management Analysis: Case Study Tesla, Inc.	Tesla menerapkan strategi rantai pasok yang terintegrasi, termasuk sistem Just-In-Time (JIT), otomatisasi tinggi, serta analisis data lanjutan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan pengelolaan inventaris. Dengan vertikal integrasi yang kuat, Tesla mengendalikan sebagian besar rantai pasoknya untuk memastikan kualitas dan kelancaran produksi. Salah satu fokus utama adalah Warehouse Automation, di mana Tesla menggunakan robot dan sistem otomatis untuk mengelola inventaris, mengurangi kesalahan manusia, dan meningkatkan kecepatan produksi. Meskipun otomatisasi memberikan efisiensi tinggi, tantangan seperti ketergantungan pada teknologi dan potensi gangguan sistem tetap ada. Oleh karena itu, Tesla menggabungkan otomatisasi dengan pengawasan manusia untuk memastikan akurasi dan kelangsungan operasional.
24.	Bagus Panca Dinaka, Muhammad Irwan Firmansyah, Daniel Rikzen, Nova Eriana, Miftakhul Huda (2025) [30]	Meningkatkan Kinerja Supply Chain melalui Internet of Things (IoT): Studi Kasus PT. Unilever Indonesia Tbk	PT. Unilever Indonesia menerapkan teknologi IoT dalam rantai pasoknya untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. IoT memungkinkan pemantauan produk secara real-time, meningkatkan transparansi, dan mengurangi risiko distribusi. Dengan strategi rantai pasok yang terintegrasi, Unilever bermitra dengan petani lokal, menggunakan teknologi canggih dalam manufaktur, serta menerapkan sistem distribusi yang responsif. Implementasi IoT membantu perusahaan dalam pengelolaan gudang yang lebih efisien, perencanaan distribusi yang optimal, serta peningkatan kualitas layanan kepada konsumen.
25.	Mahfudnurnajamuddin, Suryanti, Moh Khozinatul Asror, Sunardy Syahid (2025) [31]	Pengaruh Teknologi Internet of Things (IoT) dalam Rantai Pasok terhadap Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, dan Fleksibilitas Produksi di PT Makassar Tene	Studi ini meneliti dampak IoT terhadap efisiensi biaya, pengurangan limbah, dan fleksibilitas produksi di PT Makassar Tene. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa IoT berkontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi biaya melalui optimasi produksi dan distribusi. Teknologi ini juga membantu mengurangi pemborosan bahan baku dengan pemantauan otomatis serta meningkatkan fleksibilitas produksi dalam merespons permintaan pasar. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk mempercepat implementasi IoT guna meningkatkan daya saing di era industri digital.

### Internet of Things

*Internet of Things* (IoT) adalah konsep yang mengacu pada kemampuan suatu benda atau objek untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui teknologi seperti sensor dan perangkat lunak, selama masih terhubung ke internet [3]. [22] menjelaskan bahwa IoT memungkinkan objek fisik yang terhubung ke internet untuk mengumpulkan, bertukar data, dan berinteraksi satu sama lain tanpa campur tangan

manusia. Selain itu, [14] menyebutkan bahwa sensor IoT yang tersebar luas saling terhubung melalui jaringan komunikasi publik, memungkinkan analisis data yang efektif. Implementasi IoT dinilai mampu meningkatkan kemampuan organisasi dalam mengintegrasikan pemasok, pelanggan, dan operasi logistik, sehingga mendukung efisiensi rantai pasokan. Dengan demikian, IoT menyelaraskan arus informasi dan arus fisik untuk menghubungkan dunia fisik dengan dunia digital. Namun, untuk mengadopsi IoT dalam rantai pasokan, penting untuk mempertimbangkan dampak finansialnya, terutama dari segi Return on Investment (ROI). Penelitian oleh [32] menemukan bahwa *agent-based modelling* dapat menangkap kompleksitas sistem serta memberikan prediksi yang lebih akurat mengenai potensi pengembalian investasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa investasi dalam sensor IoT dapat menghasilkan pengembalian positif dengan meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya pemeliharaan tak terduga. Dalam rantai pasokan, pengukuran ROI dari IoT dapat dilakukan dengan mengevaluasi peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya operasional, dan peningkatan produktivitas. Penerapan sensor IoT dalam pemantauan aset, pengelolaan inventaris, dan optimasi logistik dapat memberikan manfaat finansial dengan mengurangi waktu henti operasional dan meningkatkan akurasi dalam manajemen rantai pasokan. Dengan demikian, perusahaan perlu mempertimbangkan faktor-faktor seperti biaya implementasi, biaya operasional, serta potensi efisiensi yang dihasilkan untuk menentukan kelayakan investasi dalam IoT. Menurut [9], ekosistem IoT terdiri dari berbagai unsur utama yang saling mendukung:

