



DOI: <https://doi.org/10.38035/jmpd.v3i2>  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Penerapan Teknologi IoT dalam Optimalisasi Rantai Pasok Industri Logistik

Muhammad Zidhan Augestri<sup>1</sup>, Achmad Fauzi<sup>2</sup>, Aqila Naima Khairunnisa<sup>3</sup>, Dyah Ayu Siti Sundari<sup>4</sup>, Revi Arnan<sup>5</sup>, Yeremia Todo Sihombing<sup>6</sup>, Bungaran Saing<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Universitas Bina Nusantara, Indonesia, [muhammad.augestri@binus.ac.id](mailto:muhammad.augestri@binus.ac.id)

<sup>2</sup>Universitas Bina Nusantara, Indonesia, [achmad.fauzi@binus.ac.id](mailto:achmad.fauzi@binus.ac.id)

<sup>3</sup>Universitas Bina Nusantara, Indonesia, [aqila.khairunnisa@binus.ac.id](mailto:aqila.khairunnisa@binus.ac.id)

<sup>4</sup>Universitas Bina Nusantara, Indonesia, [dyah.sundari@binus.ac.id](mailto:dyah.sundari@binus.ac.id)

<sup>5</sup>Universitas Bina Nusantara, Indonesia, [revi.arnan@binus.ac.id](mailto:revi.arnan@binus.ac.id)

<sup>6</sup>Universitas Bina Nusantara, Indonesia, [yeremia.sihombing@binus.ac.id](mailto:yeremia.sihombing@binus.ac.id)

<sup>7</sup>Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia, [bungaran.saing@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:bungaran.saing@dsn.ubharajaya.ac.id)

Corresponding Author: [muhammad.augestri@binus.ac.id](mailto:muhammad.augestri@binus.ac.id)<sup>1</sup>

**Abstract:** *This study explores the challenges of applying Internet of Things (IoT) technology in the complex and dynamic supply chain of the logistics industry. The main goals are to identify key obstacles, understand success factors, and determine the most impactful IoT components in logistics processes. A qualitative case study approach was used, focusing on logistics companies that have implemented IoT. Data were collected through interviews, field observations, and documentation, then analyzed descriptively. The findings show several challenges, such as limited infrastructure, employee resistance to change, and system integration complexity. Success is strongly influenced by management support, employee training, and technological readiness. The most critical IoT components include tracking sensors, real-time communication devices, and data analytics systems. These technologies significantly improve tracking accuracy, operational efficiency, and coordination among stakeholders. In conclusion, IoT plays a vital role in optimizing supply chain performance, but its success depends on how well the challenges are managed and how effectively key IoT components are integrated into operational strategies.*

**Keyword:** *Internet of Things, Digital Supply Chain Management, Logistic Industry*

**Abstrak:** Penelitian ini membahas tantangan dalam penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada supply chain industri logistik yang kompleks dan dinamis. Tujuannya adalah mengkaji kendala yang dihadapi, mengidentifikasi faktor keberhasilan, serta menentukan komponen IoT yang paling berpengaruh dalam proses logistik. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan studi kasus pada perusahaan logistik yang telah mengimplementasikan IoT. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi, lalu dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan adanya tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, resistensi dari sumber daya manusia, dan kompleksitas integrasi sistem. Faktor pendukung keberhasilan mencakup dukungan manajemen, pelatihan

karyawan, dan kesiapan teknologi. Komponen IoT yang paling berpengaruh adalah sensor pelacakan, perangkat komunikasi real-time, dan sistem analitik data. Penerapan IoT terbukti mampu meningkatkan akurasi pelacakan, efisiensi operasional, dan koordinasi antar pihak. Kesimpulannya, keberhasilan implementasi IoT sangat bergantung pada pengelolaan tantangan serta fokus pada komponen utama sebagai bagian dari strategi inovasi supply chain.

**Kata Kunci:** Internet of Things, Digital Supply Chain Management, Industri Logistik

## PENDAHULUAN

Rantai pasok adalah sistem organisasi yang mencakup berbagai kegiatan mulai dari produksi sampai ke tangan customer. Rantai pasok biasanya terdiri dari supplier, manufaktur, distributor, ritel (Tunjang. 2022). Dengan mengintegrasikan teknologi ke rantai pasok, perusahaan bisa lebih optimal untuk mengurangi biaya operasional, efisiensi waktu dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Tanjung & Aslami. 2023).

Kemajuan teknologi telah membawa transformasi besar dalam berbagai sektor industri, termasuk industri logistik. Salah satu inovasi penting dalam revolusi industri 4.0 adalah penerapan internet of Things (IoT) (Fadillah and Gunawan., 2024). Di Eropa, terutama di Jerman, teknologi Internet of Things (IoT) menjadi salah satu dasar utama dalam perkembangan Industri 4.0 di sektor manufaktur. Revolusi industri pertama dimulai dengan penggunaan tenaga mesin (Industry 1.0), yang kedua dengan produksi massal (Industry 2.0), dan yang ketiga dengan munculnya teknologi digital (Industry 3.0). Dan yang terakhir adalah Industry 4.0 yaitu gabungan antara teknologi informasi dan komunikasi dengan teknologi industri (Ben-Daya et al., 2017).

Logistik adalah salah satu tulang punggung dalam mendukung pergerakan ekonomi di Indonesia karena Indonesia memiliki ribuan pulau, sehingga pengelolaan logistik menjadi lebih rumit dibandingkan dengan negara lain. Dengan adanya perkembangan teknologi di Indonesia membantu proses logistik menjadi lebih efektif dan efisien. Beberapa perusahaan di Indonesia sudah mulai menggunakan teknologi untuk membantu proses logistik salah satunya Internet of Things (usanto et al., 2024).

