



Penerapan dan Manfaat RFID dalam Manajemen Inventaris Industri Logistik serta Keterbatasannya

Arkan Zhalifunnas¹, Achmad Fauzi², Husain Candra Wibowo³, Axel Akeyla Sudjarwoko⁴, Raihan Muzakki⁵

¹Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, arkan.zhalifunnas@binus.ac.id

²Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, achmad.fauzi003@binus.ac.id

³Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, husain.wibowo@binus.ac.id

⁴Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, axel.sudjarwoko@binus.ac.id

⁵Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia, raihan.muzakki@binus.ac.id

Corresponding Author: arkan.zhalifunnas@binus.ac.id¹

Abstract: This study examines the application of Radio Frequency Identification (RFID) technology in inventory management within the logistics industry. Based on a review of various academic sources, RFID has been shown to enhance data accuracy, accelerate logistics operations, and provide real-time visibility into the movement of goods. In addition to supporting warehouse automation and cold chain tracking, the technology enables data-driven decision-making. Despite its benefits, the implementation of RFID faces several challenges, including high initial costs, complex system integration, and concerns related to security and user training. With proper planning and adequate infrastructure, RFID has strong potential to become a key technology in building a more efficient and adaptable logistics system.

Keyword: *RFID, Inventory Management, Digital Supply Chain, Logistics, Real-time Tracking*

Abstrak: Penelitian ini mengkaji penerapan teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dalam manajemen inventaris di industri logistik. Berdasarkan studi literatur dari berbagai sumber, RFID terbukti mampu meningkatkan akurasi data, mempercepat proses logistik, serta memberikan visibilitas secara real-time terhadap pergerakan barang. Selain mendukung otomatisasi gudang dan pelacakan rantai dingin (cold chain), teknologi ini juga memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data aktual. Meskipun menawarkan berbagai keuntungan, implementasi RFID masih menghadapi tantangan seperti biaya awal yang tinggi, integrasi sistem yang kompleks, serta isu keamanan dan kebutuhan pelatihan bagi pengguna. Dengan perencanaan yang tepat dan kesiapan infrastruktur, RFID memiliki potensi besar untuk menjadi teknologi kunci dalam membangun sistem logistik yang lebih efisien dan adaptif.

Kata Kunci: *RFID, Manajemen Inventaris, Rantai Pasokan Digital, Logistik, Pelacakan Real-time*

PENDAHULUAN

Pengelolaan logistik yang efektif dan efisien merupakan elemen krusial dalam menghadapi persaingan bisnis yang semakin kompetitif. Salah satu aspek terpenting dalam sistem logistik adalah pengawasan dan pengendalian persediaan (Erlangga et al., 2022). Kegagalan dalam memantau ketersediaan dan pergerakan barang sering kali menyebabkan masalah serius, seperti kekurangan stok, penumpukan barang, keterlambatan pengiriman, hingga kerugian finansial (Shu & Barton, 2012). Untuk itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu memberikan informasi secara akurat, cepat, dan berkelanjutan. Dalam konteks inilah teknologi Radio Frequency Identification (RFID) hadir sebagai salah satu solusi yang sangat menjanjikan.

RFID adalah sistem identifikasi otomatis berbasis gelombang radio yang memungkinkan pelacakan dan pengumpulan data tanpa kontak langsung. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuannya membaca banyak objek sekaligus dalam waktu singkat, bahkan tanpa harus melihat langsung objek tersebut (Erlangga et al., 2022). Teknologi ini memungkinkan proses identifikasi dan pencatatan barang dilakukan secara real-time, sehingga memberikan visibilitas penuh terhadap posisi dan jumlah barang yang tersedia di setiap titik proses logistik (Junhong, 2020). Berbeda dengan sistem manual atau barcode yang bergantung pada interaksi fisik dan cenderung lambat, RFID memungkinkan otomatisasi penuh yang jauh lebih efisien dan akurat (Alwadi et al., 2017; Erlangga et al., 2022).

Salah satu nilai tambah RFID adalah kemampuannya menciptakan data yang sangat rinci terkait perjalanan dan kondisi setiap barang secara individual. Data seperti ini dikenal sebagai *individualized trace data*, yang memberikan gambaran lengkap tentang apa yang terjadi di lapangan, bukan sekadar data ringkas atau agregat (Shu & Barton, 2012). Keberadaan data ini memungkinkan manajer logistik untuk tidak hanya memantau situasi secara langsung, tetapi juga untuk melakukan analisis yang lebih dalam, seperti mengetahui pola keterlambatan, mendeteksi potensi masalah sebelum terjadi, dan merespons lebih cepat terhadap gangguan (Krotov & Junglas, 2008; Shu & Barton, 2012). Namun demikian, sistem ini juga menuntut adanya pengelolaan data yang baik, karena terlalu banyak informasi bisa membuat pengambilan keputusan menjadi tergesa-gesa jika tidak difilter dengan bijak (Shu & Barton, 2012).

Masalah klasik dalam dunia logistik seperti kesalahan penempatan barang (misplacement) dan kehilangan barang (shrinkage) telah lama menjadi penyebab utama ketidaksesuaian data inventaris. Barang yang secara fisik tersedia, tetapi berada di tempat yang salah, atau barang yang hilang karena kerusakan atau pencurian, sering kali tidak terdeteksi dengan sistem biasa (Krotov & Junglas, 2008). Akibatnya, perusahaan kerap kali mengambil keputusan yang salah, misalnya memesan ulang barang yang sebenarnya masih ada. Teknologi RFID menawarkan solusi untuk permasalahan ini. Dengan memberikan informasi posisi dan status barang secara terus-menerus, RFID dapat membantu mencegah dan mendeteksi kejadian seperti itu secara dini (Abad et al., 2009; Tan & Sidhu, 2022).