1. *Artificial Intelligence* (AI): AI memungkinkan mesin berpikir dan bertindak layaknya manusia melalui pengembangan algoritma dan jaringan. Dalam IoT, AI berperan dalam pengumpulan data, pengembangan algoritma, dan pemasangan jaringan untuk menciptakan mesin pintar.
2. Sensor: Sensor merupakan elemen kunci yang membedakan IoT dari mesin canggih lainnya, mengubah perangkat pasif menjadi aktif dan terintegrasi.
3. Konektivitas: Konektivitas mencakup pengembangan jaringan khusus untuk perangkat IoT yang memungkinkan komunikasi antarperangkat secara efisien.

IoT juga mampu mengubah perilaku individu dan keluarga dengan menghemat waktu dan energi dalam berbagai aktivitas. *Internet of Everything*, sebagai perpanjangan dari IoT, mencakup komunikasi antara manusia dengan manusia, manusia dengan objek, dan objek dengan objek di seluruh dunia, memberikan informasi rinci tentang segala sesuatu [1].

Dalam konteks manajemen inventaris, IoT memberikan visibilitas dan kontrol real-time terhadap lokasi, status, dan pergerakan barang di sepanjang rantai pasokan. Dengan memanfaatkan sensor, tag RFID, dan perangkat yang terhubung, sistem ini meningkatkan presisi dan efisiensi manajemen inventaris [10]. [15] menambahkan bahwa IoT memungkinkan perusahaan mengadopsi konsep *sensing enterprise*, di mana perusahaan mampu merasakan dan merespons rangsangan bisnis secara cerdas dan mandiri.

Dalam bidang manufaktur, [18] menunjukkan bahwa IoT menjadi bagian integral dari strategi operasional modern, memungkinkan peningkatan efisiensi, kualitas, dan pengurangan biaya produksi. Namun, tantangan utama IoT adalah menjembatani kesenjangan antara dunia fisik dan informasi, termasuk pengolahan data yang dihasilkan oleh perangkat elektronik untuk ditampilkan pada antarmuka berbasis *cloud* [20]. [23] menjelaskan bahwa arsitektur IoT terbagi menjadi tiga elemen utama: perangkat di tepi (*edge*) yang memproses data secara lokal, jaringan untuk konektivitas, dan pusat data (*cloud*) untuk penyimpanan dan analisis data secara terpusat.

Dengan perkembangan pesat IoT, konsep-konsep seperti SCM-IoT memperkenalkan mekanisme baru dalam koordinasi data rantai pasokan. Menurut [16], SCM-IoT menawarkan model koordinasi yang efisien, berorientasi pada kepuasan kondisi logis dibandingkan model koordinasi tradisional seperti Linda. Model ini memperkenalkan struktur tabel tetap untuk mendukung aplikasi IoT di berbagai sektor seperti otomasi rumah dan perawatan kesehatan. IoT terus berkembang menjadi elemen kunci dalam berbagai sektor, membuka peluang baru untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan integrasi data lintas sistem.

### Supply Chain Management

*Supply Chain Management* (SCM) merupakan sistem yang menggambarkan hubungan dan interaksi antara berbagai pelaku dalam jaringan rantai pasok yang saling terhubung untuk menciptakan nilai maksimal bagi pelanggan. Menurut [11], model rantai pasokan mencakup hubungan mata rantai antara pemangku kepentingan dari hulu hingga hilir, melibatkan organisasi-organisasi yang bekerja sama dalam satu sistem yang kompleks. Selain itu, rantai pasokan tidak hanya berfokus pada distribusi fisik produk tetapi juga mencakup rantai nilai yang memengaruhi kualitas produk dalam sistem jaringan yang lebih luas, melibatkan berbagai pihak terkait. Secara teknis, [21] menjelaskan bahwa rantai pasok melibatkan lintas bidang keilmuan yang digabungkan dalam satu sistem yang holistik. Proses ini dimulai dari persiapan bahan baku, penyediaan bahan baku ke sektor industri, hingga pengolahan bahan baku di perusahaan manufaktur menjadi produk akhir. Selanjutnya, produk tersebut didistribusikan ke sektor ritel hingga akhirnya sampai di tangan konsumen. Proses ini menunjukkan pentingnya koordinasi antar sektor untuk memastikan kelancaran operasional dan efisiensi dalam SCM.