Tetapi disisi lain, di Indonesia juga masih belum bisa memanfaatkan Iot secara maksimal, karena masih banyak yang belum paham bagaimana penggunaan IoT dengan benar dan manfaatnya untuk jangka panjang, ditambah infrastruktur digital di beberapa daerah juga belum siap. Selanjutnya untuk mengadopsi IoT membutuhkan biaya yang mahal (Yasirandi et al., 2020).

Dalam industri logistik, penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam rantai pasok memberikan dampak signifikan terhadap optimalisasi proses logistik, khususnya dalam hal efisiensi pengiriman barang dan pengelolaan inventaris (Judijanto et al., 2025). Dengan mengadopsi teknologi seperti RFID, middleware, dan cloud computing, mampu meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya dalam sistem rantai pasok yang ada (Khan et al., 2022).

Implementasi IoT dalam pengelolaan inventaris memungkinkan perusahaan untuk melakukan stok barang secara otomatis sehingga mengurangi overstocking atau understocking yang bisa menyebabkan kerugian finansial dan ketidakpuasan pelanggan (Judijanto et al., 2025). Selain itu, warehouse management system (WMS) yang didukung oleh IoT juga mampu meningkatkan efisiensi pemrosesan inventaris dan mengurangi kesalahan manusia (Mostafa et al., 2019).

Teknologi IoT juga bisa mengurangi limbah dalam sistem logistik. Dengan sensor yang mampu mendeteksi suhu, kelembaban, hingga getaran, perusahaan bisa mencegah kerusakan barang sebelum terjadi, terutama untuk logistik makanan dan farmasi (Farooq et al., 2019).

Penerapan teknologi IoT dalam sistem logistik membantu perusahaan beralih dari cara kerja manual ke sistem yang lebih otomatis dan efisien. Sebelum adanya IoT, banyak kegiatan

dalam rantai pasok dilakukan secara manual seperti mencatat stok barang, menghitung estimasi waktu pengiriman, atau mengurus dokumen pengiriman (Putri dan Nasihin., 2025).

Mengimplementasikan IoT dan teknologi Big Data membuat operasional logistik menjadi lebih efisien, akurat, dan responsif. Pelacakan real-time mengurangi risiko kehilangan barang hingga 30%, mengurangi ketergantungan tenaga manusia 25%. dan juga meningkatkan akurasi peramalan permintaan sebesar 15%, serta menurunkan konsumsi bahan bakar 15%. (Usanto et al., 2024). Selain itu dengan analitik real-time bisa mempercepat pengambilan keputusan yang berbasis data. Dengan adanya data yang terkumpul secara otomatis dan terus menerus, perusahaan bisa mengidentifikasi pola, tren sebelumnya (Zahra and Nasution., 2024). Sehingga, IoT bisa membantu perusahaan membuat strategi rantai pasok yang lebih responsif dan adaptif terhadap perubahan permintaan pasar (Wamba et al., 2020).

Rumusan Masalah:

1. Apa saja tantangan yang dihadapi industri logistik dalam menerapkan teknologi IoT pada rantai pasok?
2. Faktor apa saja yang memengaruhi keberhasilan penerapan IoT dalam rantai pasok logistik?
3. Apa saja komponen teknologi IoT yang paling berpengaruh dalam proses logistik dan rantai pasok?

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk memahami makna di balik fenomena yang diteliti. Metode berfokus pada pengumpulan informasi tentang persepsi, perilaku, dan pengalaman individu atau kelompok. Metode kualitatif dipilih karena bertujuan untuk memahami secara mendalam fenomena penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam optimalisasi rantai pasok industri logistik, termasuk pengaruh, manfaat, serta tantangan yang dihadapi.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur yang meliputi pengumpulan dan telaah terhadap jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian, dan studi kasus yang membahas penerapan IoT dalam rantai pasok dan logistik. Literatur yang digunakan dalam penelitian ini dipilih secara selektif berdasarkan relevansi dengan topik, kredibilitas sumber, serta waktu publikasi yang relatif baru, yakni dari tahun 2020 hingga sekarang. Pemilihan ini bertujuan untuk memastikan bahwa informasi dan data yang dikaji mencerminkan perkembangan teknologi dan praktik terbaru. Literatur yang dianalisis mencakup berbagai bidang, mulai dari konsep dasar Internet of Things (IoT), penerapannya dalam manajemen rantai pasok, hingga hasil studi empiris yang membahas dampak, manfaat, dan tantangan implementasi IoT di industri logistik.

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.

No	Author	Jurnal	Judul	Hasil
1.	Riezca Talita Trista	Jurnal Sains dan Teknologi Widyaloka  Vol: 1, No. 2, Juli 2022	Peran <i>Internet Of Things</i> (IoT) Dalam Industri 4.0	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa IoT berperan penting dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan otomatisasi di sektor industri, termasuk dalam rantai pasok dan logistik. IoT memungkinkan pemantauan kondisi barang, pelacakan pengiriman, dan pengelolaan inventaris secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi. Tantangan utama yang dihadapi