Manfaat RFID dalam logistik tidak berhenti sampai di situ. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat meningkatkan efisiensi kerja, mempercepat proses sortir dan distribusi, serta mengurangi ketergantungan terhadap proses manual yang rentan terhadap kesalahan (Alwadi et al., 2017; Tan & Sidhu, 2022; Wang et al., 2015). Proses pencatatan keluar-masuk barang menjadi lebih cepat dan akurat, yang pada akhirnya berpengaruh langsung pada kecepatan layanan dan kepuasan pelanggan. Bahkan, dalam skala besar, RFID dapat menjadi landasan bagi strategi pengendalian inventaris yang lebih adaptif, karena keputusan tidak lagi didasarkan pada perkiraan, tetapi pada data faktual dan terkini.

Namun, seperti halnya teknologi lain, penggunaan RFID juga memiliki keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Biaya investasi awal masih menjadi hambatan utama, terutama untuk organisasi berskala kecil atau menengah (Shin & Eksioglu, 2015). Selain itu, integrasi RFID dengan sistem lama yang sudah berjalan bertahun-tahun kadang memerlukan

penyesuaian teknis yang cukup kompleks. Tantangan lain termasuk potensi gangguan sinyal dalam lingkungan tertentu, serta kebutuhan akan pelatihan pengguna agar sistem dapat dioperasikan secara optimal (Dos Santos & Dias Canedo, 2019; Tan et al., 2021). Karena itu, meskipun potensinya sangat besar, pemanfaatan RFID tetap memerlukan strategi implementasi yang cermat dan realistik.

Meskipun tantangan tersebut ada, potensi RFID dalam memperbaiki sistem logistik tetap tidak dapat diabaikan. Banyak studi menunjukkan bahwa perusahaan yang telah mengadopsi RFID secara konsisten mengalami peningkatan efisiensi, penurunan tingkat kesalahan, dan peningkatan akurasi data logistik (Abyaneh et al., 2025; Grandinetti, 2019; Shin & Eksioglu, 2015). Bahkan, dengan meningkatnya kebutuhan akan transparansi dan kecepatan dalam distribusi barang, RFID mulai dipandang bukan hanya sebagai alat bantu, tetapi sebagai bagian integral dari sistem logistik masa kini.

Mengingat pentingnya pemahaman menyeluruh terhadap penerapan, manfaat, serta keterbatasan teknologi RFID dalam industri logistik, maka penelitian ini dilakukan untuk menjawab tiga fokus utama:

1. Bagaimana bentuk penerapan teknologi RFID dalam *inventory management* pada industri logistik?
2. Apa saja manfaat strategis yang dihasilkan dari implementasi RFID pada industri logistik?
3. Apa saja keterbatasan dalam penerapan RFID di sektor logistik?

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk memahami secara mendalam makna di balik fenomena yang diteliti. Pendekatan ini fokus pada pengumpulan dan analisis informasi dari berbagai studi terdahulu yang membahas pengalaman, penerapan, serta dampak teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dalam manajemen inventaris, khususnya pada industri logistik. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengeksplorasi pemanfaatan RFID secara komprehensif, mengidentifikasi manfaat strategisnya, serta mengenali berbagai keterbatasan atau tantangan dalam penerapannya (Erlangga et al., 2022; Tao et al., 2017).

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah literature review, yaitu kajian pustaka terhadap jurnal-jurnal ilmiah yang relevan. Literature review digunakan untuk menganalisis hasil penelitian sebelumnya dan menyusun pemahaman konseptual mengenai topik yang dibahas, sekaligus menempatkan posisi penelitian ini dalam konteks keilmuan yang lebih luas (Alwadi et al., 2017). Pengumpulan dilakukan dengan mencari literatur yang sesuai dengan topik menggunakan kata kunci seperti “RFID in inventory management”, “RFID logistics”, dan “RFID application”. Artikel-artikel yang digunakan berasal dari jurnal terindeks dan dipublikasikan antara tahun 2010 hingga 2025.

Setelah literatur yang relevan dikumpulkan, peneliti membuat catatan ringkasan terhadap isi jurnal dan karya ilmiah terdahulu. Proses ini dilanjutkan dengan analisis dan identifikasi penerapan teknologi RFID, manfaat yang diperoleh dalam konteks logistik, serta keterbatasan yang dilaporkan dalam penerapannya (Krotov & Junglas, 2008; Shin & Eksioglu, 2015). Pengumpulan literatur dilakukan dengan mempertimbangkan relevansi, kualitas ilmiah, dan kontribusinya terhadap topik penelitian. Meskipun prioritas diberikan pada jurnal yang terbit setelah tahun 2010, beberapa penelitian terdahulu yang lebih lama tetap digunakan karena masih relevan dan memberikan kontribusi penting terhadap perkembangan teknologi RFID (Krotov & Junglas, 2008; Shu & Barton, 2012).