Seiring dengan perkembangan teknologi, Internet of Things (IoT) atau Internet untuk Segala telah membawa revolusi dalam SCM. Menurut [13], IoT merupakan teknologi baru yang memiliki potensi besar untuk mengatasi berbagai tantangan dalam SCM secara lebih efektif dan efisien. IoT memungkinkan integrasi data secara real-time



di seluruh jaringan rantai pasok, memberikan visibilitas yang lebih baik terhadap aktivitas operasional, dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat. Dengan memanfaatkan IoT, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, dan menciptakan keunggulan kompetitif dalam sistem rantai pasok mereka. Dengan kombinasi pendekatan teknis dan penerapan teknologi inovatif seperti IoT, SCM dapat terus berkembang menjadi sistem yang lebih canggih, terintegrasi, dan responsif terhadap kebutuhan pasar yang dinamis.

### **Green Supply Chain Management (GSCM)**

*Green Supply Chain Management (GSCM)* lahir dari kesadaran terhadap keberlanjutan lingkungan sebagai dampak dari aktivitas ekonomi dan industri. Semakin meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap isu lingkungan telah mendorong permintaan akan produk ramah lingkungan [17]. Hal ini memaksa pelaku usaha untuk lebih memperhatikan praktik produksi yang berkelanjutan. Selain itu, faktor seperti tekanan finansial, regulasi pemerintah, persaingan pasar, serta kompleksitas regulasi lingkungan turut meningkatkan kesadaran akan pentingnya rantai pasokan yang berkelanjutan dan logistik terbalik [13]. Di Indonesia, penerapan GSCM masih bervariasi, di mana beberapa perusahaan telah mengadopsi praktik ini, sementara lainnya memerlukan rekomendasi dan penyempurnaan untuk meningkatkan efisiensi operasional, seperti pengelolaan pengiriman produk dan layanan. Sementara itu, di negara-negara seperti Malaysia dan Thailand, GSCM terbukti berdampak positif pada kinerja manufaktur [17].

Seiring berkembangnya teknologi, Internet of Things (IoT) menjadi salah satu alat yang dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam implementasi GSCM. IoT berperan dalam mengumpulkan dan menganalisis data yang lebih akurat untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam rantai pasok hijau. IoT memungkinkan perusahaan untuk memantau seluruh aspek operasional secara real-time, mengurangi pemborosan sumber daya, meningkatkan efisiensi energi, serta meminimalkan jejak karbon dalam rantai pasok [13]. Penggunaan IoT dalam GSCM dapat mengurangi konsumsi energi dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya melalui sistem otomatisasi yang cerdas. IoT dapat mengidentifikasi titik-titik inefisiensi dalam produksi dan distribusi, sehingga memungkinkan perusahaan untuk menyesuaikan strategi operasional mereka demi meningkatkan keberlanjutan lingkungan [11]. Contohnya, dalam industri manufaktur, sensor IoT dapat digunakan untuk memantau penggunaan energi dan mendeteksi kebocoran atau pemborosan sumber daya, yang pada akhirnya membantu dalam mengurangi emisi karbon [17]. Selain itu, dalam aspek pengelolaan limbah, IoT berperan dalam pemantauan dan optimasi proses daur ulang serta pengelolaan sampah industri. Dengan adanya sistem berbasis IoT, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi dalam mendaur ulang bahan baku dan mengurangi limbah yang dihasilkan [11]. Hal ini selaras dengan penelitian yang menunjukkan bahwa IoT dapat membantu mengurangi pemborosan bahan baku, meningkatkan pengelolaan limbah industri, serta menciptakan rantai pasok yang lebih efisien dan berkelanjutan [13].

