

## SMART RACKING SYSTEM DENGAN FITUR REAL-TIME MONITORING BERBASIS RFID DAN IOT UNTUK MENGOPTIMALKAN OPERASI PERGUDANGAN

Naufal Febriyan<sup>1</sup>, Mufid Hafidzurrahman<sup>2</sup>, Amirul Fadilah Alfarizi<sup>3</sup>, Haidar Farras<sup>4</sup>  
[naufalfebriyan@upi.edu](mailto:naufalfebriyan@upi.edu)<sup>1</sup>, [mufid.hafidzurrahman@upi.edu](mailto:mufid.hafidzurrahman@upi.edu)<sup>2</sup>, [amirulfadilahalfarizi@upi.edu](mailto:amirulfadilahalfarizi@upi.edu)<sup>3</sup>,  
[mubarok.haidar05@upi.edu](mailto:mubarok.haidar05@upi.edu)<sup>4</sup>

Universitas Pendidikan Indonesia

### ABSTRAK

Penggunaan sistem manual dalam operasional gudang terkadang memiliki kekurangan, saat menggunakan sistem manual, kinerja gudang akan sangat bergantung pada kemampuan karyawan, terkadang menyebabkan kesalahan dalam penghitungan dan identifikasi barang. karena kesalahan ini justru malah terjadi ketidaksesuaian yang disebabkan sering kali human error, akibatnya kegiatan operasional logistik terhambat dalam hal waktu, biaya dan pemenuhan pelayanan konsumen. untuk mengoptimasi aktivitas pada gudang, menciptakan sistem informasi yang akurat dan juga real-time terhadap persediaan di gudang, meningkatkan keamanan gudang, dan memberikan kemudahan akses informasi pergudangan, Maka dari itu dibuatlah sebuah skema yang dapat merealisasikan solusi tersebut. Skema Ini bertujuan untuk mengurangi human error pada operasional pergudangan khususnya dalam hal inventaris sehingga hambatan pada waktu dan biaya dapat dicegah. Sistem ini juga menyediakan fitur monitoring persediaan barang secara real-time dan otomatis sehingga memudahkan pencatatan dan audit inventaris yang memakan banyak waktu jika dilakukan secara manual. Metode yang digunakan adalah Literature Review. Hasil dari penelitian ini mengintegrasikan sistem RFID dan IoT menjadi sebuah sistem yang terintegrasi bernama "Smart Racking System". Skema ini mengadopsi teknologi RFID dan IoT untuk menciptakan racking system yang efisien.

**Kata Kunci:** Pergudangan, RFID, Iot, Racking System.

### ABSTRACT

*The use of manual systems in warehouse operations sometimes has weaknesses, when using a manual system, warehouse performance will depend heavily on the ability of employees, sometimes causing errors in the calculation and identification of goods. Because these errors actually cause discrepancies that are often caused by human error, as a result logistics operations are hampered in terms of time, cost and fulfillment of customer service. to optimize activities in the warehouse, create an accurate and real-time information system for inventory in the warehouse, increase warehouse security, and provide easy access to warehousing information, therefore a scheme is made that can realize these solutions. This scheme aims to reduce human error in warehousing operations, especially in terms of inventory so that time and cost constraints can be prevented. This system also provides real-time and automatic inventory monitoring features that facilitate inventory recording and auditing which takes a lot of time if done manually. The method used is Literature Review. The results of this research integrate RFID and IoT systems into an integrated system called "Smart Racking System". This scheme adopts RFID and IoT technology to create an efficient racking system.*

