

**RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN *FIRST IN FIRST  
OUT* (FIFO) MANUAL BERBASIS *VISUAL MANAGEMENT*  
UNTUK DISTRIBUSI BAHAN BAKU *COIL* DI GUDANG PT. XYZ**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Indrastata Maheswari Sasmito  
No. Mahasiswa : 21522150

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 Agustus 2025



(Indrastata Maheswari Sasmito)  
21522150

## SURAT BUKTI PENELITIAN



### PT. RHYTHM KYOSHIN INDONESIA

Kawasan Industri MM 2100 Jl. Bali I Blok T - 1 Ganda Mekar,  
Cikarang Barat, Bekasi 17520, Jawa Barat, Indonesia  
Phone : (021) 8980945, Fax : (021) 8980948



Bekasi, 12 Maret 2024

Nomor : 051/GA-RKI/III/2024  
Perihal : Surat Keterangan Praktek Kerja

### SURAT KETERANGAN PRAKTEK KERJA

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Nama : Indrastata Maheswari Sasmito  
NIM : 21522150  
Jurusan : Teknik Industri  
Fakultas : Teknologi Industri  
Universitas : Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan praktek kerja di PT. Rhythm Kyoshin Indonesia mulai tanggal 12 Februari 2024 sampai dengan 12 Maret 2024. Selama melaksanakan magang, yang bersangkutan telah menunjukkan dedikasi, kedisiplinan, dan kemampuan yang baik dalam melaksanakan tugas-tugas yang diberikan.

Dengan ini PT. Rhythm Kyoshin Indonesia mengucapkan terima kasih atas usaha dan kerjasama serta berharap semoga berhasil untuk masa depannya.

Hormat Kami,

  
PT. RHYTHM KYOSHIN INDONESIA

Eva Maisyaroh  
HRGA Manager

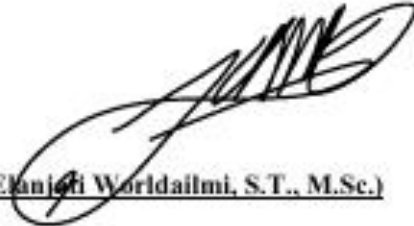
## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

### RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN *FIRST IN FIRST OUT (FIFO)* MANUAL BERBASIS *VISUAL MANAGEMENT* UNTUK DISTRIBUSI BAHAN BAKU *COIL* DI GUDANG PT. XYZ

#### TUGAS AKHIR



Dosen Pembimbing



(Ekanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.)

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN *FIRST IN FIRST OUT (FIFO)* MANUAL  
BERBASIS *VISUAL MANAGEMENT* UNTUK DISTRIBUSI BAHAN BAKU *COIL* DI  
GUDANG PT. XYZ

### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Indrastata Maheswari Sasmito  
No. Mahasiswa : 21522150

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam  
Indonesia

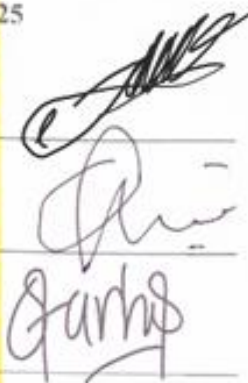
Yogyakarta, 1 Agustus 2025

Tim Penguji

Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.  
Ketua

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.  
Anggota I

Annisa Uswatun Khasanah, S.T., M.Sc.  
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Studi Teknik Industri Program Sarjana  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Muhammad Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.  
015220101

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya tercinta, yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah saya dengan penuh kesabaran dan kasih sayang. Terutama kepada ibu saya yang selalu menjadi tempat berbagi keluh kesah dan memberi semangat tanpa henti, serta ayah saya yang menjadi teladan dalam keteguhan dan tanggung jawab. Saya juga mempersembahkan karya ini kepada adik saya yang selalu memberikan motivasi dan semangat untuk tidak pantang menyerah dalam menjalani perkuliahan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih yang mendalam saya sampaikan kepada teman-teman terdekat dan sahabat seperjuangan yang selalu hadir memberikan dukungan, diskusi, dan tawa di tengah perjalanan yang penuh tantangan ini.

Tugas Akhir ini juga saya persembahkan kepada seluruh civitas akademika Teknik Industri Universitas Islam Indonesia. Terima kasih kepada para dosen dan staf akademik, serta seluruh pihak yang telah memberikan ilmu, fasilitas, dan lingkungan belajar yang mendukung. Semoga karya ini dapat menjadi bentuk kontribusi kecil saya kepada kampus yang telah membentuk saya menjadi pribadi yang lebih baik.

## MOTTO

*"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sampai mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri."* (Q.S. Ar-Ra'd: 11). Perubahan tidak datang dari luar, tetapi harus dimulai dari diri sendiri. Ketika seseorang mau memperbaiki dirinya, maka Allah akan membukakan jalan.

*"Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan."* (Q.S. Al-Insyirah: 6). Tidak ada ujian tanpa akhir, dan tidak ada perjuangan tanpa hasil. Kalimat ini menjadi sumber kekuatan untuk terus melangkah saat lelah melanda.

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabaraakaatuh*

*Alhamdulillahirabbil'alamiin*, segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas berkah rahmat serta nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan Tugas Akhir (TA) ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Selama kegiatan Tugas Akhir dan pengerjaan Laporan Tugas Akhir, penulis sadar bahwa semua tidak akan berjalan lancar tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
4. Ibu Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing laporan Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta arahan dan ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis, Fajar Sasmito & Lilis Pujiyanti serta saudara Sahasika Paramesti Sasmito & Aryasatya Paksi Sasmito yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan moril maupun materil kepada penulis.
6. Saudara Ridho Hafidz Ramadhani, yang selalu menemani dan memberikan masukan kepada penulis selama proses penyusunan laporan ini.
7. Saudari Nabila Aulia Azizah dan Baiq Putri Rizka Aulia, yang selalu saling mendukung dan membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dan turut membantu dalam penyelesaian laporan ini. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal shaleh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat dari *Allah Subhanhu Wa Ta'ala*. Aamiin.

Bekasi, 6 Agustus 2025



Indrastata Maheswari Sasmito  
NIM 21522150

## ABSTRAK

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam industri *metal stamping* berbahan dasar *coil*. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah sistem penyimpanan bahan baku yang belum efisien karena alokasi rak berdasarkan pelanggan, menyebabkan metode *First In First Out* (FIFO) tidak berjalan. Akibatnya, material yang datang lebih awal tidak segera digunakan sehingga menumpuk dan berisiko mengalami kerusakan seperti karat (*rusty*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang, mengidentifikasi penyebab ketidakefisienan sistem yang berjalan, serta merancang sistem FIFO manajemen pergudangan yang sesuai dengan kondisi aktual perusahaan. Metode yang digunakan meliputi observasi lapangan dan simulasi sistem distribusi aktual menggunakan perangkat lunak FlexSim, dan analisis akar masalah menggunakan pendekatan *Fishbone Diagram* serta *5 Whys Analysis*. Solusi yang dikembangkan adalah rancangan sistem FIFO manual sederhana menggunakan papan tabung dan koin, dilengkapi dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) serta rekomendasi *layout gudang* baru. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa perancangan sistem FIFO ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan rak, memastikan rotasi material berjalan sesuai urutan kedatangan, serta mengurangi risiko kerusakan material. Sistem ini juga dapat diterapkan tanpa memerlukan investasi sistem digital, sehingga sesuai dengan kondisi perusahaan.

Kata kunci: FIFO, *visual management*, penyimpanan material, sistem pergudangan, perancangan sistem kerja.

## DAFTAR ISI

|                                                                        |      |
|------------------------------------------------------------------------|------|
| PERNYATAAN KEASLIAN .....                                              | ii   |
| SURAT BUKTI PENELITIAN .....                                           | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....                                     | iv   |
| LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI .....                                  | v    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                                              | vi   |
| MOTTO .....                                                            | vii  |
| KATA PENGANTAR .....                                                   | viii |
| ABSTRAK .....                                                          | ix   |
| DAFTAR ISI .....                                                       | x    |
| DAFTAR TABEL .....                                                     | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                    | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                                | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                               | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                              | 5    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                            | 6    |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                                           | 6    |
| 1.5 Batasan Penelitian .....                                           | 7    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                                        | 8    |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA .....                                            | 9    |
| 2.1 Kajian Literatur .....                                             | 9    |
| 2.2 Landasan Teori .....                                               | 17   |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....                                    | 24   |
| 3.1 Objek Penelitian .....                                             | 24   |
| 3.2 Subjek Penelitian .....                                            | 24   |
| 3.3 Metode Pengumpulan Data .....                                      | 24   |
| 3.4 Diagram Alur Penelitian .....                                      | 26   |
| BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....                           | 29   |
| 4.1 Pengumpulan Data .....                                             | 29   |
| 4.2 Pengolahan Data .....                                              | 30   |
| BAB V PEMBAHASAN .....                                                 | 37   |
| 5.1 Ketidakefisienan Sistem Distribusi Aktual .....                    | 37   |
| 5.2 Analisis Akar Masalah .....                                        | 38   |
| 5.3 Evaluasi Rancangan Sistem Papan FIFO .....                         | 38   |
| 5.4 Efektivitas Implementasi .....                                     | 39   |
| 5.5 Evaluasi Keberhasilan Sistem FIFO Manual .....                     | 39   |
| 5.6 Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Sistem FIFO Manual ..... | 41   |
| BAB VI KESIMPULAN .....                                                | 45   |
| 6.1 Kesimpulan .....                                                   | 45   |
| 6.2 Saran .....                                                        | 45   |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                                   | 47   |
| LAMPIRAN .....                                                         | 51   |

