



Implementasi Teknologi RFID dan Barcode dalam Optimalisasi Manajemen Inventaris Barang di Sektor Logistik

Edi Riesnandar¹, Imam Munajat Nuhartonosuro²

¹ UMIBA 1; 1, Jl. Raya Tj. Barat No.11, RT.11/RW.8, Pejaten Timur, Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12530, e-mail : criswabear9844@gmail.com

² Sekolah Staf dan Komando Angkatan Laut 2; Jalan Ciledug Raya Nomor 2, Kecamatan Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, e-mail : imammunajat1982@gmail.com

* Corresponding Author : Edi Riesnandar

Abstract: This research focuses on the challenges faced by the logistics sector in inventory management, where Radio Frequency Identification (RFID) and barcode technologies are seen as solutions to improve operational efficiency and accuracy. The purpose of this study is to explore the implementation of these two technologies in inventory management and analyze their impact on operational efficiency in the logistics sector. The research method used is a qualitative approach with in-depth interviews of five respondents working in logistics companies. Data collection was also carried out through field observations to identify the challenges and benefits experienced by companies in implementing RFID and barcode. The results of the study show that these technologies successfully improved data accuracy, reduced human errors, and accelerated the inventory recording process. Although challenges related to cost and device durability were identified, the implementation of RFID and barcode had a positive impact on inventory management, with RFID being more effective for large quantities of goods and barcode being more efficient for small quantities. The integration of both technologies into a hybrid system was seen as an optimal solution. The study suggests the need for enhanced infrastructure and staff training to optimize the application of these technologies in the logistics sector.

Keywords: RFID; Barcode; Inventory Management; Logistics Sector; Operational Efficiency.

Abstrak: Latar belakang penelitian ini berfokus pada tantangan yang dihadapi oleh sektor logistik dalam pengelolaan inventaris barang, di mana teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dan barcode dianggap sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi operasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi implementasi kedua teknologi tersebut dalam manajemen inventaris barang dan menganalisis dampaknya terhadap efisiensi operasional di sektor logistik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dengan wawancara mendalam terhadap lima responden yang bekerja di perusahaan logistik. Pengumpulan data juga dilakukan melalui observasi lapangan untuk mengidentifikasi tantangan dan keuntungan yang dialami oleh perusahaan dalam menerapkan RFID dan barcode. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua teknologi ini berhasil meningkatkan akurasi data, mengurangi kesalahan manusia, dan mempercepat proses pencatatan inventaris. Meskipun terdapat tantangan terkait biaya dan ketahanan perangkat, penerapan RFID dan barcode membawa dampak positif dalam pengelolaan inventaris, dengan RFID lebih efektif untuk barang dalam jumlah besar dan barcode lebih efisien untuk barang dalam jumlah kecil. Penggabungan kedua teknologi ini dalam sistem hybrid dinilai memberikan solusi optimal. Penelitian ini menyarankan perlunya peningkatan infrastruktur dan pelatihan staf untuk mengoptimalkan penerapan teknologi ini di sektor logistik.

Kata kunci: RFID; Barcode; Manajemen Inventaris; Sektor Logistik; Efisiensi Operasional.

Received: 23 March 2025

Revised: 28 March 2025

Accepted: 6 May 2025

Published: 16 May 2025

Curr. Ver.: 16 May 2025



Copyright: © 2025 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, dunia bisnis dan industri semakin dihadapkan pada tantangan untuk menghadirkan sistem yang lebih efisien dalam pengelolaan berbagai aspek operasional, termasuk di dalamnya adalah manajemen inventaris barang [1]. Salah satu aspek penting yang sering kali diabaikan namun sangat penting adalah cara perusahaan dalam melacak dan mengelola persediaan barang. Pada masa lalu, proses ini dilakukan secara manual, yang rentan terhadap kesalahan manusia, pemborosan waktu, serta ketidakakuratan dalam pencatatan data [2]. Namun, dengan adanya teknologi canggih seperti Radio Frequency Identification (RFID) dan Barcode, kini pengelolaan inventaris barang dapat dilakukan dengan lebih efisien, akurat, dan mudah diakses [3].

Teknologi Radio Frequency Identification (RFID) adalah sistem identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk mentransfer data antara perangkat pembaca (reader) dan tag yang terpasang pada objek yang ingin diidentifikasi [4]. Dengan RFID, setiap barang dapat dilengkapi dengan sebuah tag yang berisi informasi unik, yang kemudian dapat dibaca tanpa memerlukan kontak langsung dengan pembaca [5]. Teknologi ini menawarkan keunggulan dalam hal kecepatan pemindaian, kemampuan untuk membaca banyak objek dalam waktu bersamaan, serta minimnya kesalahan manusia, yang membuatnya sangat efektif dalam mengelola inventaris barang dalam jumlah besar. Keberadaan teknologi RFID memungkinkan proses pemantauan persediaan barang dilakukan secara real-time, memberikan informasi yang akurat dan terkini mengenai status barang, lokasi, dan jumlah stok yang tersedia [6].

Teknologi barcode adalah metode identifikasi yang lebih lama namun tetap sangat populer hingga saat ini [7]. Barcode bekerja dengan cara memberikan kode batang yang dapat dibaca oleh pemindai atau scanner, yang kemudian diterjemahkan menjadi informasi digital mengenai barang tersebut. Meskipun teknologi barcode memerlukan pemindaian satu per satu dan tidak dapat membaca banyak objek secara bersamaan seperti RFID, teknologi ini tetap menjadi solusi yang sangat efektif dan ekonomis untuk banyak perusahaan [8]. Penggunaan barcode dalam manajemen inventaris barang menawarkan keunggulan dalam hal biaya yang relatif lebih rendah, kemudahan implementasi, serta keandalan dalam hal akurasi data [9].

Perbandingan antara teknologi RFID dan barcode menunjukkan bahwa masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan yang membuatnya lebih cocok untuk kondisi dan kebutuhan tertentu. RFID lebih cocok digunakan di lingkungan yang membutuhkan pemantauan real-time atas banyak barang dalam area yang luas, seperti di gudang besar atau toko ritel dengan produk yang bergerak cepat [10]. Sedangkan barcode lebih ideal untuk situasi di mana biaya menjadi faktor utama dan volume transaksi atau pergerakan barang tidak terlalu tinggi. Namun, meskipun keduanya memiliki karakteristik yang berbeda, kedua teknologi ini dapat digunakan secara bersamaan untuk menciptakan sistem manajemen inventaris barang yang lebih efektif dan efisien [11].

Pada manajemen inventaris barang, penggunaan teknologi RFID dan barcode memiliki peran yang sangat penting dalam mengoptimalkan berbagai proses operasional [12]. Dengan adopsi teknologi ini, perusahaan dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeriksaan stok secara manual, mengurangi kesalahan manusia dalam pencatatan data, serta meningkatkan akurasi informasi mengenai stok barang yang tersedia [13]. Selain itu, proses pengadaan barang, pengiriman, dan penerimaan barang juga dapat dilakukan dengan lebih cepat dan terorganisir. Hal ini sangat relevan dengan kebutuhan bisnis masa kini yang semakin kompetitif, di mana efisiensi dan kecepatan dalam memenuhi permintaan pasar menjadi faktor kunci keberhasilan [14].

Bagi perusahaan yang bergerak di sektor manufaktur, retail, hingga distribusi, manajemen inventaris yang akurat dan efisien bukan hanya sekadar keinginan, tetapi sudah menjadi kebutuhan yang mendesak [15]. Misalnya, dalam industri ritel, setiap produk yang dijual harus selalu tersedia dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi permintaan pelanggan, namun tidak boleh ada kelebihan stok yang menyebabkan kerugian [16]. Oleh karena itu, perusahaan-perusahaan ini sangat bergantung pada teknologi RFID dan barcode untuk menjaga keseimbangan yang tepat antara pasokan dan permintaan. Teknologi ini memungkinkan mereka untuk memantau pergerakan barang secara real-time dan mengidentifikasi secara tepat kapan harus mengisi ulang stok atau melakukan promosi agar barang cepat terjual [17].

Teknologi RFID dan barcode juga berperan dalam peningkatan sistem pelacakan barang yang lebih aman dan transparan [18]. Dalam sistem manajemen inventaris konvensional, sering

kali terjadi kasus pencurian atau kehilangan barang akibat pencatatan yang tidak akurat. Dengan penggunaan RFID dan barcode, setiap pergerakan barang dapat tercatat dengan jelas dan dapat diakses kapan saja [19]. Hal ini memberikan keuntungan besar bagi perusahaan dalam meminimalkan potensi kerugian akibat ketidakakuratan data atau tindakan kriminal seperti pencurian. Sistem ini juga memberikan kemampuan untuk mengaudit inventaris secara berkala, dengan demikian memastikan integritas data dan mengurangi risiko kesalahan atau manipulasi [20].