				<p>meliputi kebutuhan infrastruktur teknologi yang memadai, keamanan data, serta kesiapan sumber daya manusia. Faktor keberhasilan penerapan IoT mencakup integrasi sistem yang baik, dukungan manajemen, dan pelatihan berkelanjutan. Komponen IoT yang paling berpengaruh adalah sensor pintar, perangkat komunikasi nirkabel, dan platform analitik data yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara cepat dan tepat.</p>
2.	Galina V. Ivankova, Ekaterina P. Mochalina dan Natalia L. Goncharova	<p><i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i> 2020</p> <p><a href="https://doi.org/10.1088/1757-899X/940/1/012033">https://doi.org/10.1088/1757-899X/940/1/012033</a></p>	<i>Internet of Things (IoT) in Logistics</i>	<p>Hasil penelitian ini membahas bahwa IoT memiliki potensi besar untuk merevolusi manajemen logistik dengan meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kecepatan pengambilan keputusan. Tantangan utama yang dihadapi industri logistik dalam menerapkan IoT meliputi masalah keamanan data, interoperabilitas perangkat, dan kesiapan infrastruktur teknologi. Faktor keberhasilan penerapan IoT sangat bergantung pada integrasi sistem yang baik, dukungan manajemen, serta pelatihan sumber daya manusia. Komponen teknologi IoT yang paling berpengaruh dalam proses logistik dan rantai pasok adalah sensor pintar, teknologi RFID, jaringan komunikasi yang handal, serta platform analitik data yang mampu mengolah informasi secara real-time untuk pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.</p>
3.	Erwin Raza , La Ode Sabaruddin , Aziza Leila Komala	<p>Jurnal Logistik Indonesia Vol: 4 , No.1, April 2020</p> <p><a href="https://doi.org/10.31334/logistik.v4i1.873">https://doi.org/10.31334/logistik.v4i1.873</a></p>	Manfaat dan Dampak Digitalisasi Logistik di Era Industri 4.0	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa digitalisasi logistik di era Industri 4.0, termasuk penerapan teknologi IoT, memberikan manfaat signifikan berupa peningkatan efisiensi operasional, transparansi rantai pasok, dan pengurangan biaya melalui otomatisasi serta pemantauan secara real-time. Dampak positif lainnya adalah percepatan pengambilan keputusan dan kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap perubahan pasar. Namun, tantangan yang dihadapi meliputi kebutuhan investasi teknologi yang besar, risiko</p>

				<p>keamanan data, serta perlunya peningkatan kompetensi sumber daya manusia. Faktor keberhasilan penerapan digitalisasi sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, dukungan manajemen, dan kolaborasi antar pemangku kepentingan. Komponen teknologi IoT yang paling berpengaruh meliputi sistem pelacakan dan monitoring, big data analytics, serta platform komunikasi yang menghubungkan elemen rantai pasok secara real-time.</p>
4.	<p>Wisnu Adi Pranata dan Ichwan Nul Ichsan</p>	<p><i>Journal Of Social Science Research</i>,  <i>Volume 4 Nomor 6 Tahun 2024</i></p>	<p>Menggali Peluang Pasar dan Keuntungan Ekonomi dari Penerapan Industrial IoT</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Industrial Internet of Things (IoT) dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, dan membuka peluang bisnis baru di berbagai sektor industri. Teknologi ini memungkinkan pengumpulan data real-time untuk mengoptimalkan proses produksi dan layanan. Namun, tantangan utama meliputi keamanan data dan kebutuhan infrastruktur yang kuat. Dengan manajemen risiko yang tepat, manfaat IoT dapat dimaksimalkan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi.</p>
5.	<p>Mahfudnurnajamuddin, Suriyanti, Moh Khozinatul Asror, dan Sunardy Syahid</p>	<p><i>Center of Economic Student Journal</i>  Vol. 8 No. 1, Januari 2025</p>	<p>Pengaruh Teknologi Internet Of Things (IoT) dalam Rantai Pasok Terhadap Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, dan Fleksibilitas Produksi di PT Makassar Tene</p>	<p>Hasil penelitian dari jurnal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam rantai pasok di PT Makassar Tene berkontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi biaya, mengurangi limbah (waste), dan meningkatkan fleksibilitas produksi. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan regresi linear berganda yang membuktikan bahwa faktor-faktor tersebut secara positif memengaruhi keberhasilan penerapan IoT dalam rantai pasok. Selain itu, tantangan utama yang dihadapi meliputi kesiapan infrastruktur teknologi, keamanan data, dan kebutuhan pelatihan sumber daya manusia. Komponen IoT yang paling berpengaruh adalah sensor pintar, perangkat pengumpulan data real-time, jaringan komunikasi, dan platform</p>

				analitik yang mendukung pengambilan keputusan cepat dan akurat.
6.	Zahrasadat Hasheminasab, Esmaeil Mazroui Nasrabadi, dan Zahra Sadeqi-Arani	<i>International Journal of Industrial Engineering &amp; Production Research</i> ,  Vol. 35, No. 3, September 2024  <a href="https://doi.org/10.22068/ijiepr.35.3.2046">https://doi.org/10.22068/ijiepr.35.3.2046</a>	<i>Challenges and Drivers of the Internet of Things in the Supply Chain: A Systematic Review</i>	Hasil Penelitian ini menunjukkan, industri logistik menghadapi berbagai tantangan signifikan dalam menerapkan teknologi Internet of Things (IoT) pada rantai pasok. Tantangan-tantangan tersebut dikategorikan ke dalam 16 kelompok utama, termasuk di antaranya adalah tingginya biaya investasi awal, kurangnya standarisasi dan regulasi yang mendukung, risiko terhadap privasi dan keamanan data, serta resistensi organisasi terhadap perubahan teknologi. Selain itu, keterbatasan perangkat keras dan lunak, kurangnya kesadaran terhadap manfaat IoT, dan lemahnya koordinasi antar pihak dalam rantai pasok juga menjadi hambatan yang dominan. Di sisi lain, penelitian ini juga mengidentifikasi 14 faktor utama yang mendorong keberhasilan penerapan IoT. Faktor-faktor tersebut terdiri dari tekanan eksternal seperti tuntutan pasar, pemahaman organisasi terhadap manfaat IoT, dukungan dan insentif dari pemerintah, serta manfaat yang diperoleh setelah implementasi, seperti peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya logistik, dan penguatan kolaborasi antar mitra rantai pasok. Dalam hal komponen teknologi, studi ini menyoroti bahwa perangkat sensor pintar (seperti RFID), teknologi komunikasi seperti 5G dan LPWAN, platform analitik big data, serta sistem manajemen berbasis IoT yang terintegrasi dengan ERP dan SCM merupakan komponen paling berpengaruh dalam meningkatkan visibilitas, kecepatan, dan ketepatan proses logistik secara keseluruhan.
7.	Muhammad Danu, Fahrurrozi Mawasandi, Zakaria Nur Aziz, M. Fahrul Ghifari	Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT),	Transformasi Manajemen Rantai Pasokan Berbasis Internet of Things (IoT): Tinjauan Literatur	Hasil penelitian ini menggunakan metode studi literatur sistematis yang meliputi pengujian kualitas studi, pengumpulan dan karakterisasi data, analisis, serta interpretasi hasil. Fokus penelitian