**DAFTAR TABEL**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1. 1 History Incoming Bahan baku .....                          | 3  |
| Tabel 1. 2 <i>History</i> Kerugian Akibat Karat ( <i>Rusty</i> )..... | 4  |
| Tabel 2. 1 Kajian Literatur Penelitian Terdahulu.....                 | 15 |
| Tabel 4. 1 Data Distribusi <i>Coil</i> per Rak .....                  | 29 |

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Gambar 3. 1 Alur penelitian .....                | 26 |
| Gambar 4. 1 Simulasi Gudang September 2024 ..... | 30 |
| Gambar 4. 2 <i>Fishbone Diagram</i> .....        | 31 |
| Gambar 4. 3 5 <i>Whys Analysis</i> .....         | 32 |
| Gambar 4. 4 Papan FIFO Manual .....              | 33 |
| Gambar 4. 5 Desain Koin Papan FIFO .....         | 34 |
| Gambar 5. 1 Simulasi Gudang Sebelum .....        | 42 |
| Gambar 5. 2 Simulasi Gudang Sesudah .....        | 42 |

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Persaingan antar perusahaan maupun organisasi di era globalisasi semakin tinggi dan tajam, menyebabkan dunia usaha menjadi sangat kompetitif, iklim bisnis yang selalu berubah dan tidak pasti. Hal tersebut menuntut upaya dan strategi perusahaan untuk bersikap lebih responsif agar sanggup bertahan dan terus berkembang (Amania, 2024). Persaingan antar perusahaan tidak lagi hanya ditentukan oleh kualitas produk dan harga, melainkan juga oleh efisiensi operasional, termasuk dalam manajemen *supply chain* dan pengelolaan *inventory*. Manajemen pergudangan merupakan suatu ilmu yang mengatur penyimpanan dan pengeluaran barang pada gudang (Primadi et al., 2024). Manajemen gudang memiliki peranan strategis dalam hal ini, terutama dalam menjaga kondisi material tetap layak pakai hingga saat digunakan dalam proses produksi. Gudang dan pergudangan penting bagi perusahaan karena dapat mempengaruhi pendapatan perusahaan. Sistem pergudangan yang kurang baik dapat menyebabkan adanya barang kedaluwarsa, kehilangan barang dan lain sebagainya yang pada akhirnya mengurangi pendapatan perusahaan (Samuel et al., 2023).

Dalam industri manufaktur, mutu produk akhir sangat bergantung pada mutu bahan baku yang digunakan. PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *metal stamping* dan *injection molding*, dengan model bisnis *Business to Business* (B2B) yang mengharuskan mereka untuk menjaga kepercayaan mitra melalui mutu produk yang konsisten dan pengiriman tepat waktu. Kualitas bahan baku menjadi titik awal dalam menjamin tercapainya spesifikasi teknis dan kepuasan pelanggan. Kegagalan dalam menjaga kualitas bahan baku tidak hanya berdampak pada penurunan performa produk, tetapi juga dapat menimbulkan kerugian finansial dan kerusakan reputasi perusahaan. Perusahaan ini menggunakan bahan baku utama berupa *coil*, yaitu lembaran logam berbentuk gulungan yang bersifat mudah teroksidasi sehingga menjadi berkarat (*rusty*) apabila disimpan dalam jangka waktu lama tanpa perlakuan khusus. Karakteristik *coil* yang mudah mengalami penurunan kualitas apabila tidak segera digunakan menjadikan pengelolaan gudang sebagai titik kritis dalam operasional perusahaan.

Namun dalam praktiknya, pengambilan bahan baku di gudang PT. XYZ sebelum dilakukannya produksi belum sepenuhnya berdasarkan kedatangan bahan baku yang lebih awal,

melainkan lebih banyak dipengaruhi oleh kemudahan akses dan letak fisik barang. Akibatnya, material lama cenderung menumpuk di area yang sulit dijangkau seperti di bagian belakang rak atau area yang sulit dijangkau dan pada akhirnya barang yang tertumpuk lama mengalami kerusakan atau penurunan mutu akibat *rusty* dan berpotensi tidak dapat digunakan dalam produksi. Kualitas *coil* yang sensitif terhadap waktu penyimpanan menjadikan sistem distribusi dan penyimpanan material sebagai titik kritis dalam *supply chain* perusahaan. Kerugian akibat material rusak ini tidak hanya berdampak pada biaya pembelian ulang, tetapi juga dapat mengganggu jadwal produksi dan menimbulkan biaya tidak langsung seperti *downtime* mesin, keterlambatan pengiriman, serta berkurangnya kepuasan pelanggan. Kualitas telah menjadi tolok ukur sebuah perusahaan untuk menghadapi persaingan, hal ini dibuktikan dengan adanya garansi "*no rusty*" dari perusahaan kepada *pelanggan* sebagai bentuk dari tanggung jawab terhadap kualitas mutu produk yang diberikan kepada pelanggan. Tujuan perusahaan dari peningkatan kualitas produk adalah untuk mempertahankan keberlanjutan usaha dalam jangka panjang dan memenuhi ekspektasi konsumen sehingga memperoleh laba yang optimal (Thezza, 2024).

Selain berdampak pada mutu bahan baku, ketidakteraturan distribusi juga menyebabkan keterisian rak yang tidak seimbang sehingga penyimpanan material pada rak tidak efisien. Sistem penyimpanan saat ini menerapkan alokasi rak berdasarkan pelanggan, di mana masing-masing pelanggan memiliki rak tersendiri. Sistem ini justru menciptakan ketimpangan distribusi, karena beberapa rak menjadi terlalu padat sementara rak lain kosong, meskipun secara keseluruhan kapasitas gudang masih tersedia. Ketidakseimbangan ini memperparah *backlog material*, membuat material lama semakin terabaikan dan memperbesar risiko kerusakan serta kehilangan nilai ekonomis. Beban penyimpanan yang tidak terkendali pun mendorong perusahaan untuk menyewa vendor gudang eksternal guna menampung kelebihan stok, yang pada akhirnya meningkatkan biaya operasional. Selain itu, tidak adanya sistem manajemen pergudangan yang memandu urutan pengambilan material memperburuk efisiensi kerja di gudang, mengingat operator harus mengandalkan ingatan untuk pencarian material tertentu. Kondisi ini menghambat kelancaran produksi dan berkontribusi pada kerugian akibat *waste material* yang tidak lagi memenuhi standar mutu. Sayangnya, pengelolaan persediaan di PT. XYZ saat ini masih dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel dan dokumen fisik, yang rentan terhadap kesalahan pencatatan, kehilangan data, serta lambatnya proses

pengambilan keputusan berbasis data *real time*. Perusahaan mencatat *history incoming bahan baku* pada PT. XYZ seperti pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 *History Incoming* Bahan baku

| No | Bulan          | Total Kedatangan<br>(Kg) | Jumlah Coil<br>(Qty) |
|----|----------------|--------------------------|----------------------|
| 1  | September 2024 | 278,728                  | 929                  |
| 2  | Oktober 2024   | 266,674                  | 889                  |
| 3  | November 2024  | 229,951                  | 767                  |
| 4  | Desember 2024  | 270,009                  | 900                  |
| 5  | Januari 2025   | 302,403                  | 1,008                |
| 6  | Februari 2025  | 310,498                  | 1.035                |
| 7  | Maret 2025     | 197,069                  | 657                  |

Berdasarkan data perusahaan, jumlah material *coil* yang masuk ke gudang PT. XYZ cenderung tinggi dan fluktuatif setiap bulannya. Sepanjang periode September 2024 hingga Maret 2025, rata-rata volume *incoming* bahan baku mencapai lebih dari 880 unit per bulan, dengan puncaknya terjadi pada Februari 2025 sebesar 1,035 *coil*. Di tengah tingginya beban material masuk tersebut, sistem penyimpanan yang menggunakan alokasi satu rak per pelanggan justru menimbulkan ketidakseimbangan distribusi ruang. Rak milik pelanggan dengan permintaan rendah cenderung penuh dan tidak segera dikosongkan, sementara rak lainnya lebih cepat berputar. Hal ini menyebabkan material lama tertinggal di rak dan memperbesar risiko penumpukan serta kerusakan seperti karat (*rusty*). Tingginya jumlah material yang masuk tidak diimbangi dengan sistem distribusi gudang yang efisien, menyebabkan akumulasi material di area tertentu. Penumpukan ini menghambat rotasi material dan memperbesar risiko *bahan baku* yang lebih lama tertinggal di bagian belakang rak gudang. Tidak adanya sistem pengambilan berbasis urutan kedatangan sangat memperparah situasi, karena material lama cenderung tidak digunakan terlebih dahulu dan akhirnya mengalami kerusakan.