Penelitian ini dilandaskan pada hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang dibahas. Referensi dari penelitian terdahulu tersebut digunakan sebagai bahan diskusi dan analisis untuk memperkuat temuan dalam studi ini. Tabel berikut menyajikan ringkasan dari beberapa referensi penting yang menjadi dasar dalam memahami pemanfaatan, manfaat, serta keterbatasan teknologi RFID dalam manajemen inventaris di industri logistik.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu Yang Relevan

No	Auhor (Tahun)	Jurnal	Judul	Hasil
1	Erlangga Bayu Setyawan, Ajeng Yunita, Satriana Rasmaydiwa Sekarjatiningsrum (2022).	International Journal on Informatics Visualization, Volume 6 Issue 3. http://dx.doi.org/10.30630/joi.v.6.3.1231	Development of Automatic Real Time Inventory Monitoring System using RFID Technology in Warehouse	<p>Penerapan: PT. Tanjung Jaya menerapkan RFID untuk memantau stok barang. Setiap barang diberi tag RFID dan antena dipasang di pintu masuk dan keluar untuk mencatat pergerakan barang secara otomatis.</p> <p>Manfaat: Informasi stok dapat diperoleh secara real-time, proses pengecekan menjadi lebih cepat, pekerjaan manual berkurang, dan efisiensi tenaga kerja meningkat.</p> <p>Tantangan: Diperlukan biaya investasi yang besar, integrasi sistem dengan model inventori harus akurat, serta dibutuhkan waktu dan pelatihan agar karyawan dapat beradaptasi dengan perubahan sistem kerja.</p>
2	Jun Shu, Russell Barton (2012)	Production and Operations Management, Volume 21, Issue 4, ISSN: 1059-1478 EISSN: 1937-5956 https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2012.01353.x	Managing Supply Chain Execution: Monitoring Timeliness and Correctness via Individualized Trace Data	<p>Penerapan: RFID digunakan di Walmart untuk melacak pergerakan barang secara individual dalam setiap tahapan supply chain. Sistem ini mengumpulkan data real-time untuk memantau status dan urutan proses logistik.</p> <p>Manfaat: RFID membantu meningkatkan visibilitas operasional, mempercepat identifikasi keterlambatan, serta memastikan alur distribusi berjalan sesuai rencana.</p> <p>Keterbatasan: Data RFID yang sangat detail bisa menyebabkan manajer berasksi berlebihan terhadap variasi normal. Tanpa pengendalian seperti Statistical Process Control (SPC), keputusan bisa menjadi tidak akurat.</p>
3	Ms. Ch. Anusha, Sri Valli Aluguri, Sahithi Maddiveni, Sri Tulasi Gayatri Kandibanda, Bhavana Kotakonda (2023)	International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, Vol. 8, Issue 05, ISSN No. 2455-2143,	RFID Based Inventory Management System	<p>Penerapan: Dalam penerapannya dua buah RFID tags digunakan untuk entry dan exit barang, Node MCU sebagai perangkat pembaca RFID tags pada entry dan exit barang, dan Blynk IOT yang merupakan platform penyimpanan data berbasis cloud.</p> <p>Manfaat: Penggunaan RFID menghasilkan penghematan waktu kerja, mengurangi kesalahan input data, dan meningkatkan keamanan inventory.</p> <p>Keterbatasan: Di dalam jurnal ini tidak dijelaskan secara eksplisit keterbatasan dari penerapan RFID. Namun, secara implisit integrasi RFID sangatlah kompleks, karena menghubungkan berbagai macam modul atau sensor dan dengan software pendukung. Modul, sensor dan software dibutuhkan agar RFID dapat berfungsi optimal.</p>
4	Ali Alwadi, Amjad Gawanmeh, Sazia Parvin, And Jamal N. Al-karaki (2017)	Scalable Computing: Practice and Experience Vol. 18 No. 4, ISSN 1895-1767 https://doi.org/	Smart Solutions for RFID Based Inventory Management Systems: A Survey	<p>Penerapan: RFID digunakan untuk melabeli barang sehingga bisa dikenali otomatis dan dipantau secara real-time lewat RFID reader yang terhubung ke sistem inventori.</p> <p>Manfaat: Teknologi ini membantu mengurangi kesalahan, meningkatkan akurasi data, mempercepat proses, dan memudahkan pemantauan serta pengambilan keputusan dari mana saja.</p>