Secara keseluruhan, penerapan GSCM yang didukung oleh teknologi IoT memberikan manfaat yang signifikan bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi dampak lingkungan, serta memperkuat daya saing bisnis di era industri 4.0. Dengan adanya integrasi IoT, perusahaan dapat lebih proaktif dalam menerapkan prinsip-prinsip keberlanjutan dan berkontribusi pada upaya global dalam mengatasi perubahan iklim serta permasalahan lingkungan lainnya.

### **Dampak dari Penggunaan IoT**

Penggunaan *Internet of Things (IoT)* dalam rantai pasokan memiliki berbagai dampak positif, khususnya di industri makanan dan minuman (FnB). Menurut [4], dampak utama IoT mencakup:

1. Meningkatkan Visibilitas dan Analisis Data: IoT memungkinkan pengumpulan data *real-time* melalui sensor dan sistem terhubung, yang dapat digunakan untuk analisis kinerja, pengurangan biaya, dan pemeliharaan prediktif.
2. Memenuhi Tuntutan Global: IoT mendukung logistik cepat seperti pengiriman dua hari atau bahkan pengiriman di hari yang sama, yang sangat penting untuk mempertahankan kesegaran produk di industri FnB.
3. Mengubah Logistik Rantai Pasokan: IoT membantu meningkatkan efisiensi manajemen proses, mengurangi risiko produksi, dan mengoptimalkan jadwal pengiriman.
4. Mengurangi Limbah dan Meningkatkan Efisiensi: Data dari sensor pintar memungkinkan pemantauan peralatan dan logistik, sehingga mengurangi limbah makanan dan menghemat biaya operasional.
5. Otomatisasi dan Pembelajaran Mesin: Teknologi IoT memungkinkan pengurangan kebutuhan pengawasan fisik melalui otomatisasi, yang meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk.
6. Meningkatkan Pendapatan: Implementasi IoT di sektor logistik makanan dan minuman menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi bagi pemangku kepentingan.
7. Meningkatkan Keamanan dan Keterlacakan: IoT dapat memantau kondisi penyimpanan makanan secara real-time, mencegah kontaminasi, serta memastikan kualitas melalui integrasi blockchain untuk melacak asal produk.
8. Meningkatkan Kinerja Operasional: Dengan IoT, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi operasional, memperkuat keterlibatan pelanggan, dan memperbaiki metrik keuangan.

## Pengaruh IoT terhadap Supply Chain

IoT memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan interaksi dalam rantai pasokan. Menurut [21], rantai pasokan melibatkan hubungan erat antar komponen untuk menjaga stabilitas pasokan. IoT berperan penting dalam menyederhanakan proses seperti sortir bahan baku menggunakan sensor *quality control* dan distribusi otomatis menggunakan teknologi konveyor. Teknologi ini tidak hanya membuat pekerjaan lebih efektif tetapi juga meningkatkan interaksi dalam rantai pasokan. [19] menambahkan bahwa keberhasilan SCM sangat bergantung pada integrasi teknologi. Misalnya, penggunaan sensor IoT memungkinkan pemantauan operasional secara *real-time*, termasuk kualitas produk makanan laut. Penggunaan RFID juga membantu mendeteksi keaslian produk, memastikan keamanan dan kualitas makanan. Oleh karena itu, penerapan IoT menjadi elemen kunci dalam mengoptimalkan rantai pasokan modern dan menjembatani kesenjangan antara informasi dan operasi fisik.

## Studi Kasus

Studi kasus tentang penerapan manajemen rantai pasok dan otomatisasi gudang di tingkat global menunjukkan transformasi signifikan dalam operasional perusahaan besar. Amazon, sebagai pemimpin e-commerce dunia, mengimplementasikan teknologi *Kiva System* untuk mengotomatisasi proses gudang, mencakup pemilihan, pemindaian, pengambilan, dan pengemasan produk. Implementasi lebih dari 45.000 robot sejak 2017 menghasilkan pengurangan biaya operasional sebesar 20% atau sekitar \$22 juta per tahun per gudang, serta peningkatan kecepatan pemrosesan pesanan [28]. Dalam sektor otomotif, Tesla mengoptimalkan rantai pasoknya melalui sistem *Just-In-Time (JIT)* yang terintegrasi dengan otomatisasi tinggi dan analisis data lanjutan. Sistem terkomputerisasi digunakan untuk menangani tugas-tugas berulang, mengurangi kesalahan manual, serta meningkatkan kecepatan produksi. Selain itu, otomatisasi juga diterapkan dalam pengelolaan inventaris, di mana Tesla menggunakan sistem canggih untuk melacak dan mengontrol setiap tahap produksi secara terpadu. Penerapan robot dan sistem otomatis tidak hanya mengurangi kesalahan manusia dan mempercepat proses manufaktur, tetapi juga memastikan kelancaran pasokan suku cadang. Meski demikian, Tesla menghadapi tantangan berupa ketergantungan teknologi dan potensi gangguan sistem yang dapat menghambat produksi [29].