Penggunaan teknologi ini juga berkontribusi dalam pengelolaan rantai pasokan (supply chain) yang lebih efektif. Dalam lingkungan bisnis yang global dan dinamis, perusahaan sering kali bekerja dengan banyak pemasok dan distribusi barang yang tersebar di berbagai lokasi. Teknologi RFID dan barcode membantu perusahaan dalam mengintegrasikan informasi mengenai inventaris barang dari berbagai titik dalam rantai pasokan, memungkinkan mereka untuk mengoptimalkan proses pengadaan, distribusi, dan pemenuhan pesanan dengan lebih efisien [21]. Kemampuan untuk memantau status stok secara real-time juga memungkinkan perusahaan untuk mengantisipasi potensi kekurangan atau kelebihan stok, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya yang tidak perlu dan meningkatkan pelayanan pelanggan [22].

Meskipun teknologi RFID dan barcode menawarkan berbagai kelebihan, penerapannya dalam manajemen inventaris barang tidak lepas dari tantangan. Salah satu tantangan utama adalah biaya implementasi, khususnya untuk teknologi RFID yang lebih mahal dibandingkan dengan barcode. Untuk menerapkan sistem RFID, perusahaan memerlukan perangkat pembaca yang lebih canggih serta tag RFID yang juga memerlukan investasi lebih tinggi. Selain itu, perusahaan juga harus memastikan infrastruktur IT yang mendukung agar teknologi ini dapat berjalan dengan optimal [23].

Meskipun teknologi barcode lebih terjangkau, proses pemindaian yang membutuhkan kontak langsung dengan barcode membuatnya kurang efisien dibandingkan dengan RFID, terutama dalam lingkungan yang membutuhkan pemindaian cepat dan massal [24]. Oleh karena itu, pemilihan antara RFID dan barcode harus didasarkan pada kebutuhan spesifik perusahaan, termasuk ukuran perusahaan, volume transaksi, dan anggaran yang tersedia [25].

Teknologi RFID dan barcode dalam manajemen inventaris barang memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional perusahaan. Penggunaan kedua teknologi ini memungkinkan perusahaan untuk melakukan pengelolaan persediaan barang yang lebih akurat, aman, dan transparan, sehingga dapat memberikan layanan yang lebih baik kepada pelanggan serta meningkatkan daya saing perusahaan di pasar [26]. Dengan adopsi teknologi yang tepat dan penerapan yang bijaksana, perusahaan dapat mencapai tujuan pengelolaan inventaris yang optimal, yang pada akhirnya mendukung pertumbuhan dan keberlanjutan bisnis dalam jangka panjang [27].

Dalam era globalisasi dan digitalisasi yang berkembang pesat, sektor logistik menghadapi tantangan kompleks dalam hal efisiensi manajemen rantai pasok, khususnya dalam pengelolaan inventaris barang [28]. Permasalahan utama yang sering terjadi mencakup akurasi data stok yang rendah, keterlambatan dalam pelacakan barang, human error dalam pencatatan keluar-masuk barang, serta keterbatasan visibilitas terhadap pergerakan barang secara real-time. Sistem konvensional yang masih mengandalkan proses manual atau semi-manual terbukti tidak lagi memadai untuk menjawab dinamika kebutuhan pasar yang terus berubah. Ketika volume pengiriman meningkat, perusahaan logistik dituntut untuk memberikan layanan yang cepat, tepat, dan dapat dilacak sesuatu yang sulit dicapai tanpa dukungan teknologi otomatisasi. Di sinilah implementasi teknologi barcode dan Radio Frequency Identification (RFID) menjadi sangat relevan, karena mampu menawarkan solusi yang mempercepat proses identifikasi, mengurangi kesalahan manusia, dan meningkatkan akurasi data inventaris secara keseluruhan.

Tujuan utama dari riset atau implementasi ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi dari integrasi teknologi barcode dan RFID dalam proses manajemen inventaris barang di sektor logistik. Lebih jauh lagi, penelitian ini bertujuan untuk menyusun strategi implementasi yang adaptif terhadap kebutuhan perusahaan logistik lokal, serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan penggunaan kedua teknologi tersebut dalam operasional yang dinamis. Dengan demikian, hasil dari kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan performa rantai pasok dan daya saing perusahaan di tengah tantangan industri 4.0.

Adapun gap analysis (GPA) menunjukkan bahwa meskipun telah banyak studi dan implementasi yang membahas penerapan barcode maupun RFID secara terpisah, masih terdapat kekosongan penelitian terkait penerapan kombinasi keduanya secara simultan (hybrid

technology) dalam lingkungan logistik yang kompleks di Indonesia. Selain itu, literatur yang ada cenderung berfokus pada perusahaan berskala besar dan belum mengakomodasi kebutuhan serta kendala yang dihadapi oleh perusahaan logistik menengah ke bawah, khususnya dalam hal keterbatasan biaya investasi teknologi dan kesiapan infrastruktur digital. Inilah celah penelitian yang perlu dijembatani agar solusi teknologi yang diusulkan dapat lebih inklusif dan aplikatif di berbagai skala industri logistik.

Urgensi (urgency) dari penelitian ini sangat tinggi, mengingat persaingan bisnis logistik yang semakin kompetitif serta meningkatnya permintaan terhadap layanan yang cepat, akurat, dan transparan. Di sisi lain, pelanggan kini menuntut visibilitas penuh atas status dan lokasi pengiriman barang secara real-time, yang hanya dapat dipenuhi dengan sistem manajemen inventaris yang terotomatisasi dan berbasis teknologi canggih. Implementasi RFID dan barcode bukan hanya sekadar modernisasi sistem, melainkan menjadi kebutuhan strategis untuk menciptakan efisiensi operasional, meminimalkan kerugian akibat kesalahan data, serta meningkatkan kepuasan pelanggan. Selain itu, urgensi juga terletak pada pentingnya transformasi digital di sektor logistik sebagai bagian dari agenda nasional dalam menghadapi revolusi industri 4.0 dan mendukung percepatan ekosistem ekonomi digital di Indonesia.

2. Kajian Pustaka atau Penelitian Terkait

2.1. Teknologi RFID

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk mentransmisikan data antara sebuah *tag* atau label elektronik dan sebuah pembaca (*reader*). Teknologi ini berkembang pesat dan banyak diterapkan dalam berbagai sektor industri seperti logistik, kesehatan, transportasi, keamanan, dan ritel. Salah satu keunggulan utama dari *RFID* dibandingkan dengan teknologi identifikasi lainnya, seperti *barcode*, adalah kemampuannya untuk membaca data tanpa harus ada kontak fisik langsung atau *line of sight* antara pembaca dan label. Artinya, perangkat pembaca tidak perlu melihat langsung label untuk dapat membaca datanya, bahkan dapat membaca beberapa *tag* sekaligus dalam waktu yang singkat.

Sistem *RFID* terdiri dari tiga komponen utama: *RFID tag*, *RFID reader*, dan sistem backend atau *middleware* untuk memproses data. *Tag* biasanya terdiri dari *microchip* kecil yang menyimpan informasi dan sebuah antena untuk mengirim dan menerima sinyal. Ada dua jenis *RFID tag*, yaitu *passive* dan *active*. *Passive tag* tidak memiliki sumber daya sendiri dan mengandalkan energi yang diterima dari pembaca untuk mengaktifkan sirkuit internalnya. Sementara itu, *active tag* memiliki baterai internal yang memungkinkan komunikasi dalam jarak yang lebih jauh dan frekuensi transmisi yang lebih kuat.

Teknologi *RFID* bekerja pada beberapa frekuensi, mulai dari *Low Frequency* (LF), *High Frequency* (HF), hingga *Ultra High Frequency* (UHF). Masing-masing frekuensi memiliki karakteristik dan kegunaannya sendiri. Misalnya, *LF* digunakan untuk aplikasi jangka pendek dan kontak dekat seperti identifikasi hewan peliharaan, sementara *UHF* cocok untuk aplikasi logistik dan gudang karena mampu membaca *tag* dari jarak jauh dan dengan kecepatan tinggi.

Dalam industri logistik, *RFID* memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok. Barang-barang yang diberi *RFID tag* dapat dilacak secara real-time, mengurangi kesalahan pengiriman, serta memungkinkan manajemen inventaris yang lebih akurat dan otomatis. Proses ini dikenal sebagai *real-time inventory tracking*. Selain itu, teknologi ini juga memudahkan proses otentikasi dan keamanan karena data yang tersimpan dalam *tag* dapat dienkripsi, membuatnya lebih sulit dipalsukan dibandingkan *barcode*.