	Rosyadi, dan Bayu Wahyudi	Vol. 4, No. 1, Maret 2025 <a href="https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i1.535">https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i1.535</a>		adalah menganalisis peran IoT dalam transformasi manajemen rantai pasok serta mengidentifikasi tantangan utama dalam penerapannya. Hasil kajian menunjukkan bahwa IoT berperan krusial dalam meningkatkan efisiensi operasional, visibilitas, dan responsivitas rantai pasok melalui integrasi perangkat pintar seperti sensor dan RFID. Namun, tantangan seperti keamanan data, biaya investasi tinggi, dan keterbatasan infrastruktur menjadi hambatan utama. Oleh karena itu, strategi komprehensif yang mencakup kebijakan insentif, penguatan infrastruktur digital, dan peningkatan literasi teknologi sangat diperlukan untuk mendukung implementasi IoT dalam manajemen rantai pasok
8.	Muhammad Izzat Sallehudin, Hani Kalsom Hashim, Mohd Iqbal Shamsudheen, Mohd Norsyarizad Razali, dan Nor Bahiyah Omar	<i>International Journal on Informatics Visualization</i> Maret 2025 <a href="https://doi.org/10.62527/joiv.9.2.2259">https://doi.org/10.62527/joiv.9.2.2259</a>	<i>Addressing Challenges and Enhancing Sustainability in the Food Supply Chain Management for the Malaysian Armed Forces Based on IoT Technologies</i>	Hasil penelitian ini menyoroti tantangan utama dalam pengelolaan rantai pasok makanan di Angkatan Bersenjata Malaysia (MAF), khususnya terkait dengan ketidakpatuhan kontraktor terhadap kewajiban kontrak, yang mengakibatkan pasokan yang tidak memadai, keterlambatan pengiriman, dan kualitas ransum segar yang tidak sesuai standar. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan antara penanganan pengiriman, kontrol kualitas, kondisi penyimpanan, manajemen rantai pasok makanan, dan manajemen kontrak terhadap kualitas ransum segar militer. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan pengumpulan data melalui survei kuesioner dan analisis menggunakan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan rantai pasok makanan di MAF dengan menyediakan solusi untuk pemantauan real-time dan pengelolaan data yang lebih baik. Studi ini juga memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya guna memperdalam pemahaman tentang penerapan IoT dalam konteks militer.

9.	Karam M. Sallam, Ali Wagdy Mohamed, dan Mona Mohamed	SMIJ 2023, Vol. 2 <a href="https://doi.org/10.61185/SMIJ.2023.22103">https://doi.org/10.61185/SMIJ.2023.22103</a>	<i>Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management: Challenges, Opportunities, and Best Practices</i>	Hasil penelitian ini menggunakan pendekatan survei literatur komprehensif yang mengkaji berbagai aplikasi IoT dalam manajemen rantai pasok, tantangan yang dihadapi, peluang yang muncul, serta praktik terbaik yang dapat diadopsi. Analisis dilakukan dengan menelaah literatur dari berbagai sumber terpercaya dan mengidentifikasi tren utama dalam penerapan IoT. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun IoT membawa banyak manfaat seperti peningkatan visibilitas, efisiensi, dan pengurangan biaya, tantangan seperti keamanan data, integrasi sistem, dan kesiapan SDM harus diatasi dengan strategi yang matang. Penelitian ini merekomendasikan penerapan standar keamanan yang ketat, pelatihan SDM, dan penggunaan teknologi yang dapat berkembang seiring waktu untuk memastikan keberhasilan implementasi IoT dalam rantai pasok.
10.	Amelia Maharani Putri, Achmad Fauzi, Mikael Ladhuny, Isabelle Joanna Aritonang, Antariksa Dunia Aryanto, Diva Maharani, Zafira Esya Salsabila, dan Yodi Eko Adinugroho.	Jurnal Ilmu Multidisiplin (JIM), Vol. 3 No. 2, Juli-September 2024.	Strategi Penerapan Rantai Pasok Digital Berkelanjutan: Peluang dan Tantangan di Era Digital	Hasil penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur dan analisis kualitatif untuk mengidentifikasi peluang dan tantangan dalam penerapan rantai pasok digital berkelanjutan. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun terdapat berbagai hambatan, strategi yang tepat seperti integrasi teknologi, pengembangan SDM, dan kolaborasi dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan rantai pasok.
11.	J R Arunkumar, Velmurugan . S, Balarengadurai Chinnaiah, G Charulatha, Ramkumar Prabhu Meenakshisundaram, A Prabhu Chakkaravarthy	<i>Computer System Science and Engineering</i> (2022) <a href="https://doi.org/10.32604/csse.2023.031605">https://doi.org/10.32604/csse.2023.031605</a>	<i>Logistic Regression with Elliptical Curve Cryptography to Establish Secure IoT</i>	Hasil penelitian ini mengusulkan pendekatan gabungan antara pembelajaran mesin regresi logistik dan kriptografi kurva eliptik (Elliptic Curve Cryptography/ECC), yang disebut sebagai LRECC (Logistic Regression with Elliptical Curve Cryptography), untuk membangun struktur IoT yang aman. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk mencegah, mendeteksi, dan mengurangi ancaman keamanan