Sejalan dengan tren global, perusahaan-perusahaan di Indonesia mulai mengadopsi teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk meningkatkan kinerja rantai pasok. PT Unilever Indonesia menerapkan IoT secara komprehensif dalam rantai pasoknya, meliputi kemitraan dengan petani lokal untuk menjamin pasokan bahan baku berkualitas, otomatisasi manufaktur untuk meningkatkan efisiensi produksi, serta strategi distribusi yang responsif terhadap permintaan pasar. Implementasi IoT menghasilkan peningkatan transparansi rantai pasok melalui pemantauan *real-time* dan pengurangan risiko distribusi [30].

Studi lain menunjukkan keberhasilan penerapan IoT dalam distribusi LPG 3 kg di Kota Palembang. Melalui sistem *Schedule Agreement* yang mengintegrasikan agen gas, SPPBE, dan bank, terjadi peningkatan akurasi data, penurunan kasus kecurangan, serta percepatan alur distribusi gas [9]. Implementasi IoT di PT Makassar Tene telah memberikan dampak signifikan terhadap operasional perusahaan. Berdasarkan studi [31], terdapat korelasi positif antara tingkat efisiensi biaya dalam rantai pasok dengan tingkat adopsi teknologi IoT. Pemantauan real-time terhadap distribusi dan penggunaan bahan baku memungkinkan perusahaan mengurangi biaya operasional dan meningkatkan profitabilitas. Sistem pemantauan otomatis berbasis IoT juga berkontribusi dalam mengoptimalkan manajemen limbah dan penggunaan bahan baku, sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi produksi. Lebih lanjut, teknologi IoT terbukti meningkatkan fleksibilitas produksi dengan memungkinkan perusahaan menyesuaikan sistem produksi secara lebih cepat dan efisien dalam menghadapi perubahan permintaan pasar serta dinamika rantai pasok. Melalui analisis data berbasis IoT, PT Makassar Tene dapat melakukan pemantauan dan penyesuaian operasional secara *real-time*, yang pada akhirnya meningkatkan daya saing perusahaan di era digital.

## Rekomendasi Implementasi IoT dalam Rantai Pasok

Untuk meningkatkan efektivitas penerapan *Internet of Things (IoT)* dalam rantai pasok, perusahaan dapat mengadopsi beberapa strategi berikut:

1. Integrasi IoT dalam Sistem Manajemen Inventaris  
Perusahaan dapat memanfaatkan sensor IoT dan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) untuk memonitor inventaris secara real-time. Implementasi ini memungkinkan pengurangan kelebihan stok sekaligus meminimalkan risiko kekurangan bahan baku, serta mampu meningkatkan efisiensi produksi [31].
2. Pemantauan Distribusi Menggunakan IoT  
Penggunaan perangkat IoT seperti GPS dan sensor suhu untuk memantau proses distribusi secara real-time dapat meningkatkan ketepatan waktu pengiriman dan menjaga kualitas produk. Hal ini terutama penting bagi sektor yang memerlukan pengendalian kondisi lingkungan [9].
3. Sistem Prediktif untuk Pemeliharaan Mesin

IoT dapat digunakan untuk menganalisis data operasional mesin guna memprediksi kebutuhan perawatan sebelum terjadinya kerusakan. Penerapan ini sangat relevan bagi industri manufaktur dengan tingkat otomatisasi tinggi, seperti Tesla, yang berhasil mengurangi risiko *downtime* akibat kegagalan mesin [29].

4. Otomatisasi Gudang dengan Robotika IoT

Perusahaan di sektor *e-commerce* dan manufaktur dapat mengadopsi teknologi robotika IoT. Implementasi ini terbukti meningkatkan efisiensi operasional dan menurunkan biaya logistik [28].