**Keywords:** Warehousing, RFID, Iot, Racking System.

### PENDAHULUAN

Pergudangan adalah salah satu aktivitas utama dalam logistik, pergudangan tentu memiliki peran yang besar dalam memaksimalkan kegiatan logistik maka dari itu efisiensi di dalam aktivitas pergudangan adalah hal yang sangat penting. Di era globalisasi ini, kompetisi dalam bidang logistik sangat ketat, perusahaan harus mempertimbangkan

kecepatan, pelayanan penuh, kualitas tinggi, biaya yang minim dan kepuasan konsumen. Mengacu kepada kerumitan jaringan logistik, pergudangan adalah salah satu komponen logistik yang memegang peran penting, terutama dengan persaingan yang semakin ketat, untuk menciptakan keberlanjutan perusahaan logistik didorong untuk mengoptimalkan pengelolaan gudang terutama dalam hal efisiensi dan produktivitas (Sinurat et al., 2018). Jika kita mengambil data dari Logistics Performance Index (LPI) tahun 2023, Indonesia memiliki skor timeliness (Ketepatan waktu) sebesar 3,3, skor ini lebih rendah jika dibandingkan dengan negara-negara tetangga seperti Filipina yang mempunyai skor timeliness sebesar 3,9 dan negara Malaysia dengan skor timeliness sebesar 3,7. Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa Indonesia memiliki tugas untuk meningkatkan skor timeliness, dan itu bisa dilakukan dengan meminimasi kesalahan dalam operasional gudang dengan memanfaatkan teknologi.

Penggunaan sistem manual dalam operasional gudang terkadang memiliki kekurangan, saat menggunakan sistem manual, kinerja gudang akan sangat bergantung pada kemampuan karyawan, terkadang menyebabkan kesalahan dalam penghitungan dan identifikasi barang (Sinurat et al., 2018). Kesalahan-kesalahan seperti keterlambatan pembaruan catatan inventaris, kesalahan menghitung, dan kurangnya audit inventaris masih sering terjadi. Ini berdampak pada arus barang dan informasi perusahaan dimana barang seharusnya dapat sesuai dengan jenis, kualitas, waktu dan tempat justru malah terjadi ketidaksesuaian yang disebabkan human error, akibatnya kegiatan operasional logistik terhambat dalam hal waktu, biaya dan pemenuhan pelayanan konsumen (Sinurat et al., 2018). Oleh karena itu diperlukan adanya solusi untuk pemecahan masalah tersebut.

**Tabel 1 riset terdahulu serta kekurangannya**

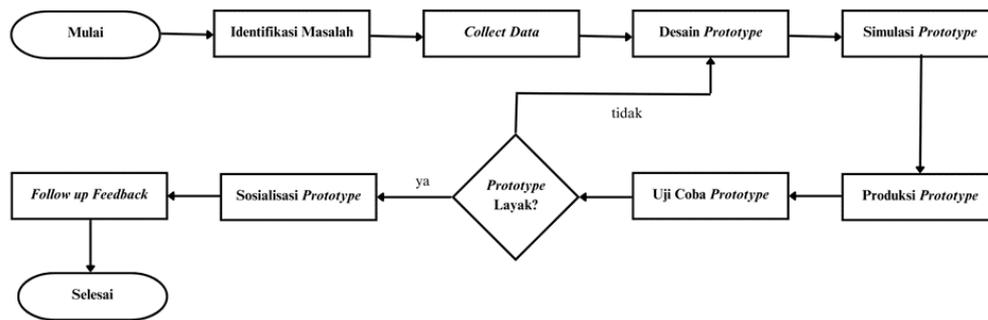
Riset Terdahulu	Kekurangannya
Riset oleh Xiafei Wang, Hongjin Wang, dan Gang Wang berjudul “Distributed High-Frequency RFID Antennas for Smart Storage Racks” pada tahun 2010 (Wang, Wang and Wang, 2010).	penelitian penyebaran hanya berbentuk frekuensi teori RFID, tidak membahas bagaimana cara menghasilkan informasi tentang barang yang berada di atas rak. Riset ini juga tidak membahas tentang transfer data dari RFID reader ke sistem informasi.

Riset oleh Xiafei Wang, Hongjin Wang, dan Gang Wang berjudul “Distributed High-Frequency RFID Antennas for Smart Storage Racks” pada tahun 2010 (Wang, Wang and Wang, 2010). penelitian penyebaran hanya berbentuk frekuensi teori RFID, tidak membahas bagaimana cara menghasilkan informasi tentang barang yang berada di atas rak. Riset ini juga tidak membahas tentang transfer data dari RFID reader ke sistem informasi.