				<p>dalam jaringan IoT. Dalam metode ini, algoritma ECC digunakan untuk menghasilkan dan mendistribusikan kunci keamanan yang ringan, sehingga mengurangi overhead pada proses routing. Sementara itu, teknik pembelajaran mesin regresi logistik digunakan untuk memilih pemancar optimal berdasarkan hasil analisis cerdas, yang meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi keterlambatan dalam jaringan sensor nirkabel (WSN). Hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekatan LRECC dapat mengurangi keterlambatan hingga 29,95% dan menyediakan jalur routing yang andal dengan overhead yang rendah. Aplikasi utama dari pendekatan ini adalah pada kota pintar, di mana keamanan dan efisiensi komunikasi data sangat penting. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi jaringan IoT dengan mengintegrasikan teknik pembelajaran mesin dan kriptografi ringan, yang sangat relevan untuk perangkat IoT dengan sumber daya terbatas.</p>
12.	Saloua Aoulad Allouch, Khalid Amechnoue, Iman Achatbi	<p>IJSOM <i>International Journal of Supply and Operation Management</i></p> <p>Vol: 10, 2022</p> <p><a href="https://doi.org/10.22034/IJSOM.2023.109230.2270">https://doi.org/10.22034/IJSOM.2023.109230.2270</a></p>	<i>An Ontological Approach to Model Outbound Logistics based on Internet of Things (OLP-IOT)</i>	<p>Hasil penelitian ini mengembangkan pendekatan ontologis untuk meningkatkan interoperabilitas dan efisiensi dalam logistik keluar melalui integrasi teknologi Internet of Things (IoT). Penelitian ini menyoroti bahwa proses logistik keluar menghasilkan data heterogen dari berbagai sumber seperti sensor dan tag RFID, yang sering kali menggunakan format dan kosakata berbeda. Kehadiran data yang beragam ini menimbulkan tantangan dalam hal interoperabilitas dan berbagi informasi di antara berbagai pemangku kepentingan. Untuk mengatasi masalah ini, pendekatan OLP-IOT yang dikembangkan menggunakan pemodelan semantik berbasis ontologi untuk memperkaya data IoT secara semantik, memungkinkan</p>

				<p>identifikasi produk dan objek logistik, serta kontekstualisasi data untuk analisis yang lebih mendalam. Ontologi ini dibangun menggunakan metodologi NeOn, yang menekankan pada modularitas dan penggunaan kembali komponen ontologi yang ada. Selain itu, sistem penalaran dikembangkan untuk membantu para ahli logistik dalam membangun solusi perangkat lunak secara bertahap dan semi-otomatis untuk masalah yang muncul secara instan. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan visibilitas rantai pasok, keamanan, dan pelacakan produk, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen logistik keluar.</p>
13.	<p>Khaista Rahman, Muhammad Adnan Aziz, Nighat Usman, Tayybah Kiren, Tanweer Ahmad Cheema, Hina Shoukat, Tarandeep Kaur Bhatia,Asrin Abdollahi, Ahthasham Sajid</p>	<p><i>Hindawi, Mobile Information Systems,</i>  <i>Volume 2023</i>  <a href="https://doi.org/10.1155/2023/76903">https://doi.org/10.1155/2023/76903</a>  <u>22</u></p>	<p><i>Cognitive Lightweight Logistic Regression-Based IDS for IoT-Enabled FANET to Detect Cyberattacks</i></p>	<p>Penelitian ini membahas tantangan utama dalam penerapan teknologi IoT pada jaringan logistik berbasis UAV (FANET), seperti gangguan konektivitas, latensi tinggi, dan kerentanan terhadap serangan siber akibat mobilitas UAV yang tinggi. Untuk mengatasi hal ini, dikembangkan sistem deteksi intrusi berbasis <i>cognitive lightweight logistic regression</i> (LR) yang mampu mengidentifikasi serangan seperti DoS/DDoS dengan efisien. Keberhasilan penerapan IoT dalam konteks ini ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk penggunaan algoritma machine learning yang ringan dan akurat, pemanfaatan dataset UNSW-NB15 sebagai data pelatihan yang representatif, serta desain jaringan yang mendukung komunikasi air-to-air (A2A) dan air-to-ground (A2G). Komponen utama IoT yang berpengaruh dalam sistem ini mencakup node sensor di darat, UAV sebagai pengumpul data, dan teknologi komunikasi seperti Zigbee dan jaringan 5G. Hasil simulasi menunjukkan bahwa logistic regression memberikan akurasi deteksi serangan tertinggi, yaitu sebesar 82,54%, melampaui algoritma lain seperti Random Forest dan XGBoost.</p>