5. Kolaborasi dengan Mitra Rantai Pasok Berbasis IoT

Perusahaan perlu membangun ekosistem rantai pasok berbasis IoT bersama pemasok dan distributor untuk meningkatkan transparansi data dan responsivitas terhadap perubahan permintaan pasar. Studi menunjukkan bahwa integrasi IoT dalam rantai pasok dapat meningkatkan efisiensi distribusi dan mengurangi potensi kecurangan [30].

6. Pemanfaatan Big Data dan AI untuk Optimalisasi Keputusan

Dengan menggabungkan IoT, analitik big data, dan kecerdasan buatan (AI), perusahaan dapat mengidentifikasi pola konsumsi, mengoptimalkan logistik, dan meningkatkan efisiensi energi dalam operasional mereka. Penerapan ini telah terbukti berhasil dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok di berbagai sektor [17].

Dengan mengimplementasikan rekomendasi-rekomendasi di atas, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi rantai pasok, mengurangi biaya operasional, serta mendukung keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan jejak karbon dan optimalisasi penggunaan sumber daya. Implementasi IoT yang tepat dapat menjadi kunci bagi perusahaan untuk mencapai daya saing yang lebih tinggi di pasar global yang semakin kompetitif.

## Simpulan

Berdasarkan pembahasan, penerapan Internet of Things (IoT) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengelolaan Supply Chain Management (SCM), khususnya dalam mendukung keberlanjutan melalui Green Supply Chain Management (GSCM). IoT tidak hanya memungkinkan integrasi data real-time, tetapi juga memberikan visibilitas yang lebih baik terhadap aktivitas operasional, meningkatkan efisiensi proses, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat. Dalam konteks rantai pasokan makanan dan minuman (FnB), IoT berkontribusi terhadap pengurangan limbah, peningkatan efisiensi logistik, dan pemantauan kualitas produk secara real-time, yang pada akhirnya meningkatkan kepuasan pelanggan dan menciptakan keunggulan kompetitif. IoT juga memainkan peran penting dalam memfasilitasi otomatisasi, pengumpulan data terintegrasi, dan analisis yang mendalam, sehingga mengurangi risiko operasional dan meningkatkan produktivitas. Teknologi seperti sensor pintar, RFID, dan blockchain mampu mendukung keterlacakan dan keamanan produk, yang sangat relevan untuk memenuhi tuntutan global akan produk berkualitas tinggi dan ramah lingkungan. Selain itu, IoT menjadi pendorong utama dalam mendorong perusahaan untuk mengadopsi praktik GSCM, dengan menyelaraskan arus informasi dan fisik secara berkelanjutan. Meskipun tantangan dalam pengolahan data dan integrasi teknologi masih ada, IoT telah terbukti sebagai solusi efektif dalam mengatasi kompleksitas SCM. Dengan implementasi IoT yang semakin luas, perusahaan dapat menciptakan rantai pasokan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan responsif terhadap kebutuhan pasar, sekaligus mendukung tujuan keberlanjutan global.

## Daftar Pustaka

- [1] Z.Masyhur, F.Ibrahim, and D.Hermawan, "Internet of Things (IoT): Security, Threats and Countermeasures," *J. Shift*, vol. 2, no. 2, pp. 15–20, 2022.
- [2] R.Jamal, A. A.Ikhval, N. A.Nisa, S. H.Qulbi, and M. U.Arifin, "Penggunaan Teknologi Informasi dalam Mengoptimalkan Supply Chain Management," *J. Inov. Glob.*, vol. 2, no. 7, pp. 737–750, 2024, doi: 10.58344/jig.v2i7.117.
- [3] D. R.Respati and R.Sukmadewi, "Adaptasi Internet of Things (IoT) dalam Manajemen Distribusi dan Gudang: Rantai Pasokan Pada PT. X," *JIIP (Jurnal Ilm. Ilmu Pendidikan)*, vol. 7, no. 2, pp. 1712–1719, 2024, doi: 10.54371/jiip.v7i2.3767.
- [4] E.Indra *et al.*, "Analisis Pengaruh dan Dampak Penggunaan Internet of Things pada Supply Chain di Food and Beverages Industry," *JGIT (Jurnal Greenation Ilmu Tek.)*, vol. 2, no. 2, pp. 60–74, 2024, doi: <https://doi.org/10.38035/jgit.v2i2>.
- [5] Zainurrafiqi and Gazali, "Pengaruh Digitalisasi Rantai Pasokan Dan Rantai Pasokan Hijau Terhadap Daya Saing Usaha Mikro Kecil Menengah Di Kabupaten Pamekasan," *J. Public Corner Fisip Univ. Wiraraja*, vol. 18, no. 2, pp. 69–81, 2023.
- [6] H.Kusumo, A.Solechan, and D.Marlina, "Mengelola Risiko Pada Manajemen Rantai Pasokan (MRP) Di Industri Farmasi," *Stab. J. Manag. Bus.*, vol. 5, no. 2, pp. 161–173, 2023, doi: 10.26877/sta.v5i2.12554.