		10.12694/scpe .v18i4.1333	
5	Feng Tao, Tijun Fan, Kin Keung Lai and Lin Li (2017)	Journal of the Operational Research Society, Volume, 68 Issue 2. https://doi.org/ 10.1057/s41274-016-0030-5	Tantangan: Tantangan utamanya adalah potensi gangguan sinyal antar RFID yang butuh algoritma anti-collision, serta investasi besar untuk perangkat dan integrasi sistem. Penerapan: Mengembangkan model dynamic programming multiperiod untuk membandingkan kebijakan kontrol inventaris antara sistem RFID dan non-RFID, fokus pada masalah inventory misplacement dan shrinkage. RFID diharapkan dapat mengatasi kedua masalah tersebut secara real-time. Manfaat: Mengurangi gap antara catatan dan stok aktual, serta menghasilkan kebijakan kontrol inventaris yang efisien. RFID memungkinkan pemulihan instan terhadap barang salah tempat dan sebagian besar shrinkage, meningkatkan akurasi pemesanan, dan mengurangi stok buffer berlebih. Keterbatasan: RFID tidak efektif jika shrinkage di bawah 2,5%, dan tidak layak secara biaya. Kinerjanya dipengaruhi oleh harga tag, kondisi produk, dan akurasi pembacaan. RFID tidak mendeteksi kerusakan fisik dan tidak cocok untuk semua jenis produk atau skala bisnis.
6	E.W.T. Ngai, Karen K.L. Moon, Frederick J. Riggins, Candace Y. Yi (2008)	International Journal of Production Economics, Volume 112, Issue 2, ISSN: 0925- 5273 https://doi.org/ 10.1016/j.ijpe.2007.05.004	Penerapan: Studi ini meninjau penggunaan RFID di berbagai sektor logistik dan retail, termasuk gudang, distribusi, dan ritel besar, sebagai alat pelacakan otomatis. Manfaat: RFID mampu meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat proses pelacakan barang, dan memperbaiki akurasi data inventaris secara signifikan. Keterbatasan: Teknologi ini masih menghadapi tantangan seperti biaya implementasi yang mahal, kurangnya standar global yang seragam, serta kekhawatiran terkait privasi dan keamanan data.
7	Fabien Ngaboyimbere, Judith Leo, Kisangiri Michael, Dinah Muteteshe (2021)	International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (IJASRE), Volume 7, Issue 8, E-ISSN: 2454- 8006 https://doi.org/ 10.31695/IJA SRE.2021.34076	Penerapan: RFID digunakan di ROK Industries untuk mengotomatisasi proses penyimpanan, pelacakan, dan pengambilan barang secara digital melalui sistem RFID-AWMS. Manfaat: Hasilnya, akurasi inventaris meningkat dari 72,8% menjadi 99%, waktu pemrosesan turun drastis dari 50 menjadi 18 menit, dan efisiensi gudang meningkat signifikan. Keterbatasan: Tantangan utamanya adalah biaya awal yang tinggi, kebutuhan pelatihan staf, serta tantangan integrasi dengan sistem manual yang sudah ada sebelumnya.
8	Stein W. Wallace, Tsan- Ming Choi (2011)	International Journal of Production Economics, Flexibility, information structure, options, and market power in robust supply chains	Penerapan: RFID diposisikan sebagai bagian dari sistem informasi yang menunjang pengambilan keputusan dalam supply chain yang dinamis dan kompleks. Manfaat: Dengan data real-time, RFID membantu perusahaan beradaptasi terhadap

		Volume 134, Issue 2, ISSN: 0925- 5273 DOI: https://doi.org/ 10.1016/j.ijpe. 2009.11.002	ketidakpastian pasar dan mengambil keputusan yang lebih fleksibel serta akurat. Keterbatasan: Namun, jika struktur informasinya tidak kuat, data RFID bisa disalahartikan dan justru menyebabkan keputusan yang keliru atau tidak efektif.
9	Chenglong Du (2021)	Journal of Sensors, Volume 2021, Article ID 2225465 https://doi.org/ 10.1155/2021/ 2225465	Penerapan: Dalam jurnal ini, teknologi RFID digunakan untuk identifikasi otomatis barang, berperan dalam penentuan lokasi penyimpanan barang, otomatisasi proses masuk-keluar barang dari gudang, dan RFID memfasilitasi proses inventarisasi. Dengan RFID staf gudang cukup menggunakan perangkat RFID reader untuk memindai dan memperoleh informasi jumlah barang secara cepat dan akurat. Manfaat: RFID meningkatkan efisiensi inventarisasi dengan mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan mengurangi waktu proses, serta meningkatkan akurasi dan efektivitas dalam pengelolaan persediaan. Keterbatasan: Dalam melakukan pembacaan tag RFID memiliki jarak efektif yang terbatas dan tingkat keberhasilan yang bervairasi untuk pembacaan single tag dan multi-tag
10	Weng Chun Tan, Manjit Singh Sidhu (2022)	Operations Research Perspectives, Volume 9, DOI : https://doi.org/ 10.1016/j.orp. 2022.100229	Penerapan: RRFID digunakan untuk membaca data secara nirkabel dan real-time pada produk, kendaraan, dan peralatan, kemudian apabila terintegrasi dengan IoT dapat mendukung pelacakan otomatis dari proses produksi hingga distribusi dan penjualan, termasuk pemantauan kondisi barang-barang yang sensitif terhadap suhu. Manfaat: RFID mempercepat identifikasi barang, mengurangi kesalahan dan biaya operasional, serta meningkatkan visibilitas dan transparansi dalam proses logistik. Keterbatasan: Dalam penerapannya RFID memiliki keterbatasan. Sinyal dalam tag RFID rentan mengalami gangguan akibat lingkungan sekitar. Kemudian, RFID membutuhkan software yang memadai untuk kebutuhan pengeloaan data.
11	Irina Popova. Elena Abdullinda, Igor Danilov, Aleksandr Marusin, Alexey Marusin, Irina Ruchkina, Alexander Shemyakin (2021)	Transportation Research Procedia, Volume 57, ISSN 2352- 1465, https://doi.org/ 10.1016/j.trpro. .2021.09.072	Penerapan: .RFID digunakan untuk identifikasi barang melalui tag. Dijelaskan juga perbandingan RFID dengan barcode. RFID lebih unggul karena dapat membaca banyak tag sekaligus dan dalam menulis ulang data. Manfaat: RFID mampu meningkatkan efisiensi dan menghemat waktu. Hal ini ditandai dengan temuan yang ada di dalam jurnal. Dijelaskan bahwa RFID mampu mengurangi waktu pemrosesan box dari sebelumnya 2,2 detik saat masih menggunakan barcode menjadi 0,125 detik. Keterbatasan: Untuk menerapkan RFID dalam gudang membutuhkan biaya yang