Berdasarkan masalah pada Tabel 1, untuk mengoptimasi aktivitas pada gudang, menciptakan sistem informasi yang akurat dan juga real-time terhadap persediaan di gudang, meningkatkan keamanan gudang, dan memberikan kemudahan akses informasi pergudangan, kami membuat inovasi baru berjudul “Smart Racking System dengan Fitur Real-time Monitoring berbasis RFID dan IoT untuk Mengoptimalkan Operasi Pergudangan”. Ini bertujuan untuk mengurangi human error pada operasional pergudangan khususnya dalam hal inventaris sehingga hambatan pada waktu dan biaya dapat dicegah. Sistem ini juga menyediakan fitur monitoring persediaan barang secara real-time dan otomatis serta penyediaan riwayat inbound & outbound barang sehingga memudahkan pencatatan dan audit inventaris yang memakan banyak waktu jika dilakukan secara manual..

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah Literature Review dengan menggunakan penelitian dari jurnal sepuluh tahun terakhir. Jurnal yang digunakan bersumber dari website provider jurnal seperti ScienceDirect dan Google Scholar. Implementasi dari sistem pembuatan “Smart Racking System dengan fitur real-time monitoring berbasis RFID dan IoT untuk Mengoptimalkan Operasi Pergudangan” dilaksanakan secara bertahap. Implementasi yang digunakan dalam aktivitas produksi ditampilkan pada flowchart pada Gambar 2.



Gambar 2 flowchart perancangan prototipe

Setelah mengidentifikasi masalah, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data yang relevan dengan racking system, smart warehouse dan sistem informasi yang relevan dengan skema penelitian ini. Langkah yang sedang dijalani saat ini adalah Desain Prototipe, prototipe yang perlu di desain adalah prototipe dari rak, rancangan sistem RFID, dan website penyajian data.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Smart Warehouse adalah pergudangan yang memanfaatkan penerapan teknologi seperti RFID, IoT, dan otomatisasi untuk menjalankan operasional gudang. Tujuan dari Smart Warehouse adalah optimalisasi proses pergudangan mulai dari proses receiving, put away & let down, storage, picking, packaging, sortasi, pengiriman, dan lain-lain, sehingga dapat menurunkan persentase human error. Seperti yang terjadi di salah satu gudang farmasi di negara Peru, Setelah teknologi smart warehouse diterapkan, persentase kesalahan pesanan berkurang dari 6,59% menjadi hanya 2,36% (Ramirez-Cruz et al., 2023).

Dalam sebuah smart warehouse membutuhkan penggunaan teknologi di setiap bidang yang terdapat pada sebuah Smart Warehouse tersebut, salah satunya Racking System. Racking System adalah sebuah konsep sistem penyimpanan barang di gudang yang mengatur barang supaya terorganisir dengan jenis barang itu sendiri. Racking System juga mengatur aliran barang dalam gudang supaya tidak ada barang yang tersimpan lama dan terabaikan. Sistem ini penting untuk diimplementasikan di dalam operasional gudang sehingga tidak ada barang yang berakhir rusak atau kadaluarsa, konsep yang mengatur aliran barang tersebut dinamakan First In First Out (FIFO) (Patil and Attar, 2016). Untuk menjalankan sistem ini operator gudang harus memiliki data historis terkait keluar masuk barang agar bisa menentukan barang mana yang harus melalui proses pick-up terlebih dahulu. Ilustrasi bentuk rak dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Rak Gudang Logistik