- [7] R.Syahrani and Habibullah, "Peran Teknologi Informasi Komunikasi dalam Manajemen Rantai Pasok: Systematic Literatur Review," *J. Bus. Manag.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2024.
- [8] C. F.Durach, J.Kembro, and A.Wieland, "A New Paradigm for Systematic Literature Reviews in Supply Chain Management," *J. Supply Chain Manag.*, vol. 53, no. 4, pp. 67–85, 2017, doi: 10.1111/jscm.12145.
- [9] S. W.Effendy and Ita, "Implementasi IoT dalam Manajemen Rantai Pasok Distribusi Elpiji pada Agen Gas 3 Kg di Kota Palembang," *Remik Ris. dan E-Jurnal Manaj. Inform. Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 565–571, 2023, doi: 10.33395/remik.v7i1.12100.
- [10] K.Sallam, A. W.Mohamed, and M.Mohamed, "Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management: Challenges, Opportunities, and Best Practices," *Sustain. Mach. Intell. J.*, vol. 2, pp. 1–32, 2023, doi: 10.61185/smij.2023.22103.
- [11] E.Apriani *et al.*, "Penerapan SCM Dan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Pengelolaan Sampah Yang Berkelanjutan," *BERNAS J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 195–199, 2023.
- [12] K. O.Abudu, "Kejadian Obesitas Pada Remaja Usia 12-18 Tahun Di kota Yogyakarta," p. 127, 2020.
- [13] D. L.Azzahra and W.Santosa, "Pengaruh Internet Untuk Segala Dan Kolaborasi Rantai Pasokan Terhadap Kinerja Keberlanjutan," *J. Econ. Bussines Account.*, vol. 7, no. 5, pp. 3761–3783, 2024, doi: 10.31539/costing.v7i5.11021.
- [14] Armando and S. V.Riorini, "Dampak Benefits Dan Challenges Iot Adoption Terhadap Supply Chain Performance Dan Organizational Performance," *Equilib. J. Penelit. Pendidik. dan Ekon.*, vol. 20, no. 02, pp. 201–214, 2023, doi: 10.25134/equi.v20i02.7542.
- [15] K.Pal and A. U.-H.Yasar, "Internet of Things Impact on Supply Chain Management," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 220, pp. 478–485, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.03.061.
- [16] I.Machorro-Cano, J. O.Olmedo-Aguirre, G.Alor-Hernández, L.Rodríguez-Mazahua, J. L.Sánchez-Cervantes, and A.López-Chau, "SCM-IoT: An Aproach for Internet of Things Services Integration and Coordination," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 6, pp. 1–35, 2022, doi: 10.3390/app12063133.
- [17] H.Ridhah, N.Sumarni, T. R. Y.Siregar, and Fitria, "Internet of Things Implementation Analysis Of Green Supply Chain Management In Companies," *Krigan J. Manag. Sharia Bus.*, vol. 1, no. 1, pp. 52–63, 2023.
- [18] Alwansyah and A.Fahrurrozi, "Implementasi Internet of Thing (IoT) Sistem Monitoring Kualitas Air Shrimp Farming Vaname Pada Aplikasi Berbasis Android," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 29, no. 1, pp. 71–85, 2024, doi: 10.35760/tr.2024.v29i1.11227.
- [19] A.Rizwan, D. A.Karras, J.Kumar, M.Sánchez-Chero, M. M.Mogollón Taboada, and G. C.Altamirano, "An Internet of Things (IoT) Based Block Chain Technology to Enhance the Quality of Supply Chain Management (SCM)," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2022, pp. 1–12, 2022, doi: 10.1155/2022/9679050.
- [20] A.Basit, V. K.Bakti, and I.Afriliana, "Peningkatan Kompetensi Siswa Dalam Implementasi Internet of Things dengan Interface Cloud," *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 8, no. 2, pp. 2383–2392, 2024, doi: 10.31764/jmm.v8i2.22068.
- [21] R.Nofrialdi, E. B.Saputra, and F.Saputra, "Pengaruh Internet of Things: Analisis Efektivitas Kerja, Perilaku Individu dan Supply Chain," *J. Manaj. dan Pemasar. Digit.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2023, doi: 10.38035/jmpd.v1i1.17.
- [22] X.Greyson, "Implementasi Internet of Things (Iot) Dalam Konteks Manufaktur: Mendobrak Tradisi Dengan Teknologi," *J. Teknol. Pint.*, vol. 4, no. 3, pp. 1–19, 2024.
- [23] M.Arifin, D. F. H. P.Kasanah, P. A.Raharja, N. N.Qisthani, F. T.Syifa, and F.Faizah, "Perancangan Sistem Pemantauan Kelelahan Driver Berbasis IoT (Internet Of Things) Yang Adaptif Untuk Transportasi Makanan Segar: Studi Kasus Di Industri Logistik," *J. Kendali Tek. dan Sains*, vol. 1, no. 4, pp. 158–171, 2023, doi: 10.59581/jkts-widyakarya.v1i4.2959.
- [24] S.Cao, H.Johnson, and A.Tulloch, "Exploring blockchain-based Traceability for Food Supply Chain Sustainability: Towards a Better Way of Sustainability Communication with Consumers," in *4th International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing*, Elsevier B.V., 2022, pp. 1437–1445. doi: 10.1016/j.procs.2022.12.342.
- [25] A.Rejeb, K.Rejeb, S.Zailani, H.Treiblmaier, and K. J.Hand, "Integrating the Internet of Things in the halal food supply chain: A systematic literature review and research agenda," *Internet of Things*, vol. 13, pp. 1–18, 2021, doi: 10.1016/j.iot.2021.100361.
- [26] T. P.daCosta *et al.*, "A Systematic Review of Real-Time Monitoring Technologies and Its Potential Application to Reduce Food Loss and Waste: Key Elements of Food Supply Chains and IoT Technologies," *Sustainability*, vol. 15, pp. 1–27, 2023, doi: 10.3390/su15010614.