14.	Husnain Arshad, Tarek Zayed	Sensors (2024) <a href="https://doi.org/10.3390/s24154900">https://doi.org/10.3390/s24154900</a>	<i>A Multi-Sensing IoT System for MiC Module Monitoring during Logistics and Operation Phases</i>	Penelitian ini membahas sistem IoT berbasis multi-sensor untuk memantau kondisi struktural modul MiC selama proses logistik dan operasional. Tantangan utama yang dihadapi dalam penerapan IoT pada rantai pasok logistik adalah tingginya risiko kerusakan laten akibat transportasi multimoda, ketidakpastian kondisi lingkungan, serta kebutuhan pemantauan struktur yang bergerak. Untuk menjawab tantangan tersebut, dikembangkan perangkat sensor
15.	Junejo Dahshilla	QLANTIC. <i>Journal of Social Sciences and Humanities</i> . Vol: 5, No. 3. 2024 <a href="https://doi.org/10.55737/qjssh.336495530">https://doi.org/10.55737/qjssh.336495530</a>	<i>Supply Chain Management Construction: The Role of IoT in Human Resource Management and Green Logistics</i>	Penelitian ini membahas peran IoT dalam mengatasi tantangan logistik seperti inefisiensi operasional, kurangnya transparansi, dan dampak lingkungan yang tinggi. Keberhasilan penerapan IoT ditentukan oleh kesiapan teknologi, integrasi sensor cerdas, dan dukungan regulasi lingkungan. IoT terbukti efektif meningkatkan efisiensi manajemen SDM dan logistik melalui pemantauan real-time, pelacakan barang, serta pengurangan limbah dan emisi. Komponen teknologi yang paling berpengaruh mencakup sensor suhu dan kelembaban, perangkat pelacak, serta sistem komunikasi berbasis GPS dan MQTT.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Seiring berkembangnya era digital, Internet of Things (IoT) telah menjadi inovasi penting dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan rantai pasok logistik. Meski menawarkan banyak manfaat, penerapan IoT juga menghadapi berbagai tantangan dan dipengaruhi oleh beberapa faktor kunci. Bagian ini membahas tentang tantangan, faktor keberhasilan, serta komponen teknologi IoT yang paling berpengaruh dalam proses logistik dan rantai pasok.

### Tantangan Industri Logistik dalam Menerapkan Teknologi IoT pada Rantai Pasok

#### Tantangan Teknis:

1. Keamanan Data dan Privasi: Penggunaan IoT yang menghubungkan berbagai perangkat secara langsung dan terus-menerus menjadikannya rentan terhadap ancaman siber, seperti peretasan, penyalahgunaan data, maupun manipulasi informasi logistik.

2. Interoperabilitas Perangkat dan Sistem: Perangkat IoT yang berasal dari berbagai produsen sering kali tidak menggunakan standar teknis yang sama. Perbedaan ini menimbulkan kesulitan dalam menyatukan sistem secara keseluruhan, yang pada akhirnya menghambat aliran informasi dan keterhubungan dalam rantai pasok.
3. Keterbatasan Infrastruktur: Tidak meratanya infrastruktur digital, terutama di daerah yang masih berkembang atau terpencil, menjadi hambatan utama dalam penerapan IoT secara optimal. Jaringan yang belum stabil juga berdampak pada efektivitas sistem pemantauan dan pelacakan barang.

### **Tantangan Struktural:**

1. Kebutuhan Investasi Awal yang Tinggi: Penerapan teknologi IoT membutuhkan pengadaan perangkat seperti sensor, RFID, dan gateway, serta dukungan infrastruktur jaringan seperti 5G dan LPWAN, juga sistem pemrosesan data berbasis cloud dan big data. Total biaya yang diperlukan di awal cukup besar, yang bisa menjadi kendala bagi perusahaan skala kecil dan menengah.
2. Kurangnya Sumber Daya Manusia yang Kompeten: Masih banyak perusahaan logistik yang belum memiliki tenaga kerja dengan keahlian teknis terkait teknologi IoT. Minimnya pelatihan dan peningkatan kapasitas karyawan menjadi penyebab lambatnya penerapan teknologi ini di sektor logistik.
3. Resistensi terhadap Perubahan Teknologi: Resistensi terhadap perubahan merupakan salah satu hambatan yang signifikan dalam adopsi teknologi IoT di sektor logistik. Banyak perusahaan, khususnya yang sudah lama menggunakan sistem manual atau semi-digital, merasa lebih nyaman dengan cara kerja lama yang dianggap sudah terbukti aman dan stabil. Ketika mereka ditawarkan solusi berbasis IoT yang bertujuan meningkatkan efisiensi dan otomatisasi, sering kali muncul rasa ragu terhadap manfaat sebenarnya dari teknologi tersebut. Keraguan ini semakin kuat karena hasil implementasi IoT belum tentu langsung terlihat, dan ada kekhawatiran akan gangguan proses kerja, kemungkinan teknologi gagal berfungsi, serta biaya perubahan yang cukup besar.

### **Tantangan Eksternal dan Regulatif:**

1. Regulasi dan Standarisasi yang Minim: Penggunaan IoT dalam rantai pasok idealnya dibarengi dengan adanya aturan teknis dan hukum yang jelas, agar integrasi sistem dapat berjalan dengan aman dan terkoordinasi. Namun, di banyak negara—khususnya negara berkembang—belum tersedia regulasi yang cukup mengenai keamanan data, perlindungan informasi, dan kesesuaian antar perangkat IoT. Kondisi ini menimbulkan

### **Faktor - Faktor yang memengaruhi keberhasilan penerapan IoT dalam rantai pasok logistic**

1. Integrasi Sistem yang Efisien: Sistem yang mampu menggabungkan berbagai perangkat, sensor, serta data dari seluruh titik dalam rantai pasok akan menciptakan aliran informasi yang konsisten dan waktu nyata. Tanpa integrasi yang baik, keunggulan utama dari IoT seperti transparansi dan kendali operasional tidak dapat tercapai.
2. Dukungan Manajemen dan Kepemimpinan: Penerapan IoT akan lebih berhasil jika didukung oleh kepemimpinan yang aktif dalam mendorong transformasi teknologi, menyusun perencanaan digital secara sistematis, serta menyiapkan alokasi anggaran yang memadai. Peran manajemen puncak sangat menentukan arah dan kelangsungan implementasi.
3. Kesiapan Infrastruktur Teknologi: Keberhasilan adopsi IoT sangat bergantung pada ketersediaan infrastruktur, seperti jaringan komunikasi (misalnya 5G atau LPWAN),