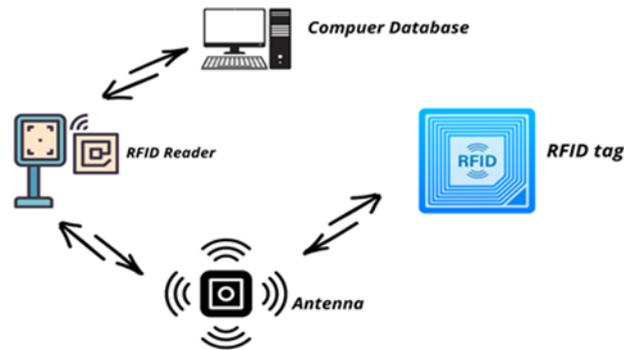
Karena bentuk rak yang umum seperti gambar 2, staf dan operator akan sulit membedakan barang yang masuk terlebih dahulu. Meski para pekerja mencoba untuk mengingat barang yang lebih tua, pada kenyataannya, pekerja di gudang akan sulit membedakannya dikarenakan banyak pekerja yang berbeda di dalam shift yang berbeda pula (Patil and Attar, 2016). Oleh karena itu, terjadilah proses pick-up barang yang asal-asalan menyebabkan barang dibiarkan berdebu dan bahkan rusak atau kadaluarsa (Patil and Attar, 2016). Maka dari itu penting untuk menyediakan catatan inventaris yang fleksibel untuk tetap menjalankan sistem FIFO. Untuk menyajikan sebuah catatan dan data real time yang bisa di akses setiap waktu digunakanlah konsep dan teknologi sistem informasi.

Sistem informasi umumnya dikenal sebagai perangkat lunak yang dapat membantu mengatur atau menganalisis data. Tujuan utama dari sistem informasi adalah mengubah data mentah menjadi informasi yang berguna bagi suatu instansi atau organisasi. Hasil pemrosesan memungkinkan pengambilan keputusan dalam organisasi menjadi perhatian (Algonz D.B.R, 2022). Sistem informasi dalam warehouse merupakan hal yang sangat krusial dalam proses manajemen pergudangan. Hal ini dikarenakan sistem informasi berperan penting dalam proses pelaporan dan proses pengelolaan gudang. Selain itu, pada sebuah warehouse sistem informasi yang cepat dan akurat sangat dibutuhkan, mengingat warehouse merupakan tahapan penting dalam sebuah supply chain sehingga sistem informasi yang baik harus diterapkan.

Dalam menyampaikan sebuah Smart Warehouse dibutuhkan penyampaian informasi yang sangat cepat sehingga digunakan Internet of Things. Internet of Things (IoT) memiliki kontribusi besar dalam manajemen data dan pengiriman data, yang dapat menangani pengelolaan data secara efisiensi dan dapat mengirimkan data dengan jumlah besar secara efektif. Pada dasarnya Internet of Things (IoT) merujuk pada integrasi perangkat yang saling terhubung antara satu sama lain untuk melakukan komunikasi dan bertukar data melalui internet. Perangkat Internet of Things (IoT) didukung dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk dapat mengoptimalkan mengumpulkan dan berbagi data (Thandekkattu et al., 2024).

Untuk memaksimalkan pengumpulan data dan memaksimalkan Racking System maka digunakan Radio Frequency Identification (RFID). Radio Frequency Identification

(RFID) adalah teknologi identifikasi nirkabel tanpa kontak atau garis pandang antara tag dan pembaca (Zhang et al., 2021). Teknologi ini dirancang untuk mempermudah proses identifikasi dan pelacakan suatu objek tanpa melakukan kontak secara langsung secara tepat dan efisien. RFID juga dapat meningkatkan otomatisasi proses, karena bisa mengatasi ketidakefisienan yang sering terjadi pada barcode tradisional. Sistem kerja dari RFID dapat dilihat pada gambar 3.



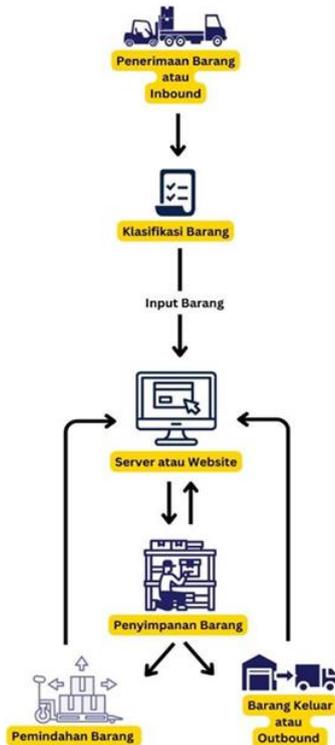
Gambar 3 Sistem Radio Frequency Identification (RFID).