- [27] T.Mulyadi, A.Firdaus, D.Kristanti, andSunarni, “Transformasi Industri Makanan dan Minuman Tradisional dengan Pendekatan Industri 4.0: Studi Kasus pada Usaha Kuliner di Wilayah Jakarta,” *J. Bisnis dan Manaj. West Sci.*, vol. 2, no. 4, pp. 333–342, 2023, doi: 10.58812/jbmws.v2i04.777.
- [28] M.Sofiah andS.Aisyah, “Analysis of Supply Chain Management Implementation on Amazon E-Commerce,” *J. Indones. Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 385–390, 2022, doi: 10.53697/jim.v2i2.779.
- [29] R. A.Ramadani, B. K.Hati, andZ.Setiawan, “Warehousing and Inventory Management Analysis: Case Study Tesla, Inc.,” *J. Media Akad.*, vol. 2, no. 9, pp. 1–17, 2024.
- [30] B. P.Dinaka, M. I.Firmansyah, D.Rikzen, N.Eriana, andM.Huda, “Meningkatkan Kinerja Supply Chain melalui Internet of Things (IoT): Studi Kasus PT. Unilever Indonesia Tbk,” *J. Ekon. Dirgant.*, vol. 9, no. 1, pp. 49–55, 2025.
- [31] Mahfudnurnajamuddin, Suriyanti, M. K.Asror, andS.Syahid, “Pengaruh Teknologi Internet Of Things (IOT) dalam Rantai Pasok Terhadap Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, dan Fleksibilitas Produksi di PT Makassar Tene,” *Cent. Econ. Student J.*, vol. 8, no. 1, pp. 161–172, 2025.
- [32] C.Houston, S.Gooberman-hill, R.Mathie, A.Kennedy, Y.Li, and P.Baiz, “Case Study for the Return on Investment of Internet of Things Using Agent-Based Modelling and Data Science,” *systems*, vol. 5, no. 4, pp. 1–46, 2017, doi: 10.3390/systems5010004.