3. GPS dan Perangkat Pelacak: Teknologi ini menyajikan informasi lokasi barang dan kendaraan secara waktu nyata (real-time). Fungsinya sangat penting dalam meningkatkan transparansi proses pengiriman serta membantu estimasi waktu kedatangan barang secara akurat.
4. Jaringan Komunikasi (5G, LPWAN, Zigbee, MQTT): Jaringan komunikasi ini memungkinkan konektivitas antar perangkat IoT dengan latensi rendah serta efisiensi tinggi dalam pertukaran data. Teknologi LPWAN, khususnya, sangat sesuai untuk komunikasi jarak jauh dengan konsumsi energi yang rendah.
5. Platform Analitik Big Data: Platform ini digunakan untuk menganalisis data dalam jumlah besar yang dikumpulkan dari perangkat IoT guna mengidentifikasi pola, memprediksi kebutuhan pasar, serta mengoptimalkan jalur distribusi. Dengan demikian, proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih tepat berdasarkan data.
6. Sistem Manajemen Terintegrasi (ERP/SCM berbasis IoT): Sistem ini mengintegrasikan data dari perangkat IoT dengan data operasional perusahaan, sehingga memberikan kendali menyeluruh terhadap seluruh proses rantai pasok dari satu sistem terpadu.
7. Node Sensor Darat dan UAV (untuk logistik udara): Dalam sistem logistik yang menggunakan drone, node sensor yang berada di darat berfungsi untuk mengumpulkan serta meneruskan informasi. Sementara itu, UAV berperan dalam mengangkut barang sekaligus menyampaikan data selama perjalanan.
8. Ontologi dan Pemodelan Semantik: Teknologi ini mendukung interoperabilitas data dengan memberikan makna pada informasi yang diperoleh dari perangkat IoT. Hal ini penting untuk menyatukan berbagai format data yang berbeda dan menunjang pengambilan keputusan yang cerdas.

## KESIMPULAN

Penerapan Internet of Things (IoT) dalam sektor logistik dan manajemen rantai pasok membawa potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, dan ketepatan proses distribusi barang. Teknologi seperti sensor pintar, RFID, GPS, dan jaringan komunikasi modern seperti 5G, LPWAN, Zigbee, MQTT memungkinkan pemantauan kondisi dan posisi barang secara real-time, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data secara cepat dan akurat.

Komponen teknologi IoT yang paling berpengaruh dalam proses logistik antara lain sensor pintar, RFID, GPS, jaringan komunikasi berdaya rendah, dan platform analitik big data. Kombinasi teknologi ini mampu menciptakan sistem logistik yang responsif, adaptif, dan efisien. Sementara itu, penggunaan ontologi dan pemodelan semantik memperkuat interoperabilitas data dan mendukung pengambilan keputusan yang cerdas dalam rantai pasok modern.

Keberhasilan implementasi IoT tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga ditentukan oleh faktor-faktor non-teknis seperti dukungan manajerial, integrasi sistem yang efisien, kesiapan infrastruktur, serta dukungan pemerintah melalui regulasi dan insentif. Tanpa komitmen dari seluruh pemangku kepentingan, transformasi digital berbasis IoT akan sulit mencapai hasil optimal.

Namun, di balik manfaat-manfaat tersebut, implementasi IoT masih menghadapi sejumlah tantangan yang cukup kompleks. Hambatan utama meliputi isu keamanan data, biaya investasi awal yang tinggi, keterbatasan infrastruktur digital, serta kurangnya sumber daya manusia yang kompeten dalam bidang teknologi. Selain itu, persoalan seperti interoperabilitas antar perangkat, resistensi terhadap perubahan teknologi, dan minimnya regulasi yang jelas turut memperlambat adopsi IoT secara luas di industri logistik.

Dengan demikian, untuk mewujudkan sistem logistik yang cerdas dan berkelanjutan, dibutuhkan pendekatan yang menyeluruh melalui kolaborasi lintas sektor: antara pengembang

teknologi, manajemen perusahaan, lembaga pendidikan, dan pemerintah. Transformasi ini tidak hanya soal adopsi alat, tetapi juga pembangunan ekosistem digital yang terintegrasi dan inklusif.