Kondisi ini tidak hanya berdampak pada kualitas material, tetapi juga menimbulkan konsekuensi finansial yang signifikan. Akibat keterbatasan ruang akibat penumpukan material yang tidak merata, perusahaan terpaksa menyewa vendor gudang eksternal untuk menampung kelebihan stok. Biaya tambahan ini menjadi beban operasional yang seharusnya dapat dihindari dengan pengelolaan pergudangan yang lebih baik. Selain itu, kerugian material akibat karat (*rusty*) sebagaimana dicatat perusahaan seperti pada Tabel 1.2

Tabel 1. 2 *History Kerugian Akibat Karat (Rusty)*

| No | Bulan         | Total / Month |
|----|---------------|---------------|
| 1  | Sepember 2024 | Rp35,936,000  |
| 2  | Oktober 2024  | Rp31,136,000  |
| 3  | November 2024 | Rp26,880,000  |
| 4  | Desember 2024 | Rp27,456,000  |
| 5  | Januari 2025  | Rp32,953,600  |
| 6  | Februari 2025 | Rp36,070,400  |
| 7  | Maret 2025    | Rp20,032,000  |

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu pendekatan yang dinilai paling tepat adalah penerapan metode *First In First Out* (FIFO). Metode FIFO adalah metode pendekatan yang umum digunakan dalam manajemen persediaan yang memperhatikan masa kedaluwarsa atau batas simpan barang. Metode ini memiliki prinsip bahwa barang yang pertama kali masuk ke gudang juga yang pertama kali dijual. Dengan adanya pendekatan ini membantu dalam pencatatan persediaan yang lebih efisien (Riska et al., 2024). FIFO membantu menghindari penumpukan barang lama yang berisiko rusak akibat penyimpanan jangka panjang serta metode ini mempermudah pelacakan material dan pencatatan stok secara akurat. Penerapan metode rotasi persediaan yang tepat secara signifikan dapat meminimalkan kerusakan material dan meningkatkan efisiensi operasional gudang. FIFO memastikan bahwa material yang lebih dahulu datang digunakan lebih dulu, sehingga masa simpan tidak terlalu panjang dan risiko kerusakan berkurang. Di samping itu, FIFO juga mendorong perputaran stok yang lebih teratur dan memudahkan pencatatan nilai persediaan yang akurat. Meskipun terdapat metode manajemen persediaan lain seperti *Last In First Out* (LIFO) dan *First Expired First Out* (FEFO), kedua metode ini tidak sepenuhnya sesuai untuk konteks material *coil*. LIFO cenderung digunakan untuk kebutuhan pencatatan akuntansi dengan asumsi nilai barang naik dari waktu ke waktu, sementara FEFO lebih cocok untuk produk dengan tanggal kedaluwarsa eksplisit seperti makanan atau farmasi. Dalam kasus PT. XYZ, FIFO merupakan pendekatan paling relevan karena *coil* tidak memiliki tanggal kedaluwarsa yang jelas, tetapi tetap mengalami penurunan mutu jika tidak segera digunakan.

Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan simulasi terhadap kondisi aktual gudang untuk mengidentifikasi titik-titik penumpukan akibat distribusi material yang tidak merata. Simulasi dapat diartikan sebagai teknik meniru sebuah proses yang terjadi dalam suatu sistem nyata dengan menggunakan perangkat komputer, sehingga sistem nyata tersebut dapat

dipelajari secara ilmiah. Untuk mempelajari sistem secara numerik dalam simulasi, diperlukan pengumpulan data dalam rangka melakukan estimasi statistik untuk mendapatkan karakteristik asli dari sistem tersebut (Wijaya et al., 2024). Dalam penelitian ini, simulasi digunakan untuk memvisualisasikan bagaimana alur masuk bahan baku *coil* berdampak terhadap keterisian rak dan rotasi material dalam gudang. Melalui hasil simulasi, dapat diperoleh gambaran yang lebih objektif dan terukur mengenai penyebab terjadinya penumpukan serta dampaknya terhadap efisiensi ruang penyimpanan. Oleh karena itu, perancangan sistem manajemen FIFO secara fisik berbasis visual di gudang PT. XYZ menjadi kebutuhan mendesak demi meningkatkan efisiensi distribusi material, meminimalkan kerusakan (*rusty*), dan menghindari pemborosan ruang penyimpanan. Temuan ini menjadi dasar dalam perancangan sistem manajemen visual berbasis metode FIFO, yang diharapkan mampu mengatasi ketidakseimbangan distribusi material serta menghilangkan kebutuhan akan sistem rak per pelanggan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem manajemen FIFO secara manual di area gudang bahan baku PT. XYZ, dengan mempertimbangkan kondisi aktual perusahaan seperti sistem manual, keterbatasan digitalisasi, serta kebutuhan distribusi material yang merata. Sistem ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menerapkan FIFO secara lebih terstruktur dan berkelanjutan, sehingga mutu *bahan baku* terjaga dan kapasitas gudang dapat dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, perancangan sistem manajemen FIFO secara fisik berbasis visual di gudang PT. XYZ menjadi kebutuhan mendesak demi meningkatkan efisiensi distribusi material, meminimalkan *rusty*, dan menghindari pemborosan ruang penyimpanan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ saat ini?
2. Faktor apa saja yang menyebabkan belum optimalnya sistem distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ?
3. Bagaimana perancangan sistem manajemen FIFO secara manual yang sesuai dengan kondisi aktual di PT. XYZ guna mendukung distribusi bahan baku yang merata dan mencegah penumpukan material lama?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan dari penelitian yang dilakukan penelitian kali ini:

1. Menganalisis kondisi eksisting distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ sebagai dasar identifikasi permasalahan penumpukan rak serta ketidakteraturan rotasi material.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab ketidakefisienan sistem distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ.
3. Merancang sistem manajemen FIFO secara manual di area gudang bahan baku PT. XYZ yang sesuai dengan keterbatasan sistem digital perusahaan, serta mampu mengarahkan distribusi material secara merata antar rak dan menjamin rotasi material berdasarkan urutan kedatangan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan berbagai pihak yang bersangkutan dari terselenggarakannya program penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

#### 1. Bagi Mahasiswa

- a. Mengetahui penerapan keilmuan yang telah dipelajari dalam bidang Teknik Industri.
- b. Melatih mahasiswa menyelesaikan masalah yang diselesaikan secara tim maupun individu dan melatih keterampilan mahasiswa dalam pengambilan keputusan ketika dihadapkan oleh suatu permasalahan.
- c. Sebagai perbandingan ilmu antara teori Teknik Industri dengan penerapan di dunia kerja.

#### 2. Bagi Perguruan Tinggi

- a. Memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk memperdalam penerapan ilmu Teknik Industri dengan cara menerapkan di dunia kerja.
- b. Melatih mahasiswa menyelesaikan masalah yang diselesaikan secara tim maupun individu dan melatih keterampilan mahasiswa dalam pengambilan keputusan ketika dihadapkan oleh suatu permasalahan.
- c. Sebagai perbandingan ilmu antara teori Teknik Industri dengan penerapan di dunia kerja

#### 3. Bagi Perusahaan

- a. Membantu untuk penyelesaian masalah yang terjadi pada divisi tertentu dengan adanya mahasiswa penelitian di PT. XYZ.

- b. Menjadikan evaluasi berkaitan dengan kualifikasi mahasiswa yang akan bekerja di PT. XYZ.

### 1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan dalam pelaksanaan penelitian di PT. XYZ adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada proses pengelolaan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ periode September 2024 – Maret 2025, tidak mencakup gudang barang jadi, gudang WIP (*Work in Progress*), maupun area produksi. Diasumsikan bahwa alur proses dan kapasitas gudang selama periode tersebut tidak mengalami perubahan signifikan.
2. Perancangan sistem dibatasi pada implementasi metode FIFO secara manual/fisik, menggunakan prinsip *visual management* untuk mengatur urutan pengambilan material. Tidak mencakup pengembangan sistem digital atau perangkat lunak, serta diasumsikan bahwa SDM gudang dapat mengoperasikan sistem visual secara konsisten.
3. Evaluasi perancangan sistem FIFO difokuskan pada aspek alur kerja visual, urutan pengambilan material, dan keterkaitan antara label alamat rak dan ketersediaan ruang, tidak mencakup aspek ergonomi, biaya investasi, atau efisiensi waktu secara terukur.
4. Penelitian difokuskan pada penataan alur material untuk mencegah penumpukan bahan baku lama, serta penyebaran material yang merata antar rak, tanpa mempertahankan sistem rak berdasarkan pelanggan. Diasumsikan bahwa distribusi permintaan dari pelanggan tidak berdampak langsung terhadap kebutuhan penataan rak internal.
5. Data kerugian yang digunakan dalam penelitian terbatas pada kerusakan material akibat karat (*rusty*) selama periode September 2024 hingga Maret 2025, berdasarkan data internal PT. XYZ. Diasumsikan bahwa data tersebut akurat, lengkap, dan mewakili kondisi aktual.
6. Penelitian tidak membahas secara rinci aspek perhitungan biaya investasi sistem baru atau analisis kelayakan finansial (*feasibility study*), namun dapat menyebutkan potensi efisiensi biaya secara kualitatif.
7. Metode FIFO (*First In First Out*) diterapkan pada proses peletakan dan pengambilan barang.
8. Penelitian tidak membahas sistem otomasi digital atau pengelolaan barang jadi, melainkan hanya terbatas pada pengelolaan bahan baku *coil* di gudang dengan pendekatan mekanis sederhana.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penelitian ini ditulis sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan terkait pendahuluan dari kegiatan penelitian berisi seperti latar belakang yang berupa alasan mengapa penelitian ini dilakukan, permasalahan berdasarkan latar belakang yang ada untuk dijawab dengan penelitian ini, tujuan dilakukannya penelitian ini, manfaat penelitian untuk beberapa pihak, batasan penelitian berupa ruang lingkup pada penelitian dan menjelaskan terkait sistematika penulisan.

### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang menguraikan teori-teori yang diambil dari buku ataupun jurnal serta hasil dari penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini guna untuk mencari dasaran yang kuat untuk melakukan kegiatan penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang langkah-langkah dalam alur penelitian yang akan dilakukan mulai dari identifikasi masalah sampai pada pembahasan kesimpulan yang didapat.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Berisi tentang penjelasan mengenai data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana melakukan pengolahan dan analisis terhadap data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

### **BAB V PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang pembahasan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Hasil pengolahan data yang dibahas akan disesuaikan dengan tujuan penelitian untuk mendapatkan kesimpulan.