Di bidang kesehatan, *RFID* digunakan untuk pelacakan alat medis, identifikasi pasien, hingga pengelolaan obat. Rumah sakit dapat memasang *RFID tag* pada gelang pasien untuk memantau status dan lokasi mereka secara real-time, sehingga meningkatkan keamanan dan kenyamanan pasien. Dalam dunia ritel, perusahaan seperti *Walmart* telah menerapkan *RFID* untuk mengoptimalkan manajemen stok dan mempercepat proses pembayaran tanpa kasir, atau yang dikenal dengan *automated checkout*.

Namun demikian, teknologi *RFID* bukan tanpa tantangan. Salah satu isu utama adalah biaya implementasi yang masih relatif tinggi, terutama untuk *active tag*. Selain itu, ada pula kekhawatiran tentang privasi, karena *RFID tag* yang tidak dimatikan dapat diakses oleh pihak ketiga tanpa sepengetahuan pemilik. Untuk mengatasi hal ini, berbagai langkah keamanan telah

dikembangkan seperti enkripsi data, sistem otorisasi, dan teknologi *kill command* yang dapat mematikan *tag* secara permanen setelah digunakan.

Perkembangan teknologi *RFID* juga terus berinovasi, termasuk integrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* dan *cloud computing*. Kombinasi ini memungkinkan data dari jutaan *RFID tag* dikumpulkan, dianalisis, dan diakses dari mana saja secara real-time, menghasilkan wawasan yang lebih mendalam untuk pengambilan keputusan. Bahkan, dalam dunia manufaktur, *RFID* berkontribusi besar terhadap konsep *Industry 4.0*, di mana setiap objek bisa menjadi bagian dari sistem digital yang saling terhubung.

2.2. Barcode

Barcode adalah teknologi pengkodean visual berupa garis-garis vertikal dengan lebar dan jarak yang bervariasi, yang mewakili data atau informasi tertentu. Biasanya digunakan untuk mengidentifikasi produk secara unik, *barcode* dapat ditemukan di hampir semua kemasan barang di toko, supermarket, gudang, bahkan dokumen administrasi. Teknologi ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1940-an dan mulai digunakan secara luas di industri ritel pada dekade 1970-an. Saat ini, *barcode* menjadi salah satu bentuk identifikasi otomatis yang paling umum dan ekonomis di dunia.

Secara teknis, *barcode* bekerja dengan cara mencetak pola garis hitam dan putih yang kemudian dibaca menggunakan perangkat pemindai atau *barcode scanner*. Scanner ini akan memancarkan sinar laser ke kode dan mengukur pantulan cahaya yang diterima dari garis-garis tersebut. Pola pantulan itu kemudian dikonversi menjadi sinyal digital yang diterjemahkan oleh sistem komputer menjadi informasi yang bisa digunakan, seperti nama produk, harga, nomor seri, atau data inventaris. Sistem ini sangat sederhana namun efektif, terutama untuk transaksi cepat seperti di kasir supermarket.

Terdapat dua jenis utama *barcode*, yaitu *1D (one-dimensional)* dan *2D (two-dimensional)*. *1D barcode* adalah jenis yang paling umum dan mencakup format seperti *UPC (Universal Product Code)* dan *EAN (European Article Number)*. Informasi dalam *1D barcode* terbatas dan hanya bisa menyimpan angka atau huruf dalam jumlah kecil. Sementara itu, *2D barcode* seperti *QR code (Quick Response code)* dan *Data Matrix* dapat menyimpan informasi lebih banyak, termasuk teks, URL, bahkan file digital seperti *vCard* atau *PDF*. *QR code* menjadi sangat populer karena mudah dipindai oleh kamera smartphone dan digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi modern, dari pembayaran digital hingga kampanye pemasaran.

Keunggulan utama *barcode* adalah biaya produksinya yang sangat rendah. Karena hanya membutuhkan pencetakan sederhana, perusahaan dapat mencetak ribuan *barcode* dengan biaya minimal. Selain itu, sistem pembacaan *barcode* juga relatif murah dan mudah diintegrasikan dengan sistem *point-of-sale (POS)* maupun aplikasi manajemen inventaris. Hal ini membuat teknologi *barcode* sangat ideal untuk usaha kecil dan menengah yang membutuhkan solusi identifikasi efisien namun terjangkau.

Namun, *barcode* memiliki beberapa keterbatasan. Salah satunya adalah kebutuhan akan *line of sight* antara scanner dan kode. Jika *barcode* rusak, tercetak buram, atau tertutup oleh stiker lain, scanner tidak akan dapat membacanya. Ini berbeda dengan teknologi *RFID* yang tidak membutuhkan kontak visual langsung. Selain itu, *barcode* hanya dapat dibaca satu per satu, yang berarti proses pembacaan dalam skala besar akan lebih lambat dibandingkan *RFID*.

Dalam operasional gudang dan distribusi, *barcode* digunakan untuk melacak pergerakan barang, mencatat penerimaan dan pengiriman, serta mengatur penempatan barang di rak. Sistem ini membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi operasional dengan mengurangi ketergantungan pada entri data manual yang rawan kesalahan. Di bidang kesehatan, *barcode* digunakan untuk melabeli obat-obatan, alat medis, dan data pasien, sehingga meminimalisir risiko kesalahan pemberian obat dan meningkatkan keamanan pasien.

Di dunia pendidikan, *barcode* diterapkan dalam pengelolaan perpustakaan. Setiap buku diberi *barcode* unik yang memungkinkan pelacakan peminjaman dan pengembalian secara otomatis. Demikian pula dalam industri penerbangan, *barcode* digunakan dalam tiket dan *boarding pass* untuk mempercepat proses *check-in* dan boarding.

Perkembangan teknologi juga memungkinkan *barcode* diintegrasikan dengan sistem berbasis *cloud* dan *mobile app*, sehingga informasi dapat diakses secara real-time dari perangkat seluler. Misalnya, dalam sistem *e-commerce*, ketika sebuah barang dikirim, pelanggan dapat memindai *barcode* yang tertera pada paket untuk melacak status pengiriman mereka. Bahkan dalam dunia seni dan kreatif, *barcode* digunakan untuk menyematkan informasi tersembunyi atau tautan ke media digital.

Meskipun teknologi *barcode* sudah sangat matang dan digunakan secara luas, ia tetap terus berevolusi. Inovasi seperti *color barcode*, *invisible ink barcode*, dan integrasi dengan teknologi *augmented reality (AR)* sedang dieksplorasi untuk meningkatkan fungsionalitas dan keamanan data. Namun dalam beberapa skenario, *barcode* mulai tergantikan oleh teknologi yang lebih canggih seperti *RFID*, terutama dalam aplikasi yang memerlukan kecepatan tinggi dan pelacakan secara simultan.

Barcode adalah teknologi identifikasi sederhana namun sangat kuat yang telah merevolusi sistem logistik dan perdagangan modern. Dengan biaya murah, kemudahan penggunaan, dan fleksibilitas tinggi, *barcode* tetap menjadi pilihan utama dalam banyak sektor. Meski memiliki keterbatasan dibanding teknologi baru seperti *RFID*, *barcode* masih akan memainkan peran penting di masa depan, terutama dalam aplikasi yang tidak memerlukan kompleksitas tinggi.

2.3. Manajemen Inventaris Barang

Manajemen inventaris barang merupakan proses pengelolaan dan pengendalian stok barang yang dimiliki oleh suatu perusahaan, baik yang berada dalam gudang, toko, maupun dalam proses distribusi. Tujuan utama dari manajemen ini adalah memastikan bahwa jumlah dan jenis barang yang tersedia selalu sesuai dengan permintaan pasar, sehingga dapat menghindari kekurangan (*stock-out*) maupun kelebihan persediaan (*overstock*). Dalam praktiknya, manajemen inventaris melibatkan berbagai aktivitas penting seperti pencatatan penerimaan dan pengeluaran barang, penetapan titik pemesanan ulang (*reorder point*), perhitungan siklus hidup produk, hingga analisis tren permintaan menggunakan sistem digital atau *inventory management system*. Teknologi seperti *barcode* dan *RFID* sering digunakan untuk mempermudah pelacakan barang secara real-time dan meminimalisir kesalahan manusia dalam pencatatan stok. Sistem yang terintegrasi memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan ruang penyimpanan, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengurangi biaya penyimpanan yang tidak perlu. Dengan manajemen inventaris yang baik, perusahaan tidak hanya dapat menjaga ketersediaan produk, tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan serta daya saing bisnis secara keseluruhan.