			<p>besar. Kemudian terdapat juga ancaman akan gangguan komputer dan ancaman siber.</p>
12	Saleh Alyahya, Qian Wang, Nick Bennett (2016)	Journal of Industrial Information Integration, Volume 4, https://doi.org/10.1016/j.jii.2016.08.001	<p>Penerapan: RFID diterapkan dalam sistem manajemen inventori yang terintegrasi dengan otomatisasi penyimpanan dan pengambilan barang di warehouse. Setiap barang diberi tag RFID untuk dilacak, disortir, dan diinventarisasi secara real-time.</p> <p>Manfaat: Sistem ini memungkinkan proses otomatis tanpa sentuhan manusia, mengurangi tenaga kerja dan kesalahan manusia.</p> <p>Keterbatasan: keterbatasannya meliputi integrasi dengan sistem lain seperti ERP dan sensor nirkabel, penyesuaian kapasitas RFID dengan warehouse, serta potensi gangguan sinyal dan keterbatasan jangkauan deteksi.</p>
13	Giorgia Casella, Barbara Bigliardi, Eleonora Bottani. (2022)	Procedia Computer Science, Volume 200, ISSN 1877-0509, https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.359	<p>The evolution of RFID technology in the logistics field: a review</p> <p>Penerapan RFID paling dominan dalam pelacakan barang, seperti di industri otomotif untuk melacak kontainer dan di industri makanan untuk memantau siklus hidup produk. RFID memberikan visibilitas penuh terhadap pergerakan dan status barang. RFID juga digunakan untuk memantau kondisi produk secara real-time, seperti dalam pergudangan otomotif dan logistik rantai dingin. Di manajemen logistik, RFID meningkatkan efisiensi di gudang, pelabuhan, dan sektor pos dengan mempercepat pencatatan dan mengurangi kesalahan.</p> <p>Manfaat utama RFID adalah visibilitas rantai pasok, akurasi data real-time, dan kemampuan berbagi informasi cepat. RFID tidak memerlukan garis pandang langsung dan menyimpan lebih banyak informasi.</p> <p>Keterbatasan RFID meliputi tabrakan sinyal, masalah keamanan, standar yang tidak seragam, dan biaya perangkat active RFID yang tinggi. Implementasi masih dominan di negara maju dengan potensi riset di negara berkembang.</p>
14	Yasaman Mashayekhy, Amir Babaei, Xue-Ming Yuan, Anrong Xue (2022)	Logistics, Volume 6, Issue 2, Page 30. doi.org/10.3390/logistics6020033	<p>Impact of Internet of Things (IoT) on Inventory Management: A Literature Survey</p> <p>Penerapan RFID dalam manajemen inventori dan operasi gudang semakin berkembang seiring kemajuan IoT dalam Industry 4.0. RFID menjadi kunci dalam sistem warehouse management (WMS), meningkatkan visibilitas rantai pasokan dengan memberikan informasi real-time tentang kondisi dan lokasi barang. Di industri farmasi, RFID memantau suhu dan kelembapan obat untuk mencegah kerusakan akibat suhu. Di industri makanan, RFID menjaga rantai dingin produk beku dengan sensor suhu.</p> <p>Manfaat RFID termasuk akurasi pelacakan barang, peningkatan operasional, dan pengurangan kesalahan manusia. RFID juga mempercepat pengiriman dan pengecekan stok, memastikan ketepatan pengiriman barang bernilai tinggi.</p> <p>Keterbatasan RFID meliputi biaya tinggi,</p>

15	Arun Kumar Biswal, Mamata Jenamani, Sri Krishna Kumar (2018)	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 109, ISSN 1366-5545, https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.11.010 .	Warehouse efficiency improvement using RFID in a humanitarian supply chain: Implications for Indian food security system	integrasi sistem sulit, dan masalah keamanan data serta pembacaan tag.
				<p>Penerapan: RFID digunakan untuk memantau pergerakan barang di gudang dengan efisien. Setiap unit barang diberi tag RFID untuk pelacakan otomatis saat barang masuk atau keluar, menggantikan pencatatan manual dan memungkinkan akses data real-time, mengurangi kesalahan seperti barang hilang atau salah tempat.</p> <p>Manfaat RFID termasuk efisiensi operasional, pengurangan kesalahan pencatatan, dan pemantauan stok otomatis. Proses distribusi menjadi lebih tepat waktu, mempercepat penyaluran bantuan pangan, dan mengurangi risiko keterlambatan. RFID juga mengurangi biaya operasional dengan menghilangkan pencatatan manual.</p> <p>Keterbatasan RFID meliputi biaya tinggi, integrasi dengan sistem lama, dan masalah keamanan data serta kompatibilitas perangkat.</p>

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemajuan teknologi digital telah mendorong transformasi signifikan dalam sistem logistik, khususnya dalam pengelolaan inventaris. Salah satu inovasi yang menonjol adalah penggunaan teknologi Radio Frequency Identification (RFID), yang telah menunjukkan kontribusi besar dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi alur logistik.

Dalam konteks ini, pembahasan difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu bagaimana RFID diterapkan dalam manajemen inventaris, manfaat strategis yang dihasilkan dari penggunaannya, serta berbagai keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam proses implementasinya. Ketiga aspek ini akan diuraikan secara terstruktur untuk menunjukkan sejauh mana teknologi RFID dapat memberikan nilai tambah dalam operasional logistik modern serta tantangan yang harus diantisipasi oleh pelaku industri.