### **BAB VI KESIMPULAN & SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis pengolahan data yang dilakukan serta rekomendasi atau saran atas kesimpulan yang didapatkan dalam permasalahan yang ditemukan selama kegiatan penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Literatur

Setelah mempelajari berbagai literatur yang relevan, ditemukan sejumlah penelitian yang berkaitan dengan topik yang akan diteliti. Berikut adalah beberapa di antaranya:

Penelitian oleh Riska et al. (2024) membahas pengembangan aplikasi *mobile* berbasis Android untuk mempermudah pengawasan dan pengaturan stok buah di gudang secara lebih efisien, dengan menerapkan metode *First In First Out* (FIFO) guna mengatasi masalah penumpukan, kekurangan stok, dan potensi kerugian akibat pembusukan buah. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan metode *waterfall* melalui lima tahapan: analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, pengujian, dan perawatan. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka, sementara pengujian sistem menggunakan *Blackbox* dan *Usability Testing* menunjukkan hasil positif, dengan tingkat keberhasilan pengguna mencapai 97,14%, efisiensi waktu tinggi, dan tingkat kesalahan rendah. Fitur utama aplikasi mencakup pencatatan data pemasok, *input* dan *output* stok berdasarkan tanggal dan *batch*, notifikasi buah lama, laporan stok, serta pencetakan kode buah. Implementasi di gudang Toko Buah Angkringan Buah BSK menunjukkan peningkatan efektivitas kerja staf gudang. Namun, aplikasi ini belum menyediakan fitur registrasi akun, sehingga disarankan pengembangan lebih lanjut untuk menambah keamanan, personalisasi, dan fleksibilitas, serta menjaga keberlanjutan sistem melalui pemeliharaan rutin.

Penelitian oleh Ratnasari & Nurdinah (2022) membahas penerapan metode FIFO dalam pencatatan persediaan bahan baku di Kafe Kopilaku, yang sebelumnya belum sesuai dengan Standar Akuntansi Keuangan (SAK) EMKM. Studi ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dan kuantitatif melalui observasi, wawancara, dan studi dokumen selama enam bulan. Hasilnya menunjukkan bahwa pencatatan manual yang hanya berfokus pada jumlah barang tidak efektif karena menyulitkan penilaian nilai persediaan akhir dan berisiko menyebabkan kelebihan atau kekurangan stok. Setelah penerapan metode FIFO secara perpetual, pencatatan menjadi lebih akurat karena mencantumkan harga satuan, jumlah, dan nilai persediaan akhir, sehingga mempermudah pengambilan keputusan pembelian dan meningkatkan efisiensi pengelolaan bahan baku yang mudah rusak. Namun, sistem lama masih bersifat manual, tidak

menyertakan informasi harga, dan belum terintegrasi secara digital. Oleh karena itu, disarankan penggunaan metode FIFO secara penuh dengan dukungan software akuntansi sederhana untuk pengelolaan yang lebih efisien dan real-time.

Penelitian oleh Anggoro & Amin Fakhul (2023) bertujuan mengatasi antrian panjang dan proses pendaftaran pasien yang tidak efektif di Rumah Sakit Paru Dr. Ario Wirawan Salatiga selama pandemi COVID-19, dengan merancang sistem pendaftaran mandiri berbasis *website* yang menerapkan algoritma *First In First Out* (FIFO). Pengembangan dilakukan menggunakan model prototipe dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengkodean menggunakan Python dan PostgreSQL, serta pengujian melalui simulasi alur pelayanan dari pendaftaran hingga pengambilan obat. Hasil implementasi menunjukkan sistem mampu mempercepat proses administrasi, menghasilkan nomor antrian otomatis, serta meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan data medis. Meski demikian, masih terdapat kekurangan seperti antarmuka yang perlu dikembangkan, belum adanya sistem *backup database*, dan perlunya manajemen disiplin agar sistem berjalan sesuai alur. Disarankan pengembangan lebih lanjut pada aspek visual, fitur cetak ulang antrian, cadangan data, serta pelatihan pengguna untuk optimalisasi sistem.

Penelitian oleh Fizziah Ummah & Siyamto (2022) mengevaluasi efisiensi dan efektivitas pengelolaan stok obat generik di Instalasi Farmasi RSUD Mitra Paramedika Sleman dengan menerapkan metode FIFO dan FEFO. Menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif pada 112 jenis obat generik, data dianalisis melalui rasio perputaran stok dan jumlah hari penjualan dengan standar efektivitas 22 hari. Hasilnya menunjukkan bahwa metode FIFO dan FEFO berhasil meningkatkan efisiensi, dengan persentase stok yang efektif melebihi standar industri: 66,07% pada 2020 dan 70,54% pada 2021. FIFO digunakan saat tanggal kedaluwarsa sama, sedangkan FEFO digunakan bila ada perbedaan tanggal kedaluwarsa. Metode ini tidak hanya menjaga stabilitas stok dan mencegah kerusakan, tetapi juga meningkatkan kepuasan pasien serta efisiensi anggaran rumah sakit. Namun, keterbatasan penelitian terletak pada cakupan waktu yang pendek dan hanya satu rumah sakit, sehingga disarankan studi lanjutan dengan objek lebih luas dan durasi lebih panjang, serta peningkatan koordinasi internal untuk mencegah kekosongan stok.

Penelitian oleh Roziqin & Kusuma (2021) merancang sistem informasi berbasis *website* untuk mengelola arus barang masuk dan keluar di toko EKO PS menggunakan metode FIFO guna mengatasi pengelolaan stok manual yang rawan kesalahan dan menyebabkan

penumpukan barang hingga kedaluwarsa. Sistem ini dirancang dengan fitur *login*, *dashboard*, *input* barang, serta detail stok yang terintegrasi dengan *flowchart*, DFD, dan ERD, sehingga memungkinkan barang yang lebih dulu masuk juga lebih dulu keluar. Implementasi sistem terbukti membantu admin dalam mencatat dan memantau pergerakan stok secara akurat berdasarkan tanggal masuk, jenis, jumlah, dan asal barang. Hasilnya, sistem meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi potensi kerugian akibat barang rusak atau kedaluwarsa. Meskipun sistem berjalan baik, masih ada kelemahan seperti potensi *error* saat penggunaan dan belum tersedianya fitur pemesanan online. Oleh karena itu, disarankan pengembangan lebih lanjut dengan teknologi yang lebih canggih dan penambahan fitur pemesanan agar layanan toko lebih fleksibel dan modern.

Penelitian oleh Saputro et al. (2023) menganalisis efektivitas sistem antrian layanan fotokopi di "Lestari" dengan metode FIFO, di mana pelanggan yang datang lebih dulu akan dilayani lebih dulu. Menggunakan pendekatan kuantitatif, data dikumpulkan melalui wawancara dan observasi terkait jumlah pekerja, jam operasional, durasi pelayanan, serta jumlah pelanggan harian. Analisis teori antrian menunjukkan bahwa sistem FIFO cukup efisien, terutama di akhir pekan dengan waktu tunggu rata-rata hanya 0,594 menit dan peluang menunggu 3,35%. Namun, di hari kerja, waktu tunggu meningkat hingga 9,8 menit dengan peluang menunggu 7,21%. Meskipun sistem sudah berjalan cukup baik, kekurangannya terletak pada belum digunakannya sistem antrian digital dan keterbatasan tenaga kerja saat pelanggan membludak. Oleh karena itu, disarankan pengembangan sistem berbasis teknologi agar pelayanan lebih cepat, efisien, dan mampu memprediksi lonjakan pelanggan dengan lebih akurat.

Penelitian oleh Ibrahim et al. (2023) bertujuan meningkatkan pengawasan sistem logistik melalui penerapan metode FIFO yang didukung sistem cerdas untuk efisiensi pengiriman, akurasi stok, dan responsivitas terhadap permintaan. Studi eksperimental ini dilakukan di perusahaan garmen di Bandung dengan melibatkan tim logistik dan memanfaatkan sensor serta algoritma cerdas untuk menganalisis kebutuhan stok dan mengatur pengeluaran barang. Hasilnya menunjukkan bahwa integrasi FIFO dan sistem cerdas mampu meningkatkan efisiensi operasional, akurasi data inventaris, kecepatan distribusi, serta kepuasan pengguna. Meski demikian, tantangan dalam penerapan teknologi dan kebutuhan integrasi sistem serta keamanan data masih menjadi kelemahan. Oleh karena itu, disarankan pengembangan lebih

lanjut melalui penerapan IoT, *Big Data*, dan pelatihan intensif bagi pengguna agar sistem dapat berjalan optimal dalam jangka panjang.

Studi oleh Khalid & Ndolo (2024) menganalisis pengaruh sistem kendali inventaris seperti JIT, EOQ, FIFO, dan Analisis ABC terhadap kinerja rantai pasok di Kitui Flour Mills, Kenya. Dengan menggunakan pendekatan deskriptif dan analisis regresi linier terhadap data dari 133 responden, studi ini menemukan bahwa keempat metode memiliki dampak positif signifikan terhadap efisiensi *supply chain*, di mana JIT memberi pengaruh paling besar, diikuti EOQ, FIFO, dan ABC. Implementasi sistem-sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi, akurasi stok, ketepatan pengiriman, dan kepuasan pelanggan khususnya pada industri bahan baku mudah rusak seperti gandum. Meski begitu, riset ini memiliki keterbatasan dalam hal generalisasi karena hanya berfokus pada satu perusahaan, serta menyadari tantangan adaptasi dalam penerapan FIFO dan model EOQ. Studi lanjutan disarankan untuk mencakup lebih banyak sektor industri dan pendekatan analisis yang lebih luas guna mendukung pengelolaan *supply chain* yang lebih optimal.

Karya tulis oleh Ramdasi & Shinde (2021) bertujuan meningkatkan manajemen stok di industri mebel dengan menerapkan strategi FIFO untuk mengurangi kerugian akibat barang tidak laku dan mempercepat alur gudang. Studi dilakukan pada perusahaan dagang *online* dengan dua jenis stok, BO dan SOR, menggunakan pendekatan PDCA dan strategi FIFO seperti pelabelan berdasarkan tanggal masuk dan nomor PO, penataan ID palet, serta pengeluaran otomatis stok tertua melalui sistem ERP. Hasilnya, jumlah produk SOR yang dikembalikan menurun dari 21,5 menjadi 15 unit per bulan, dan kerugian penjualan berkurang dari Rp89.125 menjadi nol, menunjukkan efektivitas FIFO dalam menekan risiko stok usang. Selain itu, FIFO juga meningkatkan akurasi pelacakan barang dan perputaran stok. Namun, kendala masih muncul pada ketidaksesuaian format label, perbedaan tanggal masuk barang, dan kurangnya pertimbangan umur produk. Oleh karena itu, perbaikan sistem pelabelan, integrasi data GRN dan SKU, serta pelatihan operator direkomendasikan untuk memastikan konsistensi penerapan FIFO dan optimalisasi kinerja gudang.