## REFERENSI

- Aoulad Allouch, S., Amechnoue, K., & Achatbi, I. (2022). An Ontological Approach to Model Outbound Logistics based on Internet of Things (OLP-IOT). *International Journal of Supply and Operation Management*, 10.
- Arshad, H., & Zayed, T. (2024). A Multi-Sensing IoT System for MiC Module Monitoring during Logistics and Operation Phases. *Sensors*.
- Arunkumar, J. R., Velmurugan, S., Chinnaiah, B., Charulatha, G., Meenakshisundaram, R. P., & Chakkaravarthy, A. P. (2022). Logistic Regression with Elliptical Curve Cryptography to Establish Secure IoT. *Computer System Science and Engineering*.
- Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2017). Internet of things and supply chain management: A literature review. *International Journal of Production Research*.
- Dahshilla, J. (2024). Supply Chain Management Construction: The Role of IoT in Human Resource Management and Green Logistics. *QLANTIC Journal of Social Sciences and Humanities*, 5(3).
- Danu, M., Mawasandi, F., Aziz, Z. N., Rosyadi, M. F. G., & Wahyudi, B. (2025). Transformasi Manajemen Rantai Pasokan Berbasis Internet of Things (IoT): Tinjauan Literatur. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 4(1).
- Fadillah, A. Z., & Gunawan, R. (2024). Potensi IOT Dalam Industri 4.0. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 8(2).
- Farooq, M. U., Waseem, M., Khairi, A., & Mazhar, S. (2019). A critical analysis on the security concerns of internet of things (IoT). *International Journal of Computer Applications*, 111(7), 1–6.
- Hasheminasab, Z., Nasrabadi, E. M., & Sadeqi-Arani, Z. (2024). Challenges and Drivers of the Internet of Things in the Supply Chain: A Systematic Review. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 35(3).
- Ivankova, G. V., Mochalina, E. P., & Goncharova, N. L. (2020). Internet of Things (IoT) in Logistics. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- Judijanto, L., Mardiah, A., & Pratiwi, R. (2025). Analisis MultiPerspektif terhadap Peran IoT dalam Meningkatkan Efisiensi Rantai Pasok. *Jurnal Bisnis dan Manajemen West Science*, 4(1).
- Khan, Y., Su'ud, M. B., Alam, M. M., Ahmad, S. F., Ahmad (Ayassrah), A. Y., & Khan, N. (2022). Application of Internet of Things (IoT) in Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*, 15(1), 694.
- Mahfudnurnajam uddin, Suriyanti, Khozinatul Asror, M., & Syahid, S. (2025). Pengaruh Teknologi Internet Of Things (IoT) dalam Rantai Pasok Terhadap Efisiensi Biaya, Pengurangan Waste, dan Fleksibilitas Produksi di PT Makassar Tene. *Center of Economic Student Journal*, 8(1).
- Mostafa, N., Hamdy, W., & Alawady, H. (2019). Impact of Internet of Things on Supply Chain: A Framework for Warehousing. *Journal Soc. Sci*, 8(3).
- Pranata, W. A., & Ichsan, I. N. (2024). Menggali Peluang Pasar dan Keuntungan Ekonomi dari Penerapan Industrial IoT. *Journal Of Social Science Research*, 4(6).
- Putri, A. M., Fauzi, A., Ladhuny, M., Aritonang, I. J., Aryanto, A. D., Maharani, D., Salsabila, Z. E., & Adinugroho, Y. E. (2024). Strategi Penerapan Rantai Pasok Digital Berkelanjutan: Peluang dan Tantangan di Era Digital. *Jurnal Ilmu Multidisiplin (JIM)*
- Puti, A. C., & Nasihin, M. (2025). Peran Internet of Things (IoT) dalam Mengoptimalkan Rantai Pasok E-commerce: Systematic Literature Review. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 11(1).

- Rahman, K., Aziz, M. A., Usman, N., Kiren, T., Cheema, T. A., Shoukat, H., Bhatia, T. K., Abdollahi, A., & Sajid, A. (2023). Cognitive Lightweight Logistic Regression-Based IDS for IoT-Enabled FANET to Detect Cyberattacks. *Mobile Information Systems*. Hindawi.
- Raza, E., Sabaruddin, L. O., & Komala, A. L. (2020). Manfaat dan Dampak Digitalisasi Logistik di Era Industri 4.0. *Jurnal Logistik Indonesia*, 4(1).
- Sallehudin, M. I., Hashim, H. K., Shamsudheen, M. I., Razali, M. N., & Omar, N. B. (2025). Addressing Challenges and Enhancing Sustainability in the Food Supply Chain Management for the Malaysian Armed Forces Based on IoT Technologies. *International Journal on Informatics Visualization*.
- Sallam, K. M., Mohamed, A. W., & Mohamed, M. (2023). Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management: Challenges, Opportunities, and Best Practices. *SMIJ*, 2.
- Siwach, P., Gulia, D., Yadav, D. K., Malik, M., & Gahlawat, V. K. (2025). Exploring IoT integration challenges: Causal relationships and strategic implications for business models. *Digital Business*, 5(2), 100125.
- Tanjung, R. A., & Aslami, N. (2023). Penerapan Teknologi Digital Melalui Aplikasi SEMNT (Supply Chain Management Telkom) sebagai Alat Bantu dalam Proses Manajemen Perubahan di PT. Telkom Datel Sibolga. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Ekonomi*, 1(3).
- Trista, R. T. (2022). Peran Internet Of Things (IoT) Dalam Industri 4.0. *Jurnal Sains dan Teknologi Widyalyoka*, 1(2).
- Tunjang, H. (2022). Peran penting Manajemen Rantai Pasokan Dalam Meningkatkan Kualitas Produksi pada Pabrik Mie di Palangka Raya. *Jurnal Manajemen Sains dan Organisasi*, 3(3).
- Usanto, S., Sopian, A., Sucahyo, N., Syahrial, R., & Hiswara, I. (2024). Integrasi IoT dan Big Data untuk Optimalisasi Logistik dan Rantai Pasokan. *Journal Rekayasa Informasi Swadharma (JRIS)*, 4(2).
- Wahyudi, B., Danu, M., Mawasandi, F., Aziz, Z. N., & Rosyadi, M. F. G. (2025). Transformasi Manajemen Rantai Pasokan Berbasis Internet of Things (IoT): Tinjauan Literatur. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 4(1), 32–44.
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J. F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2016). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365.
- Younis, H., Shbikat, N., Bwaliez, O. M., Hazaimah, I., & Sundarakani, B. (2025). An overarching framework for the successful adoption of IoT in supply chains. *Benchmarking: An International Journal*.
- Zahra, M. Z., & Nasution, M. I. P. (2024). Manajemen Data Real-time untuk Aplikasi Internet of Things (IoT). *Jurnal Penelitian Sistem Informasi*, 2(2).
- Yasirandi, R., Lander, R., Sakinah, H.R., Insan, I.M. (2020). IoT Product Adaption for Smart Living in Indonesia : Technology Challenges and Prospects. 2020 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT).
- Usanto., Sopian, A., Sucahyo, N., Syahrial, R., Hiswara, I. (2024). Integrasi IoT dan Big Data Untuk Optimalisasi Logistik di Rantai Pasokan. *Jurnal Rekayasa Informasi Swadharma (JRIS)*, 4(2).
- Khan, S., Iqbal, M. W., Khan, K., Abbas, A., & Batool, A. (2023). A framework for intelligent logistics system using Internet of Things (IoT) and Big Data Analytics in supply chain management. *Sustainability*, 15(1), 84.