Penerapan teknologi RFID dalam inventory management pada industri logistik

Berdasarkan pembahasan pada tabel di atas, beberapa penerapan pada rantai pasokan industri logistik adalah:

1. Pemantauan Real-Time dan Visibilitas Inventaris: RFID memungkinkan pemantauan persediaan secara real-time melalui tag yang mengirimkan data otomatis ke sistem. Setiap barang dapat dilacak posisinya secara instan tanpa pemindaian manual, sehingga meningkatkan akurasi data dan visibilitas stok secara menyeluruh, yang krusial dalam pengambilan keputusan logistik (Anusha, 2023; Ngaboyimbere et al., 2021).
2. Otomatisasi Proses Inbound dan Outbound: Teknologi RFID mempercepat proses penerimaan dan pengeluaran barang di gudang. Barang yang melewati RFID reader langsung tercatat dalam sistem tanpa perlu dibongkar atau dipindai satu per satu, sehingga mengurangi waktu tunggu, beban kerja manual, dan kesalahan input (Alyaha et al., 2016; Anusha, 2023; Shin & Eksioglu, 2015).
3. Pelacakan Barang Akurat dan Pencegahan Kehilangan: Setiap pergerakan barang dapat dideteksi oleh sistem RFID secara otomatis, menciptakan jejak digital yang lengkap. Hal ini membantu perusahaan melacak barang secara akurat, mencegah kehilangan, shrinkage, dan memudahkan identifikasi jika terjadi ketidaksesuaian antara data dan kondisi fisik (Anusha, 2023; Tao et al., 2017)

4. Pemantauan dan Penjagaan Cold Chain Secara Otomatis: Pemantauan cold chain dilakukan secara otomatis menggunakan tag RFID yang dilengkapi sensor suhu untuk merekam suhu selama distribusi. Data disimpan di memori RFID atau dikirim langsung ke sistem pusat melalui sinyal. Jika terdeteksi suhu menyimpang, sistem akan memberi peringatan dini kepada operator untuk mencegah kerusakan produk. Manfaatnya meliputi menjaga suhu ideal, meminimalkan kerugian, serta meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga karena tidak perlu pengecekan manual (Abad et al., 2009; Dos Santos & Dias Canedo, 2019).
5. Penerapan Berbasis Aturan Otomatis: RFID dapat digunakan dalam sistem pengelolaan gudang yang berbasis aturan tertentu. Ketika kondisi tertentu terpenuhi, sistem secara otomatis melakukan tindakan yang sudah ditentukan. Misalnya, ketika barang dengan tag tertentu masuk ke gudang, sistem langsung memerintahkan agar barang tersebut dipindahkan ke lokasi yang sesuai (Alyahya et al., 2016; Tan & Sidhu, 2022).
6. Sebagai Pengganti Barcode: *RFID label* memungkinkan proses pemindaian massal di titik sortir dan pengiriman, tanpa harus memindai setiap paket secara manual (Novitasari & Anwar, 2022). Kemudian, dengan RFID yang mampu melakukan identifikasi secara massal dengan akurasi yang tinggi dan tanpa intervensi manusia secara manual, menjadikannya jauh lebih efisien daripada barcode dalam operasional gudang (Anusha, 2023; Du, 2021).

Manfaat strategis yang dihasilkan dari implementasi RFID pada industri logistik

Berdasarkan pembahasan pada tabel di atas, beberapa manfaat pada rantai pasokan industri logistik adalah:

1. Efisiensi Waktu dan Operasional: RFID secara signifikan mampu mempercepat proses bisnis dengan mengotomatisasi tugas-tugas manual yang sebelumnya memakan banyak waktu. RFID mampu membaca beberapa tag sekaligus berbeda dengan pemindaian satu per satu dengan penggunaan barcode, dengan RFID proses yang sebelumnya memakan beberapa jam dapat diselesaikan dalam beberapa menit. Selain itu, RFID mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dengan manusia untuk kegiatan rutin seperti penghitungan inventaris, sehingga perusahaan dapat mengalokasikan sumber daya manusia ke tugas lain (Erlangga et al., 2022; Popova et al., 2021).
2. Pengurangan Kesalahan: RFID meminimalkan kesalahan manusia yang umum terjadi pada sistem manual, seperti kesalahan entri data dan kesalahan pemberian label. Hal ini melalui penggunaan reader genggam yang mampu mengidentifikasi setiap tag, karena dalam tag RFID terdapat nomor unik, dengan nomor unik ini setiap tag dapat dibedakan dengan tag lainnya (Anusha, 2023; Tao et al., 2017).
3. Meningkatkan Transparansi: RFID yang mampu digunakan untuk memantau secara detail proses dari produksi hingga ke konsumen akhir secara real-time. Hal ini meningkatkan transparansi karena memungkinkan seluruh stakeholder mulai dari produsen, distributor, hingga konsumen untuk mampu mengetahui dan memantau pergerakan produk dari hulu ke hilir (Dos Santos & Dias Canedo, 2019; Mashayekhy et al., 2022).
4. Mendukung Otomatisasi Warehouse 4.0: Integrasi RFID dengan sistem WMS (Warehouse Management System) berbasis algoritma pemilihan dan pengambilan otomatis mempersingkat waktu picking dan dispatch. Hal ini terlihat dalam studi yang menunjukkan bahwa sistem RFID mendukung pengelolaan gudang generasi baru dengan tingkat otomatisasi tinggi (Alyahya et al., 2016; Wang et al., 2015).
5. Pendukung Pengambilan Keputusan Strategis: RFID menyediakan data granular yang dapat digunakan untuk analitik performa rantai pasok secara real-time. Shu dan Barton mengembangkan kerangka kerja SIT (State-Identity-Time) yang memungkinkan

pemantauan kinerja logistik secara akurat dan mencegah overreaction terhadap fluktuasi data yang tidak signifikan (Ngai et al., 2008; Shu & Barton, 2012).