Studi oleh Sadih et al. (2024) berfokus pada penerapan algoritma FIFO dalam aplikasi stok produk sandal dan sepatu di CV Diva Karya Mandiri untuk mengatasi tumpukan barang dan pengelolaan gudang yang kurang efektif. Aplikasi dikembangkan menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD) dengan fitur seperti dasbor, transaksi, laporan, dan dua level akses (admin dan kepala gudang). Algoritma FIFO diterapkan pada fitur transaksi agar

barang yang lebih dulu masuk dikeluarkan lebih dulu berdasarkan kode transaksi. Pengujian *black box* menunjukkan tingkat keberhasilan 95%, menandakan sistem berjalan sesuai harapan. Hasilnya, aplikasi mampu mencatat dan memantau stok secara akurat, menghindari penumpukan barang lama, serta membantu pengambilan keputusan pengadaan ulang. Meskipun efektif meningkatkan efisiensi dan mencegah barang kedaluwarsa, sistem masih memiliki kekurangan pada input data yang belum konsisten dan belum terintegrasi sepenuhnya dengan seluruh rantai pasok atau ERP. Oleh karena itu, pengembangan lanjutan disarankan untuk menyempurnakan validasi data, meningkatkan integrasi, dan memperluas cakupan sistem.

Penelitian oleh Muenjitnoy et al. (2024) menganalisis pengelolaan inventaris di kelompok usaha komunitas Pla Ra Lon Nikhom Songkhro di Udon Thani dengan menerapkan metode ABC, pendekatan 5S, dan sistem FIFO. Melalui studi kasus terhadap 20 karyawan, data dikumpulkan lewat wawancara dan analisis dokumen keuangan untuk memahami alur pemesanan, penyimpanan, dan pengeluaran barang. Barang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori nilai (A, B, C), ditata dengan prinsip 5S, dan dikelola menggunakan FIFO agar barang keluar sesuai urutan masuk untuk menghindari kedaluwarsa dan menekan biaya. Sistem informasi inventaris mendukung pencatatan otomatis, pelacakan kualitas, dan pembuatan laporan permintaan. Hasilnya, limbah penyimpanan berkurang drastis dari 48 menjadi 5 unit (24% ke 2,5%), menandakan efisiensi gudang meningkat. Namun, cakupan studi terbatas hanya pada satu kelompok usaha, sehingga disarankan penelitian lanjutan di UKM lain untuk memperluas penerapan sistem ini.

Studi oleh Edith & Naomi (2024) bertujuan meningkatkan pengendalian inventaris di perusahaan es batu kecil di Meksiko dengan menerapkan sistem FIFO melalui pendekatan PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) serta alat manajemen kualitas seperti Pareto, Ishikawa, dan 5W2H. Masalah utama adalah pencatatan stok yang tidak teratur, sehingga dikembangkan sistem berbasis Excel berisi lembar stok, pemasukan, dan pengeluaran dengan visualisasi warna, didukung pelatihan staf dan penataan logistik. Hasilnya menunjukkan pengurangan kerugian sebesar 10% atau sekitar \$1.197 per minggu, meskipun belum mencapai target 15%, namun tetap mencerminkan peningkatan efisiensi pengelolaan stok. Sistem ini terbukti efektif sebagai langkah awal kontrol inventaris berkelanjutan, namun masih terkendala pada ketergantungan terhadap koneksi internet dan potensi kesalahan input data, sehingga disarankan pengawasan dan pelatihan rutin untuk memastikan keberhasilan jangka panjang.

Penelitian oleh Minggu et al. (2021) menganalisis perbedaan perhitungan biaya persediaan menggunakan metode FIFO dan LIFO serta dampaknya terhadap laba kotor pada CV Glory Dewi Kencana. Dengan pendekatan studi kasus dan data pembelian-penjualan Januari 2020, ditemukan bahwa FIFO menghasilkan laba lebih besar saat harga naik, sedangkan LIFO lebih menguntungkan saat harga turun. Hal ini menunjukkan bahwa pilihan metode sangat tergantung pada tren harga barang. Sesuai PSAK No. 14, hanya metode FIFO dan rata-rata yang diakui dalam laporan fiskal di Indonesia, sementara LIFO hanya boleh digunakan secara internal. Hasil studi ini penting dalam membantu perusahaan memilih metode pencatatan persediaan yang tepat, meskipun penelitian masih terbatas pada satu bulan pengamatan dan satu jenis usaha, sehingga disarankan riset lanjutan dengan cakupan yang lebih luas.

Penelitian oleh Yadav et al. (2021) merancang model inventaris dua gudang untuk produk farmasi mudah rusak dengan tujuan meminimalkan total biaya melalui penerapan aturan FIFO dan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) untuk optimasi rute distribusi. Model ini mempertimbangkan permintaan yang berubah seiring waktu, tingkat kerusakan berbeda di tiap gudang, serta kekurangan stok yang dapat ditunda sebagian. Hasil simulasi menunjukkan bahwa model dengan biaya penyimpanan tetap lebih hemat dibandingkan biaya yang berubah selama siklus. ACO terbukti efektif dalam pengeluaran stok FIFO dan pengaturan distribusi yang efisien. Model ini sesuai untuk industri dengan kebutuhan presisi tinggi seperti farmasi, meskipun masih memiliki keterbatasan berupa kompleksitas matematis, ketergantungan pada data yang akurat, dan minimnya pengujian di kondisi nyata.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur Penelitian Terdahulu

| Penulis                        | Objek      |           |        |      |                | Metode                |          |                  |
|--------------------------------|------------|-----------|--------|------|----------------|-----------------------|----------|------------------|
|                                | Manufaktur | Komunitas | Gudang | FIFO | Sistem Digital | Perencanaan & Kontrol | Simulasi | Evaluasi Kinerja |
| (Riska et al., 2024)           |            |           | ✓      | ✓    | ✓              |                       |          | ✓                |
| (Ratnasari & Nurdinah, 2022)   | ✓          |           |        | ✓    |                |                       | ✓        | ✓                |
| (Anggoro & Amin Fakthul, 2023) |            | ✓         |        | ✓    | ✓              | ✓                     | ✓        | ✓                |
| (Fizziah & Siyamto, 2022)      |            | ✓         | ✓      | ✓    |                |                       |          | ✓                |
| (Roziqin & Kusuma, 2021)       |            |           | ✓      | ✓    | ✓              |                       |          |                  |
| (Saputro et al., 2023)         | ✓          |           |        | ✓    |                |                       | ✓        | ✓                |
| (Ibrahim et al., 2023)         | ✓          |           | ✓      | ✓    | ✓              | ✓                     |          | ✓                |
| (Khalid & Ndolo, 2024)         | ✓          |           | ✓      | ✓    |                |                       | ✓        | ✓                |
| (Ramdasi & Shinde, 2021)       | ✓          |           | ✓      | ✓    | ✓              | ✓                     |          |                  |
| (Sadiyah et al., 2024)         | ✓          |           | ✓      | ✓    | ✓              | ✓                     |          | ✓                |
| (Muenjitnoy et al., 2024.)     |            | ✓         | ✓      | ✓    | ✓              |                       |          | ✓                |
| (Edith & Naomi, 2024)          |            |           | ✓      | ✓    | ✓              | ✓                     | ✓        | ✓                |

| Penulis               | Objek      |           |        |      |                | Metode                |          |                  |
|-----------------------|------------|-----------|--------|------|----------------|-----------------------|----------|------------------|
|                       | Manufaktur | Komunitas | Gudang | FIFO | Sistem Digital | Perencanaan & Kontrol | Simulasi | Evaluasi Kinerja |
| (Minggo et al., 2021) | ✓          |           |        | ✓    |                |                       |          | ✓                |
| (Yadav et al., 2021)  |            | ✓         | ✓      | ✓    | ✓              | ✓                     |          | ✓                |
| Penelitian Ini        | ✓          |           | ✓      | ✓    |                | ✓                     | ✓        |                  |

### ***State of The Art***

Berdasarkan kajian literatur yang telah dipaparkan dan dirangkum dalam Tabel 2.1, terlihat bahwa sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada penerapan metode FIFO dalam bentuk sistem digital seperti aplikasi *mobile*, *website*, ERP, maupun pengembangan algoritma. Penelitian-penelitian tersebut banyak diterapkan pada industri makanan, kesehatan, *retail*, dan farmasi, serta umumnya mengintegrasikan metode FIFO ke dalam sistem otomatisasi digital untuk tujuan pencatatan stok, perhitungan biaya, efisiensi pelayanan, dan pengelolaan data. Beberapa penelitian juga membahas aspek perencanaan sistem dan kontrol logistik, namun belum banyak yang menyoroti penerapan metode FIFO dalam konteks manual berbasis visual di area gudang industri manufaktur, khususnya pada penyimpanan bahan baku *coil* yang rentan mengalami penurunan mutu akibat waktu penyimpanan. Selain itu, pendekatan simulasi dalam konteks visualisasi distribusi material di gudang juga masih sangat jarang dilakukan secara menyeluruh pada penelitian terdahulu. Penelitian seperti yang dilakukan oleh Yadav et al. (2021) memang menggunakan simulasi, tetapi pada konteks farmasi dan pengoptimalan rute, bukan pada distribusi fisik dalam gudang *coil*.

Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada fokus rancangan sistem FIFO manual atau fisik berbasis *visual management* (bukan digital), khusus untuk bahan baku *coil* yang rawan rusak jika tidak segera digunakan. Penelitian ini juga menggunakan simulasi gudang sebagai alat untuk memvisualisasikan masalah distribusi yang tidak merata akibat sistem alokasi rak per pelanggan. Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan pendekatan teknik industri melalui metode perancangan sistem kerja dan pendekatan visual FIFO secara *real time*, bukan hanya teori FIFO secara administratif. Penelitian ini menghasilkan sistem visual sederhana (*low cost*) yang dapat langsung diimplementasikan tanpa ketergantungan pada perangkat lunak atau infrastruktur digital. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan sistem manajemen FIFO berbasis visual di industri manufaktur, khususnya dalam konteks gudang bahan baku *coil*, yang selama ini belum banyak dibahas secara praktis dan aplikatif dalam penelitian sebelumnya.

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 Metode FIFO (*First In First Out*)**

FIFO merupakan metode manajemen persediaan yang menetapkan bahwa barang yang pertama kali masuk akan menjadi yang pertama kali digunakan atau dikeluarkan.

Prinsip ini sangat penting dalam industri yang bahan bakunya mudah mengalami penurunan kualitas seiring waktu, seperti bahan makanan, bahan kimia, maupun logam yang rentan terhadap oksidasi (Sangadah & Muntiah, 2021). Dalam sistem FIFO, alur pergerakan barang dirancang agar material yang lebih dulu masuk ke gudang lebih mudah diakses dan digunakan lebih awal. Hal ini berfungsi untuk meminimalkan risiko kerusakan barang akibat penyimpanan yang terlalu lama, serta menjaga mutu bahan baku tetap sesuai standar produksi (Diah Eka Palupi, 2020). FIFO juga berkontribusi terhadap efisiensi biaya karena mengurangi potensi kerugian akibat penurunan mutu atau barang rusak. Permasalahan yang pernah muncul pada pengendalian persediaan barang dengan metode FIFO di gudang yaitu pada saat barang terlalu lama berada di gudang dan terjadi penumpukan barang berpengaruh pada kardusnya yang disebabkan oleh kondisi gudang yang panas (Agustin, 2022).

Metode ini digunakan untuk mengatur dalam proses keluar masuknya barang sehingga pengelolaan barang menjadi teratur. Metode ini juga dapat mengatasi permasalahan yang ada pada perusahaan sehingga proses pengelolaan persediaan barang bisa mengurangi risiko kerusakan pada barang yang disimpan terlalu lama di gudang. Serta proses pencatatan persediaan bisa meminimalisir kesalahan, maka aktivitas barang masuk dan keluar gudang terkendali dan berjalan dengan baik. (Rahman & Noviyanti, 2022). Dengan menggunakan metode FIFO kita dapat mengetahui jumlah persediaan yang akan dijual pada pembeli atau konsumen dan untuk mengetahui jumlah persediaan terakhir yang diperoleh pada akhir periode tertentu (Asrozy et al., 2022).

Terdapat beberapa tujuan dari metode FIFO sebagai berikut:

1. Agar barang dagang di gudang tidak tertimbun untuk waktu yang sangat lama dan menjauh dari tanggal kedaluwarsa barang.
2. Merupakan penggabungan dari semua komponen laba pada penjualan
3. Untuk memperkenalkan stok akhir didalam laporan neraca berdasarkan harga paling akhir. metode FIFO, yaitu barang yang pertama kali masuk akan dikeluarkan terlebih dahulu.

### **2.2.2 Bahan baku**

Bahan baku adalah barang-barang yang terwujud seperti tembakau, kertas, plastik ataupun bahan-bahan lainnya yang diperoleh dari sumber-sumber alam atau dibeli dari

pemasok yang diolah sendiri oleh perusahaan untuk digunakan dalam proses produksinya sendiri (Umboh et al., 2022). Bahan baku adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberlangsungan proses produksi. pengendalian persediaan bahan baku juga perlu dilakukan agar terhindar dari kondisi kekurangan bahan baku dan juga bahan-bahan baku yang sudah dibeli dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin (Linoveka et al., 2021). Adapun jenis-jenis bahan baku dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Bahan baku langsung adalah semua bahan baku yang merupakan bahan yang menjadi bagian diperlukan untuk melengkapi produk jadi suatu perusahaan dan dapat ditelusuri dengan mudah ke produk jadi tersebut. Biaya yang dikeluarkan untuk membeli bahan baku langsung ini mempunyai hubungan erat dan sebanding dengan jumlah barang jadi yang dihasilkan.
2. Bahan baku tidak langsung Bahan baku tidak langsung adalah bahan baku yang ikut berperan dalam proses produksi tetapi tidak secara langsung tampak pada barang jadi yang dihasilkan. (Kurniawan & Ali, 2020)

### **2.2.3 Manajemen Gudang**

Manajemen pergudangan merupakan suatu ilmu yang mengatur penyimpanan dan pengeluaran barang pada gudang. Pelaksanaan manajemen ini merupakan proses dalam pengaturan dan pengawasan barang yang masuk di gudang dan barang yang keluar dari gudang (Primadi et al., 2024). Manajemen pergudangan diartikan sebagai bagian manajemen perusahaan yang berfungsi untuk mengontrol, mendata, mengendalikan serta mengelola tempat penyimpanan beberapa produk yang berada di titik sumber dan titik konsumsi serta informasi mengenai status, kondisi hingga disposisi barang. Barang-barang yang disimpan di dalam gudang bersifat sementara, guna untuk menjaga keaslian maupun kualitasnya (Ningtiyas et al, 2022). Manajemen pergudangan ditujukan untuk menangani dan mengendalikan material didalam didalam gudang. Manajemen pergudangan menangani pekerjaan utama dari sebuah gudang seperti manajemen penyimpanan, manajemen unit penyimpanan, manajemen barang yang berbahaya, pemrosesan pesanan, keluar dan masuknya material, pengambilan stok, pemeriksaan dan pengisian ulang (Samuel et al., 2023).

#### 2.2.4 Manajemen Persediaan (*Inventory Management*)

Manajemen persediaan yaitu cara untuk menentukan jumlah persediaan yang optimal dengan biaya total yang minimal. Alasan perlunya manajemen persediaan adalah karena timbulnya ketidakpastian permintaan, ketidakpastian pasokan supplier, dan ketidakpastian waktu pemesanan. Sedangkan tujuannya adalah untuk memberikan pelayanan yang terbaik bagi konsumen, memperlancar proses produksi, mengantisipasi kekurangan persediaan (*stock out*), dan dalam rangka menghadapi fluktuasi harga (Haslindah et al., 2020). Manajemen persediaan sangat penting karena jumlah persediaan menentukan atau mempengaruhi kelancaran operasi, efisiensi dan efektifitas proses produksi serta kualitas produk yang diproduksi oleh perusahaan (Nurchayawati et al., 2023).

Ada tiga alasan pentingnya persediaan baik untuk perusahaan maupun organisasi diantaranya, pertama menghadapi permintaan yang tidak terduga akibat adanya unsur ketidakpastian permintaan, kedua ketidakpastian dari pemasok dan ketiga adanya unsur ketidakpastian tenggat waktu pemesanan, dapat dikatakan bahwa tujuan akhir manajemen persediaan yaitu melakukan perubahan dalam tingkat persediaan untuk meminimumkan total biaya persediaan (Ridwansyah & Anggraeni, 2023). Beberapa yang harus diperhatikan dalam manajemen persediaan, sebagai berikut:

1. Waktu kedatangan barang yang akan dipesan kembali. Jika waktu kedatangan barang yang dipesan cukup lama pada periode tertentu maka persediaan barang tersebut harus disesuaikan sehingga barang tetap ada sampai persediaan yang baru dipesan datang.
2. Berapa kuantitas barang yang disimpan. Jumlah barang yang dipesan harus sesuai agar tidak terlalu banyak yang hanya akan mengakibatkan pemborosan. Namun, jika barang yang dipesan terlalu sedikit akan menimbulkan terhentinya kegiatan produksi.
3. Perhatikan persediaan pengaman (*safety stock*). Dengan adanya barang pengaman akan mengantisipasi jika terjadi sesuatu yang menghambat terjadinya waktu pembelian sehingga stok barang persediaan masih ada untuk beberapa waktu ke depan (Cherilya Alfara Natasya et al., 2024).

### 2.2.5 Manajemen Visual (*Visual Management*)

Manajemen visual adalah sistem yang menggabungkan perangkat dan praktik untuk berbagi informasi dengan cepat dan efisien, meningkatkan alur kerja, organisasi, dan pengambilan keputusan. Manajemen visual berkaitan dengan serangkaian praktik banyak digunakan pada perusahaan yang telah menerapkan filosofi *Lean Production*. Hal ini berkaitan dengan prinsip peningkatan transparansi proses, yaitu membuat proses produksi atau bagian-bagiannya dapat diamati untuk membantu orang berkomunikasi dan bertindak. VM menggunakan alat bantu visual dan sensorik lainnya untuk meningkatkan komunikasi dalam rangka mendorong perbaikan proses (Zani et al., 2025).

Secara umum, sistem manajemen visual terdiri dari berbagai elemen seperti papan informasi, label warna, tanda lantai, diagram alur, dan *display* status yang menunjukkan kondisi operasi secara *real time*. Prinsip kerja manajemen visual memiliki kemiripan dengan sistem *Kanban*, yang juga merupakan alat visual dalam *lean manufacturing* untuk mengatur aliran produksi dan pengendalian stok. Keduanya sama-sama bertujuan untuk meningkatkan efisiensi alur kerja dan mengurangi kebingungan, waktu tunggu, dan kesalahan operasional.