Fungsi utama teknologi ini adalah melacak barang, mengelola inventaris, mengotomatiskan proses logistik, serta meningkatkan efisiensi di berbagai industri. Dengan keunggulan seperti kemampuan membaca banyak tag sekaligus, daya tahan terhadap lingkungan yang keras, dan kapasitas data data serta kecepatan membaca yang lebih cepat dibanding barcode.

### 1. Smart Racking System

Hasil dari studi ini adalah sebuah sistem yang disebut Smart Racking System. Inovasi Smart Racking System menggunakan teknologi RFID untuk melakukan fitur scan pada setiap barang yang sudah diberi RFID tag dan juga didaftarkan pada sistem. RFID reader ini terintegrasi dengan website, sehingga data terkait barang barang yang ada diatas rak dapat diakses dimana saja. Website ini akan memberikan informasi terkait jenis, berat, dan jumlah barang. Website ini juga menyediakan data historis keluar-masuk barang didalam gudang sehingga memudahkan pengimplementasian First In First Out (FIFO) sehingga tidak akan ada barang yang terbengkalai di dalam gudang karena barang yang melalui proses receiving lebih dulu juga akan melalui proses pick-up terlebih dahulu. Informasi yang disajikan di website adalah informasi secara real-time karena RFID akan melakukan pendeteksian setiap beberapa detik sekali.

Smart Racking System akan berperan dalam seluruh operasional pergudangan mulai dari masuknya barang, penyimpanan barang, hingga keluarnya barang. Maka dari itu pengelolaan sistem informasi dan sensor RFID harus berjalan dengan baik. Berikut tahapan yang menggambarkan arus barang didalam gudang.

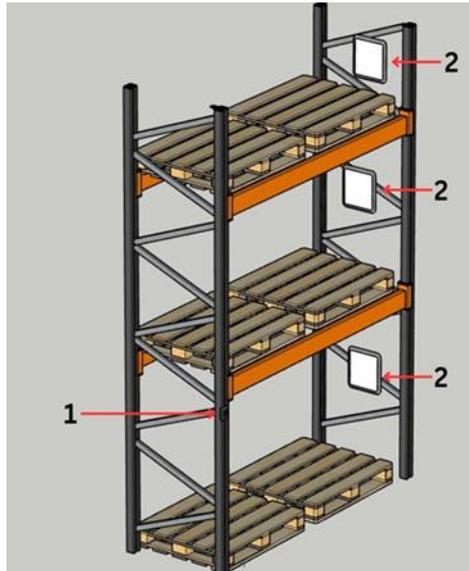


Gambar 4 arus barang dalam kinerja Smart Racking System

Berikut penjelasan mengenai tahapan tahapan yang ada dalam proses pengelolaan arus barang pada Smart Warehouse dengan Smart Racking System.

Tahapan	Keterangan
Penerimaan Barang/ <i>Inbound</i>	Tahap ini berfungsi untuk memastikan barang yang diterima sesuai dengan yang dipesan dari jumlahnya, jenisnya dan lain-lain.
Klasifikasi Barang	Tahapan mengklasifikasi barang berdasarkan beberapa kategori yaitu: Nama barang, tanggal masuk dan <i>expired</i> , berat barang, ukuran, dan jumlah.
Input Data Barang pada Sistem	Hasil dari pengklasifikasian akan dimasukkan kedalam sistem melalui website.
Penyimpanan Barang	Tahapan dimana barang disimpan sesuai dengan klasifikasinya.
Pemindahan Barang	Ketika barang akan dipindahkan ke rak lain, lokasi di dalam sistem informasi akan mengetahui lokasinya secara otomatis.
Barang Keluar / <i>Outbound</i>	Tahapan dimana barang dikeluarkan dan dihapus dari sistem.