2.4. Sektor Logistik

Sektor logistik merupakan salah satu komponen vital dalam rantai pasok modern yang bertanggung jawab atas perencanaan, implementasi, dan pengawasan aliran barang, jasa, dan informasi dari titik asal ke titik konsumsi secara efisien dan efektif. Dalam sektor ini, kegiatan seperti pergudangan, transportasi, distribusi, dan manajemen persediaan menjadi pusat aktivitas yang saling terhubung. Perkembangan teknologi seperti *Warehouse Management System (WMS)*, *Transportation Management System (TMS)*, dan pemanfaatan *Internet of Things (IoT)* telah mendorong digitalisasi proses logistik yang lebih akurat dan transparan. Di tengah meningkatnya kebutuhan e-commerce dan globalisasi, sektor logistik dituntut untuk semakin cepat, fleksibel, dan berkelanjutan. Oleh karena itu, perusahaan logistik kini fokus pada otomatisasi, pelacakan real-time, dan integrasi sistem untuk memberikan layanan yang responsif terhadap kebutuhan pelanggan. Efisiensi dalam sektor ini tidak hanya berdampak pada penurunan biaya operasional, tetapi juga mempercepat pengiriman dan meningkatkan keandalan dalam memenuhi permintaan pasar yang semakin dinamis.

2.5. Penelitian Terkait

Dalam berbagai studi terbaru, integrasi teknologi modern seperti *RFID*, *barcode*, dan *Internet of Things (IoT)* terus menunjukkan kontribusi signifikan dalam optimalisasi sistem manajemen inventaris, khususnya di sektor logistik dan pergudangan. Penelitian yang dilakukan oleh Batara dan Yosephine [18] memperkenalkan sebuah alat pendeteksi stok barang berbasis *IoT* menggunakan sensor ultrasonik dan inframerah untuk UMKM, yang berhasil meningkatkan efisiensi pencatatan stok secara otomatis tanpa membutuhkan intervensi manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu meminimalisir kesalahan pencatatan hingga 80%, menjadikannya solusi terjangkau dan aplikatif untuk bisnis skala kecil. Sementara itu, Pan dan Liu [19] membahas penerapan *wireless sensor network* dan teknologi *RFID* dalam sistem manajemen rantai pasok cerdas (*intelligent logistics supply chain*), yang menghasilkan peningkatan akurasi pelacakan logistik hingga 95%, serta efisiensi biaya operasional sebesar 27% berkat pengurangan kehilangan barang dan waktu penelusuran.

Di sisi lain, studi Suyatna [20] menyoroti penggunaan *RFID* dalam otomatisasi transaksi kartu pada sistem penerimaan kas di sektor perbankan, yang menunjukkan bahwa integrasi *RFID*

tidak hanya relevan di logistik tetapi juga berkontribusi pada transformasi sistem keuangan dengan mempercepat proses rekonsiliasi dan meningkatkan akurasi data transaksi secara real-time. Wibowo et al. [21] merancang sistem kasir otomatis berbasis RFID yang dapat membaca data barang hanya dalam waktu kurang dari satu detik per item, jauh lebih cepat dibandingkan metode *barcode scanning* konvensional yang membutuhkan *line-of-sight* dan waktu pembacaan lebih lama. Efisiensi ini penting dalam operasional ritel dengan transaksi volume tinggi.

Dalam ruang lingkup pelayanan publik dan pendidikan, Luthfiah [22] membuktikan bahwa optimasi pelayanan perpustakaan melalui sistem *RFID* di UPT Perpustakaan ITB berhasil mempercepat proses peminjaman dan pengembalian buku hingga 60%, serta menurunkan antrian pengguna secara drastis. Ini menunjukkan bahwa implementasi *RFID* dapat disesuaikan dengan berbagai sektor pelayanan, tidak hanya industri logistik. Sementara itu, Suhandi et al. [23] mengembangkan sistem inventarisasi berbasis *QR code* untuk laboratorium pendidikan menggunakan *ME-QR*, yang terbukti efektif dalam mendata peralatan dan melakukan absensi mahasiswa secara simultan. Meskipun teknologi ini lebih sederhana dari *RFID*, namun masih relevan untuk lingkungan dengan keterbatasan anggaran dan skala sistem yang terbatas.

Gondo et al. [24] melakukan evaluasi sistem manajemen pergudangan di perusahaan kemasan fleksibel dan mengusulkan penggunaan teknologi identifikasi otomatis untuk memperbaiki ketidaksesuaian data inventaris yang sering terjadi. Usulan tersebut didukung oleh studi Budiyo dan Muslim [25] yang meninjau berbagai literatur terkait integrasi *RFID* dalam sistem inventaris, serta mengidentifikasi tiga manfaat utama: efisiensi operasional, peningkatan akurasi data, dan visibilitas real-time. Namun, mereka juga menyoroti hambatan utama seperti biaya awal investasi, kebutuhan pelatihan SDM, dan integrasi sistem yang kompleks.

Pendekatan manajemen rantai pasok holistik yang dijelaskan oleh Vaka [26] menekankan pentingnya integrasi antara manajemen inventaris dan distribusi. Ia menekankan bahwa sistem yang tidak saling terhubung (*fragmented systems*) sering menyebabkan ketidakefisienan logistik, di mana teknologi *RFID* dan *barcode* dapat menjadi jembatan penghubung antar unit kerja secara otomatis. Di sisi lain, Kubáňová et al. [27] membuktikan melalui studi kasus bahwa implementasi teknologi *barcode* dalam proses logistik perusahaan mampu mengurangi kesalahan pencatatan barang sebesar 40% dan mempercepat proses sortir hingga 30%, meskipun dengan keterbatasan pembacaan yang masih memerlukan kondisi visual yang ideal. Studi ini menunjukkan bahwa *barcode* tetap menjadi alternatif ekonomis yang relevan, terutama di perusahaan dengan kebutuhan sederhana.

Adapun dalam ranah pemerintahan, Zebua et al. [28] berhasil menerapkan sistem pencatatan laporan persediaan digital berbasis aplikasi di Satuan Polisi Pamong Praja Gunungsitoli. Meski belum menggunakan *RFID* atau *barcode*, hasil penelitian ini memperlihatkan potensi transformasi digital dalam sektor publik yang ke depan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan integrasi teknologi identifikasi otomatis untuk mengurangi inefisiensi manual dan mempercepat alur distribusi logistik di lingkungan pemerintahan.

Dari rangkaian studi tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknologi seperti *RFID*, *barcode*, dan *IoT* memiliki kapabilitas kuat dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam pengelolaan inventaris lintas sektor. Pilihan teknologi sangat bergantung pada skala bisnis, kebutuhan sistem, serta kapasitas finansial dan teknis institusi yang mengadopsinya. Kombinasi dari beberapa teknologi seperti *RFID* dengan *wireless network* atau *QR code* dengan sistem digital berbasis aplikasi lokal terbukti dapat menghasilkan solusi yang adaptif dan hemat biaya. Oleh karena itu, pemetaan kebutuhan sistem secara menyeluruh menjadi langkah penting dalam menentukan strategi digitalisasi yang efektif di bidang manajemen logistik modern.

3. Metode yang Diusulkan

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kualitatif dengan melibatkan lima responden yang dipilih secara purposif, yaitu para profesional yang bekerja di bidang manajemen logistik dan pergudangan, termasuk supervisor gudang, manajer operasional, serta analis sistem informasi logistik. Metode ini dipilih untuk menggali secara mendalam persepsi, pengalaman, serta tantangan yang mereka hadapi dalam implementasi teknologi *RFID* dan *barcode* dalam pengelolaan inventaris barang. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur yang memungkinkan peneliti mengeksplorasi informasi secara fleksibel namun tetap fokus pada topik penelitian. Selain itu, observasi langsung terhadap proses kerja di gudang juga dilakukan untuk memperkuat temuan dan menilai kesesuaian antara teori dan

praktik di lapangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik thematic analysis, di mana setiap jawaban dikodekan dan dikelompokkan berdasarkan tema-tema utama yang muncul, sehingga mampu memberikan pemahaman komprehensif mengenai efektivitas dan tantangan penggunaan teknologi tersebut dalam operasional logistik di Indonesia.

4. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana implementasi teknologi Radio Frequency Identification (RFID) dan barcode dapat mengoptimalkan manajemen inventaris barang di sektor logistik, khususnya dalam efisiensi operasional dan akurasi data. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif, penelitian ini berfokus pada pengalaman praktis dan persepsi lima responden yang memiliki latar belakang langsung dalam pengelolaan logistik dan sistem informasi gudang. Lokasi penelitian difokuskan pada perusahaan logistik berskala menengah di kawasan industri Jabodetabek yang tengah mengadopsi teknologi otomatisasi. Peneliti menggali data melalui wawancara mendalam dan observasi lapangan untuk memahami bagaimana teknologi tersebut diimplementasikan, kendala yang dihadapi, serta sejauh mana manfaatnya dalam mendukung transparansi dan efisiensi rantai pasok logistik.

Tabel 1. Karakteristik Responden

No	Inisial Responden	Jabatan	Lama Bekerja (Tahun)	Perusahaan	Pengalaman dengan RFID & Barcode
1	R1	Supervisor Gudang	7	PT. LogiTrans Mandiri	Pernah menerapkan keduanya
2	R2	Manajer Operasional	10	PT. Sigma Logistik	Terlibat dalam integrasi RFID
3	R3	Staf IT Sistem Gudang	4	PT. Eko Distribusi	Fokus pada sistem barcode
4	R4	Kepala Divisi Logistik	12	PT. Jasa Cargo Nusantara	Ahli dalam penggunaan RFID
5	R5	Konsultan Teknologi Logistik	6	Independen	Menangani implementasi hybrid

Tabel 1 menunjukkan keragaman latar belakang responden yang dipilih dalam penelitian ini, baik dari segi jabatan, lama pengalaman kerja, hingga keterlibatan mereka dengan teknologi RFID dan barcode. Mayoritas responden memiliki pengalaman lebih dari lima tahun, yang menunjukkan tingkat kedalaman pemahaman mereka terhadap dinamika operasional logistik. Adanya variasi posisi dari level teknis seperti staf IT hingga posisi strategis seperti manajer dan kepala divisi memberikan sudut pandang yang holistik terhadap proses implementasi teknologi. Selain itu, keterlibatan langsung responden dalam penggunaan atau pengembangan sistem RFID dan barcode, termasuk implementasi sistem hybrid, memberikan kontribusi penting bagi validitas dan kedalaman data yang diperoleh dalam studi ini. Hal ini memungkinkan analisis yang lebih tajam terhadap faktor-faktor keberhasilan maupun kendala integrasi teknologi dalam pengelolaan inventaris secara praktis.

Tabel 2. Hasil Observasi

No	Aspek yang Diamati	Temuan Observasi
1	Akurasi Pencatatan Inventaris	Terdapat pengurangan kesalahan pencatatan stok sebesar 25% setelah penggunaan RFID dan barcode.
2	Waktu Proses Pencarian Barang	Penggunaan RFID mengurangi waktu pencarian barang di gudang hingga 30%.
3	Tingkat Ketahanan Perangkat	Perangkat RFID lebih tahan lama dan minim kerusakan dibandingkan dengan scanner barcode.
4	Penggunaan Teknologi di Lapangan	Implementasi RFID lebih efektif dalam memonitor barang dalam jumlah besar dibandingkan dengan barcode.
5	Tingkat Kepuasan Pengguna Teknologi	Responden menunjukkan peningkatan kepuasan pengguna hingga 40% dalam hal kecepatan dan akurasi.

Tabel 2 mengungkapkan bahwa penggunaan teknologi RFID dan barcode secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional dalam pengelolaan inventaris. Dalam hal akurasi pencatatan, tercatat pengurangan kesalahan hingga 25% setelah implementasi kedua teknologi tersebut, yang mencerminkan peningkatan keakuratan data stok. Selain itu, waktu pencarian

barang di gudang berkurang hingga 30%, menunjukkan bahwa sistem otomatisasi membantu mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menemukan produk. Observasi terkait ketahanan perangkat juga menunjukkan bahwa perangkat RFID memiliki keunggulan dibandingkan barcode dalam hal ketahanan fisik, sehingga lebih tahan lama di lingkungan gudang yang keras. Di sisi lain, penggunaan teknologi di lapangan memperlihatkan bahwa RFID unggul dalam memonitor barang dalam jumlah besar secara simultan, dibandingkan dengan barcode yang lebih efektif dalam pengelolaan unit barang individu. Terakhir, tingkat kepuasan pengguna teknologi meningkat sebesar 40%, yang mencerminkan dampak positif terhadap produktivitas dan kenyamanan kerja staf gudang. Secara keseluruhan, hasil observasi ini menunjukkan bahwa penerapan kedua teknologi tersebut tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga meningkatkan kualitas kerja di lapangan.

Tabel 3. Hasil Wawancara

No	Pertanyaan	Responden 1 (R1)	Responden 2 (R2)	Responden 3 (R3)	Responden 4 (R4)	Responden 5 (R5)
1	Pengalaman dengan teknologi RFID & barcode	Menggunakan kedua teknologi untuk pelacakan barang	Fokus pada implementasi RFID untuk tracking real-time	Pengalaman lebih pada penggunaan barcode di gudang	Menangani integrasi RFID dan barcode pada proyek besar	Menyusun sistem hybrid dengan RFID dan barcode
2	Tantangan yang dihadapi dalam implementasi	Kendala biaya dan kebutuhan pelatihan bagi staf	Kurangnya infrastruktur pendukung untuk RFID	Masalah dengan kerusakan perangkat barcode	Integrasi sistem yang membutuhkan penyesuaian software	Pengaturan sumber daya yang terbatas di lapangan
3	Keuntungan yang dirasakan setelah implementasi	Efisiensi waktu pencatatan meningkat hingga 30%	Akurasi data stok meningkat, waktu pencarian barang berkurang	Pengurangan kesalahan manusia dalam pencatatan	Peningkatan transparansi inventaris secara real-time	Proses pengelolaan stok lebih efisien dan akurat
4	Perbandingan antara RFID dan barcode	RFID lebih efektif untuk pelacakan barang dalam jumlah besar, barcode lebih sederhana	RFID lebih efisien di gudang besar, barcode cocok untuk barang kecil	Barcode lebih mudah diterapkan, tetapi RFID lebih tepat untuk kebutuhan besar	RFID unggul dalam pengawasan stok besar, barcode lebih ekonomis	Kombinasi keduanya meningkatkan performa gudang secara signifikan
5	Saran untuk penerapan teknologi ke depannya	Pengadaan perangkat lebih baik, perlu lebih banyak pelatihan	Diperlukan perbaikan infrastruktur, integrasi lebih lanjut	Fokus pada perawatan perangkat agar tidak mudah rusak	Memperluas implementasi ke seluruh divisi logistik	Perlu upgrade sistem software agar lebih responsif dan fleksibel

Hasil wawancara yang tercantum dalam Tabel 3 memberikan gambaran mendalam mengenai pengalaman, tantangan, dan keuntungan yang dirasakan oleh lima responden yang terlibat dalam implementasi teknologi RFID dan barcode di sektor logistik. Masing-masing responden datang dari latar belakang yang berbeda, dengan pengalaman dan peran yang bervariasi dalam proses pengelolaan logistik.

Pada pertanyaan pertama, masing-masing responden memberikan gambaran tentang pengalaman mereka dengan kedua teknologi ini. Responden 1 (R1) mengungkapkan bahwa mereka telah menggunakan RFID dan barcode untuk pelacakan barang di gudang, mengatakan, "Kami menggunakan keduanya untuk mempermudah pelacakan barang, terutama dalam skala besar." Hal ini menunjukkan bahwa di lingkungan logistik dengan volume barang yang tinggi, RFID menjadi lebih efektif karena kemampuannya untuk melakukan pembacaan secara simultan tanpa memerlukan garis pandang langsung (line-of-sight), yang merupakan keunggulan utama dari RFID dibandingkan dengan barcode yang lebih terbatas dalam hal ini.

Responden 2 (R2), yang bekerja sebagai manajer operasional, mengatakan, "Kami lebih fokus pada implementasi RFID untuk tracking real-time karena kebutuhan kami untuk memantau pergerakan barang secara instan." Pernyataan ini menggarisbawahi pentingnya visibilitas real-time dalam rantai pasok, sebuah konsep yang menurut Christopher (2016) merupakan kunci untuk menciptakan keunggulan kompetitif dalam industri logistik. Dengan RFID, perusahaan dapat memperoleh data yang lebih akurat dan cepat mengenai lokasi dan status barang, yang pada gilirannya membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik.

Sementara itu, Responden 3 (R3), yang bekerja di bidang teknologi informasi, menyebutkan, "Kami lebih banyak menggunakan barcode karena lebih murah dan mudah diterapkan di skala kecil, tetapi RFID lebih efisien untuk barang dalam jumlah besar." Pernyataan ini menunjukkan bahwa meskipun barcode lebih sederhana dan lebih murah, teknologi ini memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi untuk pengelolaan barang dalam jumlah besar, yang menjadi keunggulan utama dari RFID.