Penerapan manajemen visual merupakan bentuk pengaturan segala sesuatu yang dapat dilihat oleh seseorang untuk menyampaikan informasi, dan tanpa harus berbicara kepada orang lain dengan tujuan setiap orang memiliki kemampuan untuk memahami situasi dan kondisi pada area, sehingga area tersebut dapat berwujud, dan memenuhi persyaratan untuk beroperasi dan setiap orang dapat mengerti standar visual yang berlaku, serta meningkatkan efisiensi waktu untuk mendapatkan informasi, ataupun menemukan ide kreatifitas baru. Dalam implementasi manajemen visual diperlukan 5R dalam penerapannya yaitu Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin sehingga akan menghasilkan suatu kebiasaan yang menjadikan suatu budaya untuk melakukan kegiatan di laboratorium sesuai standart operasional. (Soesilowati, 2021)

### 2.2.6 Kualitas Bahan baku dan Dampaknya terhadap Produk Akhir

Kualitas adalah suatu ukuran untuk menilai bahwa suatu barang atau jasa telah mempunyai nilai guna seperti yang dikehendaki atau dengan kata lain suatu barang atau jasa dianggap telah memiliki kualitas apabila berfungsi atau mempunyai nilai guna seperti yang diinginkan. Dengan adanya bahan baku dengan kualitas baik maka akan

memberikan kualitas keluaran yang baik pula. Keberhasilan suatu perusahaan dalam pengolahan bahan baku tersebut tergantung dari upaya perusahaan untuk mencari dan memilih dengan teliti bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi. Dengan kualitas bahan baku yang semakin baik maka akan mengurangi terjadinya kesalahan produksi maupun proses produksi ulang. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa kualitas bahan baku berpengaruh positif dan signifikan terhadap kualitas produk. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas bahan baku yang terjaga dari segi suhu ruangan sesuai dengan jenis bahan baku yang disimpan dapat meningkatkan kualitas produk dan dengan adanya bahan baku yang bermutu dan berkualitas tinggi maka kualitas produk akan mengalami peningkatan dengan signifikan. (Umboh et al., 2022)

Bahan baku yang memiliki kualitas tinggi mampu menghasilkan kualitas produk yang memenuhi standar kualitas yang baik, sehingga mencapai hasil yang memuaskan sehingga sesuai dengan rencana dan harapan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa kualitas bahan baku berpengaruh terhadap kualitas produk. Kualitas dalam bahan baku tidak bisa diabaikan oleh setiap perusahaan, kualitas bahan baku yang tinggi dapat meminimalisir hasil produk yang tidak berkualitas baik. (Erdi & Haryanti, 2022). Kualitas produk mempunyai enam fungsi penting dalam bisnis:

1. Reputasi perusahaan akan meningkat.
2. Biaya rendah.
3. Meningkatkan pangsa pasar.
4. Pengaruh internasional.
5. Bertanggung jawab atas produk.
6. Merasakan pentingnya kualitas produk dan berdampak pada penampilan produk dan layanan (Sibarani & Alhazami, 2022).

### **2.2.7 Simulasi Sistem**

Simulasi merupakan suatu alat yang terintegrasi dalam melakukan perencanaan dan menjalankan sistem logistik yang rumit. Dengan semakin tingginya permintaan dan biaya, maka perencanaan dalam sistem logistik yang rumit, simulasi diperlukan untuk melakukan perencanaan dengan lebih baik (Andira et al., 2020). Simulasi dapat diartikan sebagai teknik meniru sebuah proses yang terjadi dalam suatu sistem nyata dengan menggunakan perangkat komputer, sehingga sistem nyata tersebut dapat

dpelajari secara ilmiah. Untuk mempelajari sistem secara numerik dalam simulasi, diperlukan pengumpulan data dalam rangka melakukan estimasi statistik untuk mendapatkan karakteristik asli dari sistem tersebut (Wijaya et al., 2024). Langkah-langkah simulasi meliputi pendefinisian sistem, formulasi model, pengambilan data, pembuatan model, verifikasi model, validasi model, dan skenario (eksperimen) terhadap model (Hadi et al., 2020).

### **2.2.8 Metode Perancangan Sistem Kerja**

Perancangan sistem kerja adalah suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan terbaik dari sistem kerja yang bersangkutan (Makhmudah et al., 2022). Perancangan sistem kerja yang diusulkan adalah dengan mengintegrasikan komponen-komponen yang ada dengan merumuskan dan membuat visi & misi, instruksi kerja, dan Standar Operasional Prosedur (SOP), yang diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja (Taufik et al., 2024).

Metode perancangan sistem kerja berfungsi untuk merancang alur fisik dan sistem kerja pengambilan material sesuai FIFO dengan pendekatan Teknik Industri (efisiensi kerja dan ergonomi) dengan merancang sistem manual FIFO dan SOP gudang. Perancangan sistem kerja dilakukan dengan mengacu pada pendekatan *Work System Design*, *Visual Management*, dan *Inventory Flow Optimization* dalam pendekatan keilmuan Teknik Industri.

### **2.2.9 Gudang / Warehouse**

*Warehouse* adalah ruang penyimpanan atau pergudangan yang digunakan perusahaan untuk menyediakan serta menyimpan informasi mengenai status serta keadaan fisik sampai persediaan barang yang datanya akan di-*update* dalam waktu yang ditentukan. Warehouse tergolong memiliki 3 jenis masing - masing karakteristiknya sendiri, yaitu: *Bahan baku warehouse*, *working process storage*, serta *finish goods storage*. *Warehouse* bertanggung jawab atas penyimpanan stok dalam jumlah besar sehingga kemampuan staf penyimpanan dalam mengorganisir barang sangat penting karena hal tersebut akan berdampak dalam kualitas barang yang disimpan agar tidak rusak atau menjadi barang reject (Siburian & Anggrainie, 2022). Warehouse merupakan bagian penting dalam penting dalam sebuah perusahaan. Kegiatan pergudangan harus memiliki system penyimpanan yang baik agar dapat menunjang proses produksi maupun aktivitas-aktivitas pergudangan (Pratama & Wibowo, 2022).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah sistem manajemen pergudangan bahan baku *coil* di PT. XYZ, khususnya pada sistem penyimpanan dan distribusi material antar rak gudang. Permasalahan yang terjadi adalah penumpukan material pada rak tertentu akibat sistem alokasi rak per pelanggan, yang mengakibatkan metode *First In First Out* (FIFO) tidak berjalan efektif. Hal ini berdampak pada rusaknya material (*rusty*) karena tidak segera terpakai sesuai urutan kedatangan, serta menurunnya efisiensi penggunaan ruang gudang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penerapan metode FIFO berbasis *visual management* guna mengatasi penumpukan material dan memastikan rotasi material berjalan sesuai prinsip FIFO. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan distribusi material secara merata antar rak serta mempertahankan kualitas bahan baku.

#### **3.2 Subjek Penelitian**

Subjek penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ, sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam industri *metal stamping* dan *injection molding* dengan pengolahan logam berbahan dasar *coil*. Perusahaan ini terletak sebuah kawasan industri terpadu yang berlokasi di Cikarang Barat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Kawasan ini dikembangkan oleh PT. Megalopolis Manunggal Industrial Development (MMID) dan dikenal sebagai salah satu kawasan industri terbesar di Indonesia.

#### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini, metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Overview* (Pengenalan)

*Overview* dilakukan pada tahap awal dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap kondisi gudang, sistem rak, dan alur penyimpanan serta pengambilan material. Kegiatan ini juga mencakup pengenalan terhadap kebijakan internal perusahaan, prosedur keselamatan kerja (*safety*), dan proses distribusi material *coil* yang sedang berjalan.

## 2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh data sekunder dan pemahaman teoritis terkait sistem manajemen persediaan, metode FIFO, *visual management*, dan metode perancangan sistem kerja. Studi dilakukan dengan menelaah berbagai literatur seperti jurnal ilmiah, buku, artikel akademik, serta referensi dari studi-studi terdahulu yang relevan dengan fokus penelitian. Hasil studi pustaka ini digunakan sebagai dasar dalam merancang sistem yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik gudang PT. XYZ.