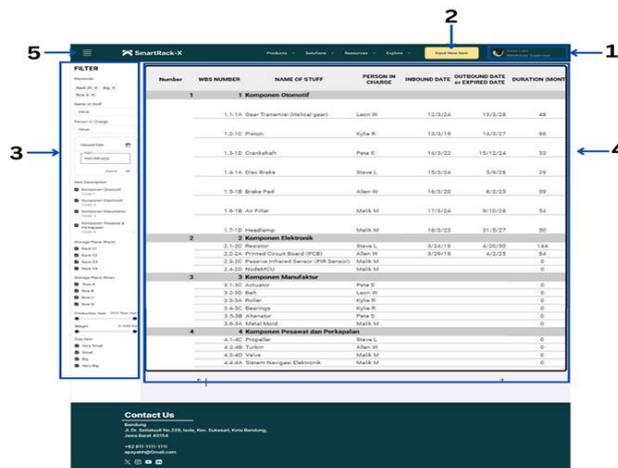
Smart Racking System, lihat pada Gambar 5. Memiliki rancangan sebagai berikut: UHF RFID reader (2) dipasang di sisi kanan rak berfungsi untuk mendeteksi keberadaan barang yang ada di rak, sehingga ketika barang dimasukkan ke dalam rak, reader secara otomatis membaca tag yang direkatkan ke setiap barang. Data dari barang yang terbaca akan dikirimkan ke sistem oleh ESP yang terhubung ke wifi dan akan tersaji di dalam web secara real-time. Pada saat pekerja akan mengambil barang, pekerja harus melakukan scan terlebih dahulu terhadap HF RFID reader (1) sehingga barang yang diambil dan tidak kembali lagi ke rak lain akan terdata sebagai barang yang melalui proses outbound. Sementara jika barang diambil lalu dipindahkan ke rak lain, barang tersebut akan masuk kembali ke tabel di web dan terdata di lokasi rak yang disimpan.



Gambar 5 RFID dan Rack

## 2. Website Penyaji Data Gudang

Untuk menggambarkan informasi arus barang di rak penyimpanan gudang, perlu sistem informasi yang memadai. Maka, data yang diterima RFID akan disajikan didalam website melalui perantara Arduino Uno. Rancangan tampilan website dibuat sebagai berikut:



Gambar 6 Home Page

No	Fitur	Keterangan
1	Profile	Informasi Pengakses website
2	Input New Item	Input data barang ketika Inbound
3	Filter Search	Kontrol dalam mengatur preferensi data
4	Tabel Data	Tampilan data-data terkait barang-barang
5	Additional Menu	Daftar menu untuk fitur lainnya

Home Page berfungsi sebagai tampilan utama dalam penyajian. Tabel yang memudahkan dalam mengelola seluruh data yang sudah di input. Seluruh data barang akan terintegrasi dan tersaji dalam tabel ini. Pengguna juga dapat mengatur klasifikasi barang

sesuai dengan kebutuhan gudang.

Gambar 6 Fitur Input Barang

Fitur input barang, Gambar 6, adalah fitur yang terdapat pada proses inbound. Supaya barang dapat terdeteksi oleh RFID, maka barang yang sudah diberi RFID tag harus didaftarkan terlebih dahulu ke sistem. Terdapat beberapa data yang harus diisi, diantaranya: Nama Barang, Person in Charge, tanggal inbound, tanggal outbound, berat, dimensi, keterangan, kuantitas, nama unit.

Terdapat pula fitur Availability Item, lihat pada Gambar 7, yang merupakan fitur yang mendukung Smart Racking System. Pada Page tersebut juga melacak ketersediaan barang dan nanti akan ada keterangan barang yang tersedia (Available), hampir habis, barang habis (Out of Stock), sampai barang yang terdeteksi hilang. Pada Smart Racking System juga terdapat fitur yang mengharuskan pengguna atau staf perusahaan yang bertanggung jawab di bagian warehouse, supaya barang yang terdapat pada Smart Racking tidak hilang begitu saja.