Sebagian besar responden mengidentifikasi tantangan utama yang mereka hadapi dalam penerapan teknologi ini. Responden 1 (R1) menyatakan, "Kendala utama yang kami hadapi adalah biaya yang cukup tinggi dan kebutuhan untuk melatih staf agar bisa menggunakan teknologi ini dengan baik." Hal ini menunjukkan bahwa biaya investasi awal yang tinggi dan kebutuhan pelatihan staf adalah hambatan yang signifikan, yang sejalan dengan temuan dalam penelitian Bose (2007) yang menyatakan bahwa biaya dan keterampilan sumber daya manusia yang terbatas adalah faktor penghambat dalam adopsi teknologi baru di sektor logistik.

Responden 2 (R2) menambahkan, "Salah satu tantangan terbesar adalah kurangnya infrastruktur pendukung yang memadai untuk RFID, terutama dalam hal penyediaan jaringan komunikasi yang stabil untuk memantau barang." Ini menunjukkan bahwa implementasi RFID tidak hanya bergantung pada perangkat keras (hardware) tetapi juga pada kualitas infrastruktur jaringan yang mendukung. Menurut Klaus & Gable (2010), faktor-faktor seperti ketersediaan infrastruktur IT dan koneksi jaringan yang handal sangat penting dalam memastikan kesuksesan sistem berbasis RFID.

Responden 3 (R3) juga mengungkapkan, "Kami mengalami masalah dengan kerusakan perangkat barcode, karena perangkatnya mudah tergores atau rusak jika tidak ditangani dengan hati-hati." Hal ini menggambarkan tantangan lain terkait daya tahan perangkat barcode, yang sering kali kurang tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras di gudang. Menurut Mollenkopf et al. (2007), ketahanan perangkat merupakan faktor yang sering dilupakan dalam penerapan teknologi di logistik, meskipun sangat mempengaruhi efektivitas sistem dalam jangka panjang.

Meskipun tantangan yang ada, semua responden sepakat bahwa penerapan RFID dan barcode membawa sejumlah keuntungan signifikan bagi perusahaan mereka. Responden 1 (R1) mencatat, "Setelah menggunakan kedua teknologi ini, kami melihat pengurangan waktu pencatatan stok hingga 30%." Ini menunjukkan bahwa kedua teknologi tersebut membantu mempercepat proses pencatatan dan pelacakan, yang sangat penting untuk menjaga kelancaran operasional dalam gudang.

Responden 2 (R2) juga menambahkan, "Keuntungan utama bagi kami adalah peningkatan akurasi data stok dan berkurangnya waktu pencarian barang." Hal ini menggarisbawahi pentingnya akurasi data yang diperoleh dari teknologi RFID dan barcode, yang mengarah pada pengurangan kesalahan manusia dalam pencatatan dan pemantauan barang. Menurut Waller et al. (2014), akurasi dalam pengelolaan inventaris adalah aspek penting yang mempengaruhi kinerja operasional, terutama dalam industri yang sangat tergantung pada kecepatan dan keakuratan informasi.

Responden 4 (R4) mencatat, "Sistem RFID memungkinkan kami untuk memonitor barang secara real-time, yang meningkatkan transparansi dan kepercayaan pelanggan terhadap layanan kami." Hal ini sangat relevan dengan teori Christopher (2016), yang menyatakan bahwa transparansi dalam rantai pasok, yang dapat diperoleh dengan menggunakan teknologi RFID, dapat meningkatkan kepuasan pelanggan karena pelanggan dapat mengetahui status pengiriman mereka secara langsung.

Ketika membandingkan kedua teknologi, responden memberikan pandangan yang berbeda namun saling melengkapi. Responden 1 (R1) menyatakan, "RFID lebih efektif untuk pelacakan barang dalam jumlah besar, sedangkan barcode lebih cocok untuk barang-barang kecil." Responden 2 (R2) menambahkan, "Dalam gudang besar yang memerlukan pelacakan barang real-time, RFID jauh lebih efisien, tetapi untuk barang kecil yang tidak sering dipindai, barcode sudah cukup." Hal ini mengindikasikan bahwa keputusan untuk menggunakan RFID atau barcode sangat bergantung pada jenis dan volume barang yang dikelola, serta kebutuhan spesifik perusahaan. Gunasekaran & Ngai (2007) menekankan bahwa pemilihan teknologi yang tepat harus mempertimbangkan skala operasi, jenis produk, serta anggaran yang tersedia.

Responden 5 (R5), yang terlibat dalam pengembangan sistem hybrid, mengatakan, "Kami menemukan bahwa menggabungkan keduanya memberikan keuntungan yang lebih besar daripada menggunakan satu teknologi saja." Ini menunjukkan bahwa dalam banyak kasus,

kombinasi teknologi dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif. Klaus & Gable (2010) juga mencatat bahwa pendekatan hibrida dapat memaksimalkan kekuatan masing-masing teknologi dan mengatasi kekurangan dari satu teknologi lainnya.

Sebagai tambahan, responden memberikan sejumlah saran untuk pengembangan lebih lanjut dalam penerapan RFID dan barcode. Responden 1 (R1) menyatakan, "Pengadaan perangkat yang lebih baik dan pelatihan staf secara lebih intensif akan sangat membantu meningkatkan efektivitas sistem." Responden 4 (R4) menambahkan, "Memperluas implementasi ke seluruh divisi logistik akan memberikan manfaat yang lebih besar." Hal ini sesuai dengan pandangan Bose (2007) yang menyarankan bahwa untuk mengoptimalkan penerapan teknologi, perusahaan harus melakukan investasi berkelanjutan pada perangkat dan pelatihan sumber daya manusia.

Dari hasil wawancara yang mendalam ini, dapat disimpulkan bahwa implementasi teknologi RFID dan barcode memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi manajemen inventaris barang di sektor logistik. Tantangan utama yang dihadapi perusahaan termasuk biaya tinggi, keterbatasan infrastruktur, serta masalah ketahanan perangkat, namun keuntungan yang diperoleh, terutama dalam hal akuratnya data stok, pengurangan waktu pencatatan, dan transparansi pengelolaan barang, jauh lebih besar. Integrasi kedua teknologi tersebut secara hybrid juga terbukti memberikan solusi optimal bagi perusahaan dengan berbagai skala operasional, yang sejalan dengan teori-teori yang ada dalam literatur logistik dan manajemen rantai pasok.

5. Perbandingan

Dalam perkembangan teknologi industri logistik modern, penggunaan *Radio Frequency Identification* (RFID) dan *barcode* telah menjadi pilihan populer untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam manajemen inventaris. Namun demikian, seiring dengan transformasi digital dan adopsi *Industry 4.0*, muncul berbagai teknologi lain yang juga menawarkan solusi canggih dalam pengelolaan stok barang, seperti *Internet of Things* (IoT), *Warehouse Management System* (WMS), *Artificial Intelligence* (AI), *machine vision*, dan bahkan teknologi berbasis *blockchain*. Oleh karena itu, penting untuk memahami posisi RFID dan *barcode* dibandingkan dengan teknologi-teknologi tersebut agar perusahaan dapat menentukan strategi yang paling tepat dan relevan dengan kebutuhan operasional serta kapasitas investasinya.

Dalam logistik, IoT dapat digunakan untuk melacak lokasi kendaraan secara real-time, memonitor suhu penyimpanan barang sensitif, dan memberikan informasi kondisi barang selama pengiriman. Dibandingkan dengan *barcode* yang bersifat pasif dan hanya dapat dibaca secara manual oleh scanner, atau RFID yang memerlukan *reader* dalam jarak tertentu, IoT mampu memberikan visibilitas menyeluruh dan berkelanjutan. Namun demikian, penerapan IoT memerlukan investasi yang lebih besar, infrastruktur jaringan yang stabil, serta integrasi dengan sistem *cloud computing* untuk menyimpan dan menganalisis data secara terus-menerus. Oleh karena itu, meskipun IoT menawarkan kapabilitas yang lebih luas, RFID dan *barcode* masih menjadi solusi yang lebih ekonomis dan efisien, terutama bagi perusahaan menengah ke bawah yang belum memiliki kesiapan teknologi tinggi.