6. Peningkatan Produktivitas Operasional: Penerapan RFID terbukti meningkatkan produktivitas tenaga kerja karena banyak proses yang sebelumnya memerlukan waktu dan tenaga kini dapat dilakukan secara otomatis. Ini berkontribusi terhadap efisiensi biaya dan pengurangan kesalahan manusia dalam pengelolaan stok (Alyahya et al., 2016; Shin & Eksioglu, 2015).

Keterbatasan dalam penerapan RFID di sektor logistik

Berdasarkan pembahasan pada tabel di atas, beberapa keterbatasan pada rantai pasokan industri logistik adalah:

1. Biaya Implementasi yang Tinggi: Implementasi RFID memerlukan investasi besar di awal, termasuk pengadaan perangkat keras (reader dan tag), perangkat lunak, integrasi sistem, dan pelatihan SDM. Hal ini menjadi penghambat utama, khususnya bagi UKM yang memiliki keterbatasan modal (Dos Santos & Dias Canedo, 2019; Shin & Eksioglu, 2015).
2. Isu Keamanan dan Privasi: RFID rawan terhadap serangan seperti eavesdropping, spoofing, dan denial of service. Ini menjadi perhatian serius, terutama untuk barang bernilai tinggi atau data sensitif dalam logistik medis atau militer (Casella et al., 2022; Krotov & Junglas, 2008).
3. Keterbatasan Jarak Baca dan Ketergantungan Posisi: RFID pasif memiliki keterbatasan dalam jangkauan pembacaan, dan pembacaan akurat hanya bisa dilakukan bila sudut dan jarak pembaca dan tag sesuai. Dalam lingkungan gudang yang kompleks, hal ini sering menyulitkan pelacakan yang stabil (Alwadi et al., 2017; Tao et al., 2017).
4. Hardware dan Software: Dalam penerapan RFID terdapat tantangan dalam hal perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Dari sisi *hardware*, sinyal pada tag RFID rentan terhadap gangguan dari lingkungan sekitar, seperti benda logam yang mampu mengganggu transmisi data. Kemudian dari sisi *software*, terdapat keterbatasan pengelolaan data RFID secara cepat dan efisien. Dibutuhkan sistem yang mampu mengambil dan menyimpan data RFID dalam jumlah besar, latensi rendah untuk kecepatan proses, dan dapat diperluas jika skala penggunaannya meningkat (Alwadi et al., 2017; Tan & Sidhu, 2022).
5. Keterbatasan Fleksibilitas: Sensor RFID diproduksi dengan sensor bawaan yang sudah tetap. Sensor yang telah diproduksi ini tidak dapat diganti atau dikonfigurasi ulang tanpa proses desain dan produksi ulang yang mahal. Keterbatasan fleksibilitas ini menjadi penghalang untuk penggunaan teknologi RFID secara optimal (Casella et al., 2022; Landaluce et al., 2020).
6. Kurangnya Pemahaman Teknologi Baru: Banyak karyawan yang belum terbiasa menggunakan RFID karena sebelumnya mereka hanya menggunakan cara manual seperti mencatat di buku ataupun di Excel. RFID butuh pemahaman soal tag, reader, dan sistem komputer yang saling terhubung. Tanpa pelatihan yang cukup, mereka akan bingung atau bahkan takut salah pakai (Erlangga et al., 2022; Ferdousmou et al., 2024)

KESIMPULAN

Teknologi RFID terbukti memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan efektivitas manajemen inventaris di sektor logistik. Dengan kemampuan memantau pergerakan barang secara otomatis dan real-time, RFID membantu perusahaan memperoleh data yang lebih akurat, mempercepat proses kerja, serta mengurangi risiko kesalahan dan kehilangan barang. Teknologi ini juga mendukung otomatisasi sistem gudang, memperbaiki pengambilan keputusan, dan meningkatkan transparansi rantai pasok secara keseluruhan.

Namun demikian, penerapan RFID juga memiliki tantangan yang tidak bisa diabaikan. Biaya awal yang cukup tinggi, kebutuhan integrasi dengan sistem yang sudah ada, serta keterbatasan teknis seperti gangguan sinyal dan jarak baca, menjadi hambatan dalam implementasinya. Di sisi lain, kesiapan sumber daya manusia juga menjadi faktor penting, karena penggunaan RFID memerlukan pemahaman dan keterampilan teknis tertentu.

Secara keseluruhan, manfaat RFID dalam industri logistik sangat potensial jika didukung oleh perencanaan yang matang, kesiapan infrastruktur, dan pelatihan yang memadai. Dengan pendekatan yang tepat, RFID dapat menjadi teknologi kunci untuk menciptakan sistem logistik yang lebih modern, efisien, dan responsif terhadap kebutuhan bisnis saat ini.