Number	WBS NUMBER	NAME OF STUFF	QUANTITY	UNIT NAME	AVAILABILITY
<b>1 1.1 Komponen Otomotif</b>					
	1.1-1A	Gear Transmisi (Helical gear)	134	PCS	Available
	1.1-1C	Piston	240	PCS	Available
	1.3-1D	Crankshaft	43	PCS	Available
	1.4-1A	Disc Brake	23	PCS	Running Out
	1.5-1B	Brake Pad	157	PCS	Available
	1.6-1B	Air Filter	359	PCS	Available
	1.7-1D	Headlamp	113	PCS	Available
<b>2 2.2 Komponen Elektronik</b>					
	2.1-2C	Resistor	0	PCS	Lost
	2.2-2A	Printed Circuit Board (PCB)	0	PCS	Out of Stock
	2.3-2C	Passive Infrared Sensor (PIR Sensor)	3	PCS	Running Out
	2.4-2D	NodeMCU	37	PCS	Available
<b>3 3.3 Komponen Manufaktur</b>					
	3.1-3C	Actuator			
	3.2-3D	Belt			
	3.3-3A	Roller			
	3.4-3C	Bearings			
	3.5-3B	Alternator			
	3.6-3A	Motor Motor			
<b>4 4.4 Komponen Pesawat dan Perkapalan</b>					
	4.1-4C	Propeller			
	4.2-4B	Turbine			
	4.3-4D	Valve			
	4.4-4A	Sistem Navigasi Elektronik			

Gambar 7 Tampilan Ketersediaan Barang.

## KESIMPULAN

Untuk mendukung perkembangan performa logistik Indonesia yang terdata pada Logistics Performance Index perlu dirumuskan inovasi penggunaan teknologi pada elemen logistik. Salah satunya adalah inovasi dalam proses pergudangan yang mampu menjawab permasalahan logistik pergudangan. Penggunaan teknologi pada pergudangan telah diaplikasikan oleh perusahaan-perusahaan besar untuk mengatasi masalah penumpukan barang dan inefisiensi inventaris, namun aplikasi teknologi ini juga perlu dilakukan oleh UMKM dengan beberapa adaptasi guna mendukung skor LPI Indonesia. Beberapa adaptasi dilakukan dengan tujuan pengurangan biaya, yaitu dengan penggunaan komponen yang lebih terjangkau dan penggunaan website yang mudah dipahami oleh umum. Dalam mengatasi permasalahan ini, prototipe Smart Racking System dirancang dengan mengaplikasikan RFID (Radio Frequency Identification), IoT (Internet of Things) dan Sistem Informasi untuk mewujudkan efisiensi proses pergudangan maupun inventarisnya serta memberikan solusi terkait barang yang terlantarkan, memberi kemudahan untuk mengaplikasikan FIFO (First In First Out)..

## DAFTAR PUSTAKA

- Algonz D.B. Raharja (2022) Sistem Informasi: Pengertian, Tujuan, Fungsi, Komponen, dan 6 Contohnya, EKRUT media. URL: <https://www.ekrut.com/media/sistem-informasi-adalah>. Diakses tanggal 4 Januari 2025.
- Patil, J.S. and Attar, P.R. (2016) 'Storage Racking System for efficient warehousing', *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(11).
- Ramirez-Cruz, C.A., Salirrosas-Espinoza, L. and Quiroz-Flores, J.C. (2023) 'Implementing Lean Manufacturing and SLP tools to reduce order errors in a pharmaceutical warehouse in Peru', in *Proceedings of the 2023 10th International Conference on Industrial Engineering and Applications*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery (ICIEAEU '23), pp. 192–198. Available at: <https://doi.org/10.1145/3587889.3588199>.
- Sinurat, H. et al. (2018) The Effect of Human Factors and Warehouse System on Order Picking Process.
- Thandekkattu, S.G., Ayem, G.T. and Rakshit, S. (2024) 'Data Management and Analytics in the Internet of Things (IoT)', in, pp. 209–228. Available at: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5498-8.ch008>.
- Wang, X., Wang, H. and Wang, G. (2010) 'Distributed high-frequency RFID antennas for smart storage racks', in *NSWCTC 2010 - The 2nd International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing*, pp. 472–474. Available at: <https://doi.org/10.1109/NSWCTC.2010.244>.
- World Bank. 2023. Logistics Performance Index. URL: <https://lpi.worldbank.org/international/global> Diakses Tanggal 2 Januari 2025.
- Zhang, K. et al. (2021) 'A fast RFID image matching algorithm for multi-tag identification and distribution optimization', *Journal of Algorithms and Computational Technology*, 15. Available at: <https://doi.org/10.1177/17483026211012617>.