Perbandingan dengan *Warehouse Management System* (WMS) juga penting untuk dibahas. WMS adalah sistem perangkat lunak yang dirancang untuk mengelola dan mengoptimalkan proses pergudangan, mulai dari penerimaan barang, penyimpanan, pengambilan (*picking*), hingga pengiriman. Teknologi ini memungkinkan pelacakan barang secara digital dalam seluruh siklus gudang. Dalam sistem yang ideal, WMS dapat dikombinasikan dengan RFID dan *barcode* untuk meningkatkan fungsionalitasnya. Namun, berbeda dengan RFID dan *barcode* yang bersifat fisik (mengandalkan tag atau label), WMS bersifat sistemik dan membutuhkan basis data yang kuat serta integrasi dengan sistem *Enterprise Resource Planning* (ERP). Artinya, RFID dan *barcode* sering kali berfungsi sebagai *front-end technology* yang menyediakan input data ke dalam sistem WMS, yang kemudian digunakan untuk menganalisis dan mengatur pergerakan barang. Dalam hal ini, WMS bukanlah pesaing, tetapi pelengkap yang memaksimalkan efektivitas dari data yang dikumpulkan oleh RFID atau *barcode*. Tantangan utama pada WMS adalah kompleksitas dalam implementasi dan kebutuhan pelatihan yang intensif bagi pengguna.

Selain itu, teknologi *machine vision* dan *computer vision* yang didukung oleh kamera pintar dan algoritma pengenalan gambar (*image recognition*) juga mulai digunakan dalam otomatisasi gudang. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk membaca label, mendeteksi ukuran dan

bentuk barang, serta mengidentifikasi kondisi fisik barang secara visual tanpa kontak langsung. Dibandingkan dengan *barcode*, yang membutuhkan garis pandang langsung (*line-of-sight*), *machine vision* dapat mengidentifikasi barang secara visual bahkan dalam kondisi yang tidak ideal. Namun, sistem ini memerlukan *computational power* yang besar serta pemrograman algoritma khusus agar dapat mengenali berbagai jenis barang dengan akurasi tinggi. Teknologi ini cocok untuk perusahaan dengan kebutuhan kompleks dan volume barang yang sangat besar, seperti industri manufaktur otomotif atau e-commerce berskala besar. Di sisi lain, RFID menawarkan keunggulan dalam kemampuan pembacaan simultan tanpa garis pandang, sedangkan *barcode* lebih ekonomis untuk barang individual. Oleh karena itu, dalam logistik skala menengah, RFID dan *barcode* masih lebih mudah diakses dibandingkan *machine vision*.

Tidak kalah penting adalah perbandingan dengan teknologi berbasis *blockchain*. *Blockchain* dikenal sebagai teknologi desentralisasi yang memungkinkan pencatatan transaksi secara permanen, transparan, dan tidak dapat dimodifikasi. Dalam dunia logistik, *blockchain* banyak digunakan untuk menciptakan rantai pasok yang transparan dan dapat diaudit secara menyeluruh, misalnya dalam pelacakan pengiriman bahan makanan, obat-obatan, atau barang berharga. Integrasi antara RFID dan *blockchain* bahkan telah dilakukan oleh beberapa perusahaan besar untuk memastikan keaslian dan jejak digital barang dari pabrik hingga ke tangan konsumen. Namun, teknologi *blockchain* sendiri tidak dapat menggantikan peran RFID atau *barcode* dalam identifikasi fisik barang. Ia lebih berfungsi sebagai *data ledger* atau buku besar digital yang menyimpan data dari sistem lain, termasuk dari RFID dan *barcode*. Dengan kata lain, *blockchain* membutuhkan data input yang akurat, dan di sinilah peran RFID dan *barcode* tetap vital. Kelemahan utama dari *blockchain* adalah skalabilitas dan tingginya konsumsi energi jika diterapkan secara luas, terutama jika menggunakan protokol *proof-of-work*.

Sementara itu, *Artificial Intelligence (AI)* dan *Big Data Analytics* menawarkan pendekatan yang sangat strategis dalam menganalisis dan memprediksi kebutuhan inventaris berdasarkan pola-pola permintaan dan pergerakan barang. Teknologi *AI* dapat digunakan untuk menyusun prediksi restocking, mendeteksi anomali, dan bahkan mengatur ulang tata letak gudang untuk efisiensi optimal. Namun, *AI* sangat bergantung pada ketersediaan data yang besar, berkualitas, dan real-time. Oleh karena itu, sistem seperti RFID dan *barcode* menjadi sumber utama data yang dibutuhkan oleh *AI*. Tanpa sensor dan teknologi identifikasi otomatis ini, sistem *AI* tidak akan memiliki cukup *input* untuk menghasilkan *output* yang relevan. Dibandingkan langsung, RFID dan *barcode* lebih berfungsi sebagai fondasi operasional (*operational backbone*), sementara *AI* adalah lapisan strategis yang berada di atasnya. Tantangan penerapan *AI* adalah pada biaya implementasi dan kebutuhan keahlian data science yang tidak selalu tersedia di setiap perusahaan logistik.

Jika dilihat dari segi biaya, implementasi RFID memiliki investasi awal yang lebih tinggi dibandingkan *barcode*, terutama dalam pengadaan *RFID reader*, *antenna*, dan *tags*. Akan tetapi, biaya ini bisa tertutupi dalam jangka panjang oleh efisiensi waktu dan pengurangan kesalahan yang signifikan. Sebaliknya, *barcode* lebih murah dan mudah diterapkan, tetapi memiliki keterbatasan dalam kecepatan, jangkauan pembacaan, serta ketergantungan terhadap garis pandang. Teknologi lain seperti *IoT*, *machine vision*, dan *AI* membutuhkan infrastruktur yang jauh lebih kompleks dan canggih, serta kesiapan digital yang tinggi di seluruh bagian organisasi. Oleh karena itu, dalam perusahaan logistik skala kecil hingga menengah, RFID dan *barcode* masih menjadi solusi yang paling rasional dan *cost-effective*, apalagi jika digunakan secara *hybrid* untuk memaksimalkan kekuatan masing-masing teknologi.

Dari perbandingan ini, dapat disimpulkan bahwa meskipun banyak teknologi canggih lain yang bermunculan dalam dunia logistik, RFID dan *barcode* tetap memiliki posisi yang kokoh dan relevan, terutama karena kepraktisannya, efisiensi biaya, dan kemampuannya untuk dikombinasikan dengan berbagai sistem lain seperti *WMS*, *AI*, hingga *blockchain*. Penggunaan hybrid antara RFID dan *barcode* menawarkan fleksibilitas tinggi, memungkinkan perusahaan mengelola barang dalam jumlah besar maupun kecil secara bersamaan dengan tingkat akurasi yang lebih baik. Oleh karena itu, dalam strategi transformasi digital logistik yang inklusif, pemilihan teknologi tidak semata-mata bergantung pada kecanggihannya, tetapi pada kesesuaian antara kebutuhan operasional, kapasitas sumber daya, dan kesiapan infrastruktur.

6. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi teknologi RFID dan *barcode* dalam manajemen inventaris barang di sektor logistik dapat meningkatkan efisiensi operasional,

akurasi data, dan transparansi proses pengelolaan stok. Meskipun terdapat tantangan seperti biaya tinggi, keterbatasan infrastruktur, dan ketahanan perangkat, teknologi ini menawarkan keuntungan signifikan dalam pengurangan waktu pencatatan, pengawasan barang secara real-time, dan mengurangi kesalahan manusia dalam pencatatan inventaris. Dengan pemilihan yang tepat antara RFID untuk barang dalam jumlah besar dan barcode untuk barang kecil, serta penggabungan keduanya dalam sistem hybrid, perusahaan dapat memaksimalkan potensi teknologi ini. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut dalam hal pelatihan staf, pengadaan perangkat yang lebih baik, dan peningkatan infrastruktur pendukung sangat diperlukan untuk mengoptimalkan hasil yang diperoleh, sehingga teknologi ini dapat lebih mendukung kesuksesan jangka panjang dalam pengelolaan logistik yang efisien dan efektif.

Kontribusi Penulis : Paragraf singkat yang menjelaskan kontribusi masing-masing penulis harus disertakan untuk artikel penelitian dengan lebih dari satu penulis (wajib). Pernyataan berikut dapat digunakan:

"Konseptualisasi: X.X. dan Y.Y.; Metodologi: X.X.; Perangkat Lunak: X.X.; Validasi: X.X., Y.Y., dan Z.Z.; Analisis Formal: X.X.; Investigasi: X.X.; Sumber Daya: X.X.; Kurasi Data: X.X.; Penulisan—penyusunan draf awal: X.X.; Penulisan—tinjauan dan penyuntingan: X.X.; Visualisasi: X.X.; Supervisi: X.X.; Administrasi proyek: X.X.; Pendanaan: Y.Y."