REFERENSI

- Abad, E., Palacio, F., Nuin, M., Zárate, A. G. D., Juarros, A., Gómez, J. M., & Marco, S. (2009). RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain. *Journal of Food Engineering*, 93(4), 394–399. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.02.004>
- Abyaneh, A. G., Movahed, A. B., Abyari, A., & Khakbazan, M. (2025). *Evaluating the RFID Technology in Costco Company: A Focus on Logistics and Supply Chain Management*. 5(2), 34–51.
- Alwadi, A., Gawanmeh, A., Parvin, S., & Al-Karaki, J. N. (2017). Smart Solutions for RFID based Inventory Management Systems: A Survey. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 18(4), 347–360. <https://doi.org/10.12694/scpe.v18i4.1333>
- Alyahya, S., Wang, Q., & Bennett, N. (2016). Application and integration of an RFID-enabled warehousing management system – a feasibility study. *Journal of Industrial Information Integration*, 4, 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2016.08.001>
- Anusha, C. (2023). *RFID BASED INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM*. 8(05).
- Biswal, A. K., Jenamani, M., & Kumar, S. K. (2018). Warehouse efficiency improvement using RFID in a humanitarian supply chain: Implications for Indian food security system. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 109, 205–224. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.11.010>
- Casella, G., Bigliardi, B., & Bottani, E. (2022). The evolution of RFID technology in the logistics field: A review. *Procedia Computer Science*, 200, 1582–1592. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.359>
- Dos Santos, Y. L., & Dias Canedo, E. (2019). On the Design and Implementation of an IoT based Architecture for Reading Ultra High Frequency Tags. *Information*, 10(2), 41. <https://doi.org/10.3390/info10020041>
- Du, C. (2021). Logistics and Warehousing Intelligent Management and Optimization Based on Radio Frequency Identification Technology. *Journal of Sensors*, 2021(1), 2225465. <https://doi.org/10.1155/2021/2225465>
- Erlangga, S. B., Yunita, A., & Satriana, S. R. (2022). Development of Automatic Real Time Inventory Monitoring System using RFID Technology in Warehouse. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 6(3), 636. <https://doi.org/10.30630/joiv.6.3.1231>
- Ferdousmou, J., Prabha, M., Farouk, M. O., Samiun, M., Sozib, H. M., & Zaman, A. M. (2024). IoT-Enabled RFID in Supply Chain Management: A Comprehensive Survey and Future Directions. *Journal of Computer and Communications*, 12(11), 207–223. <https://doi.org/10.4236/jcc.2024.1211015>
- Grandinetti, J. J. (2019). Welcome to a New Generation of Entertainment: Amazon Web Services and the Normalization of Big Data Analytics and RFID Tracking. *Surveillance & Society*, 17(1/2), 169–175. <https://doi.org/10.24908/ss.v17i1/2.12919>

- Junhong, M. (2020). Research on Intelligent Warehouse Management System Based on RFID: *Proceedings of the 2020 9th International Conference on Applied Science, Engineering and Technology (ICASET 2020)*. 2020 9th International Conference on Applied Science, Engineering and Technology (ICASET 2020), Qingdao, China. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201203.006>
- Krotov, V., & Junglas, I. (2008). RFID as a Disruptive Innovation. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 3(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-18762008000100005>
- Landaluce, H., Arjona, L., Perallos, A., Falcone, F., Angulo, I., & Muralter, F. (2020). A Review of IoT Sensing Applications and Challenges Using RFID and Wireless Sensor Networks. *Sensors*, 20(9), 2495. <https://doi.org/10.3390/s20092495>
- Mashayekhy, Y., Babaei, A., Yuan, X.-M., & Xue, A. (2022). Impact of Internet of Things (IoT) on Inventory Management: A Literature Survey. *Logistics*, 6(2), 33. <https://doi.org/10.3390/logistics6020033>
- Ngaboyimbere, F., Leo, J., Michael, K., & Muteteshe, D. (2021). Development of RFID based Automatic Warehouse Management System: A Case Study of ROK industries Limited Kenya. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 07(08), 112–126. <https://doi.org/10.31695/IJASRE.2021.34076>
- Ngai, E. W. T., Moon, K. K. L., Riggins, F. J., & Yi, C. Y. (2008). RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 510–520. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.004>
- Novitasari, N., & Anwar, N. (2022). Enhanced Technology for Logistics Courier Delivery Using RFID Label to Minimize Processing Time. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 6(3), 610. <https://doi.org/10.30630/joiv.6.3.1229>
- Popova, I., Abdullina, E., Danilov, I., Marusin, A., Marusin, A., Ruchkina, I., & Shemyakin, A. (2021). Application of the RFID technology in logistics. *Transportation Research Procedia*, 57, 452–462. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.072>
- Shin, S., & Eksioglu, B. (2015). An empirical study of RFID productivity in the U.S. retail supply chain. *International Journal of Production Economics*, 163, 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.02.016>
- Shu, J., & Barton, R. (2012). Managing Supply Chain Execution: Monitoring Timeliness and Correctness via Individualized Trace Data. *Production and Operations Management*, 21(4), 715–729. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2012.01353.x>
- Tan, W. C., & Sidhu, M. S. (2022). Review of RFID and IoT integration in supply chain management. *Operations Research Perspectives*, 9, 100229. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2022.100229>
- Tan, W. C., Sidhu, M. S., & Shah, S. M. (2021). *Survey of RFID-IoT in Supply Chain Management*. 12(3), 1754–1762.
- Tao, F., Fan, T., Lai, K. K., & Li, L. (2017). Impact of RFID technology on inventory control policy. *Journal of the Operational Research Society*, 68(2), 207–220. <https://doi.org/10.1057/s41274-016-0030-5>
- Wang, Q., Alyahya, S., Bennett, N., & Dhakal, H. (2015). An RFID-Enabled Automated Warehousing System. *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 3(4), 287–293. <https://doi.org/10.7763/IJMMM.2015.V3.212>