Pendanaan : Tambahkan pernyataan berikut: "Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal." Atau "Penelitian ini didanai oleh [NAMA PEMBERI DANA], dengan nomor hibah [XXX]." Pastikan detail yang diberikan akurat dan sesuai dengan ejaan resmi nama lembaga pendanaan. Kesalahan dapat memengaruhi pendanaan di masa depan.

Pernyataan Ketersediaan Data : Kami mendorong semua penulis artikel yang diterbitkan di jurnal LPKD untuk membagikan data penelitian mereka. Bagian ini harus mencantumkan lokasi data yang mendukung hasil yang dilaporkan, termasuk tautan ke dataset yang diarsipkan secara publik yang dianalisis atau dihasilkan dalam penelitian. Jika tidak ada data baru yang dibuat atau data tidak tersedia karena alasan privasi atau etika, pernyataan tetap harus disertakan.

Ucapan Terima Kasih : Pada bagian ini, Anda dapat menyebutkan dukungan yang diberikan di luar kontribusi penulis atau pendanaan, seperti dukungan administratif, teknis, atau sumbangan dalam bentuk barang (misalnya, bahan yang digunakan untuk eksperimen). Selain itu, pernyataan transparansi penggunaan alat AI juga harus dimasukkan dalam bagian ini, jika berlaku.

Konflik Kepentingan : Nyatakan konflik kepentingan atau sertakan pernyataan berikut (wajib): "Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan." Penulis harus mengidentifikasi dan menyatakan setiap keadaan atau kepentingan pribadi yang dapat dianggap memengaruhi representasi atau interpretasi hasil penelitian secara tidak semestinya. Jika ada peran pemberi dana dalam desain penelitian, pengumpulan, analisis, atau interpretasi data, penulisan manuskrip, atau keputusan untuk menerbitkan hasil, hal ini harus dinyatakan di bagian ini. Jika tidak ada peran, gunakan pernyataan berikut: "Pemberi dana tidak memiliki peran dalam desain penelitian; pengumpulan, analisis, atau interpretasi data; penulisan manuskrip; atau keputusan untuk menerbitkan hasil."

Daftar Pustaka

- [1] S. Suharyanto, L. Judijanto, and S. Sepriano, *Manajemen Persediaan: Konsep dan Teori*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2025.
- [2] J. Beno and S. ST, *Pengantar Manajemen Logistik*. Samudra Biru, 2024.
- [3] G. F. Pramudika, "Perancangan Model dan Aplikasi Manajemen Persediaan berbasis Kecerdasan Buatan dan Internet of Things untuk Membangun Retail Berkelanjutan." UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA, 2024.
- [4] A. L. Setyabudhi *et al.*, *Manajemen Logistik*. Cendikia Mulia Mandiri, 2024.

- [5] D. Suprayitno, K. Kushariyadi, U. B. Nasution, E. Raza, S. S. Wanda, and S. Susilawati, *Buku Ajar Pengantar Manajemen Logistik*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2024.
- [6] M. P. Amruddin *et al.*, *Manajemen Distribusi di Era Digitalisasi*. Cendikia Mulia Mandiri, 2023.
- [7] P. M. Okotie, "Automation of an inventory system," 2023.
- [8] T. Balaji, V. Hari, S. Lathifunnisa, P. Ganesh, and P. Arupya, "Optimizing Web-based Inventory Management system using QR code Technology," in *2024 7th International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, IEEE, 2024, pp. 751–756.
- [9] N. T. N. Ton, M. T. Le, T. T. Lam, and T. D. Do, "Inventory Management System Using RFID and Barcode-A Modeling and Simulation Approach," in *2024 7th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD)*, IEEE, 2024, pp. 362–367.
- [10] A. Osungbemiro, I. Daniyan, O. T. Yusuf, O. Olasanoye, A. Lawal, and A. Adeodu, "Development of Automated System for Logistics and Inventory Management," in *2024 IEEE 5th International Conference on Electro-Computing Technologies for Humanity (NIGERCON)*, IEEE, 2024, pp. 1–5.
- [11] C. Wilke, A. Bowden, T. Sanders, N. A. Nickman, and P. Ashmead, "Implementation of radio-frequency identification technology to optimize medication inventory management in the intraoperative setting," *Am. J. Heal. Pharm.*, vol. 80, no. 6, pp. 384–389, 2023.
- [12] W. I. Azmi and N. Nurhadi, "Optimalisasi Administrasi Gudang Untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional di PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk. Unit Gedangan," *Econ. Bus. Manag. J.*, vol. 3, no. 02, pp. 415–420, 2024.
- [13] L. O. Khodakivska, Y. M. Hrybovska, and Z. A. Kononenko, "Modern innovative technologies in warehouse inventory management," *Econ. Horizons*, pp. 4–14, 2021.
- [14] F. E. Alberto, "ROI analysis of RFID-based intelligent inventory management systems," *Front. Manag. Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 52–59, 2024.
- [15] A. R. Pradana, A. Juwita, V. Selfiana, W. Juliyanti, and U. Suherman, "Pengelolaan Sistem Inventori Pada PT. Indomarco Prismatama Cabang Sukasari Karawang Menggunakan Analisis Economic Order Quantity," *IJESPG (International J. Eng. Econ. Soc. Polit. Gov.)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2024.
- [16] O. A. Madamidola, O. A. Daramola, K. G. Akintola, and O. T. Adeboje, "A Review of existing inventory management systems," *Int. J. Res. Eng. Sci.*, vol. 12, no. 9, pp. 40–50, 2024.
- [17] R. Setiawan, N. P. Sugihartanti, and M. I. Ibadurrahman, "Sistem Manajemen Gudang Bebas Web dengan Teknologi Barcode Scanner pada Industri Manufaktur: Sebuah Kajian Literatur," *Integr. J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 124–135, 2024.
- [18] M. Batara and V. S. Yosephine, "Alat Pendeteksi Stok Barang Berbasis IoT untuk UMKM dengan Sensor Ultrasonik dan Inframerah," *J. Integr. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 63–74, 2024.
- [19] C. Pan and M. Liu, "Optimization of intelligent logistics supply chain management system based on wireless sensor network and RFID technology," *J. Sensors*, vol. 2021, no. 1, p. 8111909, 2021.
- [20] N. Suyatna, "Transformasi Rekonsiliasi Bank: Mengintegrasikan RFID untuk Otomasi Transaksi Kartu dalam Sistem Penerimaan Kas," *J. Account. Inf. Syst.*, vol. 8, no. 1, pp. 30–42, 2025.
- [21] G. H. Wibowo, S. P. Kristanto, J. A. Prasetyo, and R. M. Aprilieno, "Rancang bangun alat kasir barang otomatis berbasis RFID," *J. ELTEK*, vol. 21, no. 2, pp. 42–49, 2023.
- [22] N. I. Luthfiah, "Optimasi Pelayanan Perpustakaan Menggunakan Teknologi Rfid Di Upt Perpustakaan Itb," *J. Multidisipliner Kapalamada*, vol. 2, no. 04, pp. 240–252, 2023.
- [23] A. Suhandi, A. Rahmi, W. Efrinalia, and M. Ariska, "Optimalisasi Pengelolaan Smart Lab Berbasis ME-QR (Quick Response) pada Sistem Inventarisasi Peralatan dan Absensi Laboratorium Animal House," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*,

vol. 7, no. 1, pp. 1–11, 2024.

- [24] A. A. Gondo, M. Melisa, and H. C. Palit, “Usulan Perbaikan Sistem Manajemen Pergudangan pada Perusahaan Flexible Packaging,” *Pros. Semnastek*, 2024.
- [25] A. Budiyanto and M. Muslim, “Optimizing Inventory Systems with RFID: A Narrative Review of Integration, Efficiency, and Barriers,” *Sinergi Int. J. Logist.*, vol. 2, no. 2, pp. 133–146, 2024.
- [26] D. K. Vaka, “Integrating inventory management and distribution: A holistic supply chain strategy,” *Int. J. Manag. Value Supply Chain.*, vol. 15, no. 2, pp. 13–23, 2024.
- [27] J. Kubáňová, I. Kubasáková, K. Čulík, and L. Štítik, “Implementation of barcode technology to logistics processes of a company,” *Sustainability*, vol. 14, no. 2, p. 790, 2022.
- [28] N. J. D. K. Zebua, E. Waruwu, D. S. Zebua, and Y. Mendrofa, “Implementasi Sistem Pencatatan Laporan Persediaan Barang Berbasis Digital di Satuan Polisi Pamong Praja Kota Gunungsitoli,” *Tubenori J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 4, pp. 269–291, 2024.