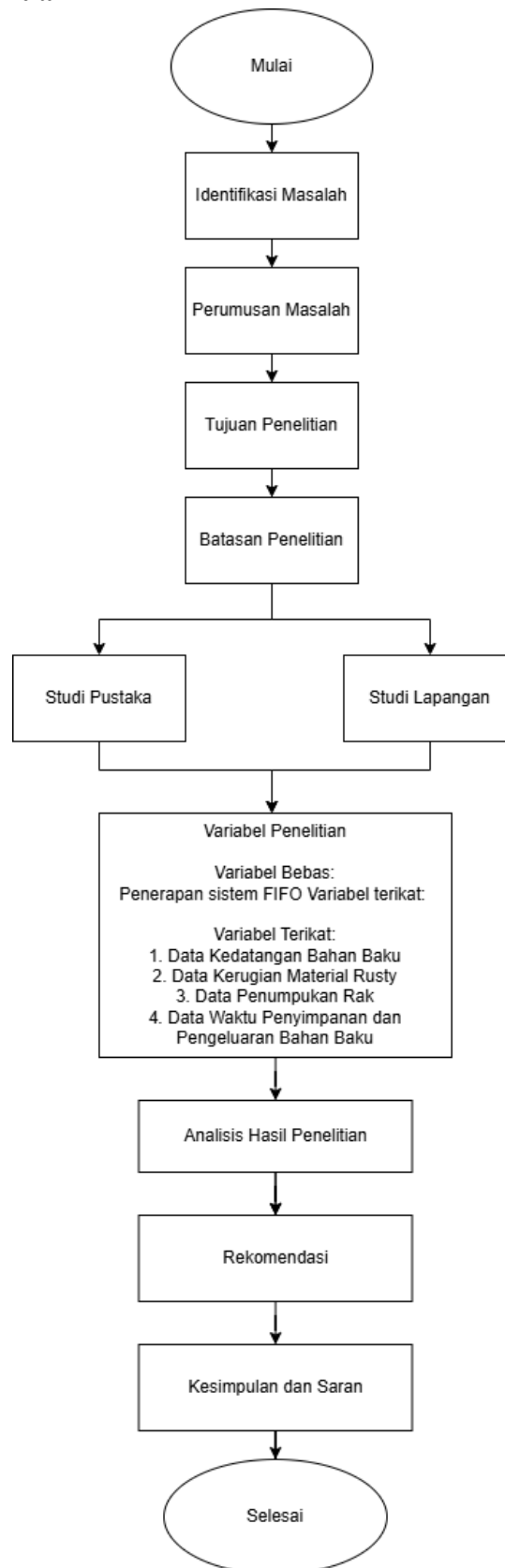
## 3. Observasi Secara Langsung

Observasi langsung dilakukan dengan mengamati secara langsung aktivitas penyimpanan dan pengambilan material di gudang PT. XYZ. Peneliti mencatat kondisi aktual sistem rak, pola kedatangan dan distribusi material, serta hambatan yang terjadi di lapangan. Observasi ini juga mencakup pengumpulan data historis seperti jumlah incoming material per bulan dan data kerugian akibat material berkarat *rusty*, yang menjadi bukti adanya ketidakefisienan sistem FIFO saat ini. Observasi dibantu oleh petugas gudang dan tim PPIC yang terlibat langsung dalam operasional harian.

## 4. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data historis seperti jumlah material masuk per bulan, data kerusakan *rusty*, *layout* gudang, dan SOP gudang. Data ini menjadi dasar dalam menganalisis penyebab penumpukan material dan mendesain solusi sistem yang sesuai.

### 3.4 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur penelitian

Berikut penjelasan dari setiap alur penelitian pada Gambar 3.1:

1. Mulai

2. Identifikasi masalah

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi permasalahan utama yang terjadi di lapangan, khususnya terkait sistem distribusi bahan baku *coil* di gudang yang belum menerapkan metode FIFO secara optimal. Permasalahan seperti penumpukan rak, kerusakan material akibat penyimpanan terlalu lama, serta ketidakteraturan pengeluaran bahan baku menjadi fokus utama yang diangkat.

3. Perumusan masalah

Setelah permasalahan diidentifikasi, peneliti merumuskan permasalahan secara spesifik dalam bentuk pertanyaan penelitian. Perumusan masalah ini bertujuan untuk memperjelas fokus penelitian.

4. Tujuan penelitian

Tujuan penelitian disusun sebagai arah capaian yang ingin diperoleh dari proses penelitian.

5. Batasan penelitian

Untuk menjaga fokus dan efektivitas penelitian, peneliti menetapkan batasan penelitian. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan menelaah literatur terdahulu, baik berupa jurnal, buku, maupun skripsi yang relevan dengan topik FIFO, manajemen gudang, distribusi bahan baku, dan *visual management*.

6. Studi lapangan

Studi lapangan mencakup observasi langsung ke lokasi penelitian, wawancara dengan pihak terkait (seperti operator gudang dan manajer logistik), serta dokumentasi proses kerja aktual. Studi ini bertujuan untuk memahami kondisi riil di lapangan sebagai dasar penyusunan rancangan sistem.

7. Pengumpulan data

Pengumpulan data terdiri dari tiga aspek utama:

- 1) Data kedatangan bahan baku *coil* yang digunakan untuk menganalisis alur masuk material
- 2) Data kerugian akibat material yang mengalami *rusty* sebagai akibat dari tidak diterapkannya FIFO

3) Data penumpukan rak serta waktu penyimpanan dan pengeluaran bahan baku, yang penting untuk mengevaluasi alur distribusi aktual di gudang.

8. Analisis hasil penelitian

Data yang telah dikumpulkan dianalisis untuk mengevaluasi efektivitas sistem yang sedang berjalan dan mengidentifikasi akar penyebab permasalahan.

9. Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis, peneliti menyusun rekomendasi berupa rancangan sistem distribusi bahan baku berbasis visual FIFO. Rancangan ini mencakup perbaikan alur penempatan dan pengambilan material agar rotasi barang mengikuti prinsip FIFO secara konsisten. Untuk mendukung implementasi sistem, peneliti juga menyusun *Standard Operating Procedure* (SOP) sebagai pedoman operasional yang mengatur langkah-langkah dalam aktivitas penerimaan, penempatan, dan pengambilan bahan baku. SOP ini disusun berdasarkan hasil observasi dan simulasi sistem yang diusulkan, serta mempertimbangkan kebiasaan kerja operator di gudang PT. XYZ. Penyusunan SOP bertujuan memastikan sistem berjalan dengan standar yang mudah dipahami dan diterapkan secara berkelanjutan.

10. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan merangkum hasil-hasil utama penelitian dan menunjukkan bahwa penerapan metode FIFO secara manual dapat meningkatkan efisiensi distribusi dan mengurangi kerusakan material.

11. Selesai

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data ini diperoleh melalui observasi lapangan dan dokumentasi internal perusahaan. Data ini digunakan untuk mengidentifikasi ketidakseimbangan distribusi antar rak serta pola penyimpanan aktual di gudang.

##### 4.1.1 Data Distribusi Material *Coil* per Rak

Data distribusi material *coil* per rak dari September 2024 hingga Maret 2025 menunjukkan bahwa alokasi penyimpanan di gudang PT. XYZ belum merata antar rak sebagai pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data Distribusi *Coil* per Rak

| <b>Bulan</b>    | <b>Rak A</b> | <b>Rak B</b> | <b>Rak C</b> | <b>Rak D</b> | <b>Rak E</b> | <b>Rak F</b> | <b>Total<br/><i>Coil</i></b> |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------|
| September 2024  | 279          | 232          | 139          | 93           | 93           | 93           | <b>929</b>                   |
| Oktober 2024    | 267          | 222          | 133          | 89           | 89           | 89           | <b>889</b>                   |
| November 2024   | 230          | 192          | 115          | 77           | 77           | 77           | <b>767</b>                   |
| Desember 2024   | 270          | 225          | 135          | 90           | 90           | 90           | <b>900</b>                   |
| Januari 2025    | 302          | 252          | 151          | 101          | 101          | 101          | <b>1.008</b>                 |
| Februari 2025   | 311          | 259          | 155          | 104          | 104          | 104          | <b>1.035</b>                 |
| Maret 2025      | 197          | 164          | 99           | 66           | 66           | 66           | <b>657</b>                   |
| Total Kapasitas | 1.856        | 1.446        | 936          | 620          | 620          | 620          | <b>6.098</b>                 |

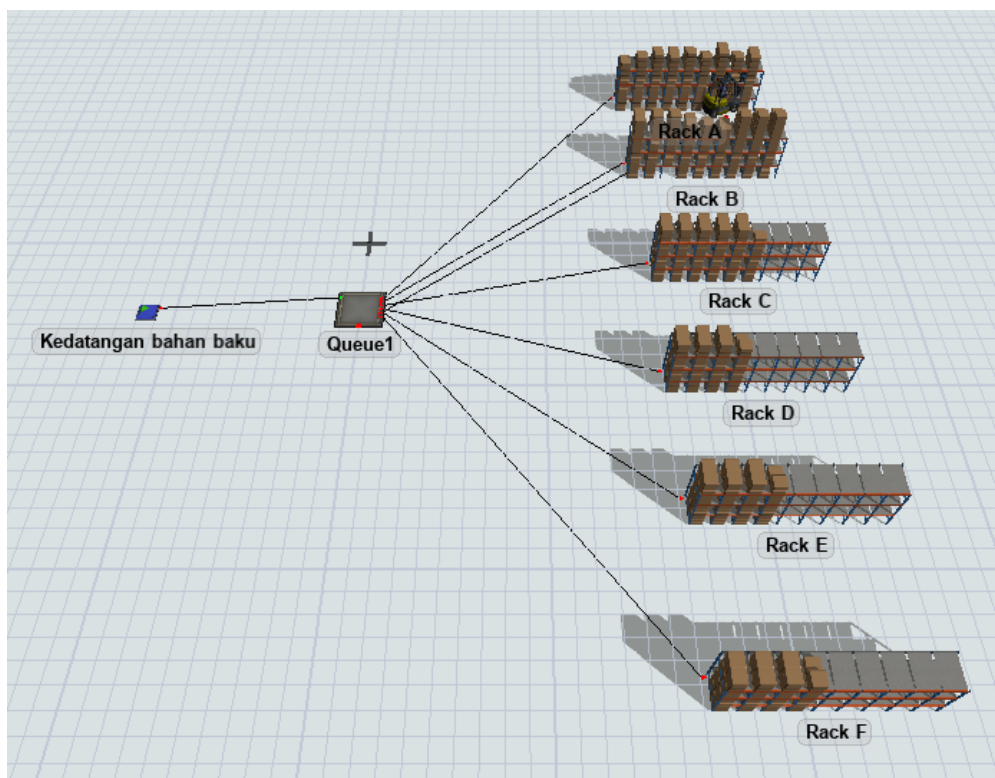
Diketahui kapasitas maksimal tiap rak adalah sebanyak 200 *coil*, Pada Tabel 4.1 diketahui bahwa Rak A dan Rak B secara konsisten menerima jumlah *coil* yang jauh lebih tinggi dibandingkan rak lainnya. Misalnya, pada Februari 2025, Rak A menyimpan 311 *coil*, jauh melampaui kapasitas ideal rak sebesar 200 *coil*, sedangkan Rak D, E, dan F hanya terisi 104

coil. Ketimpangan ini menunjukkan terjadinya *overload* pada rak tertentu dan *underload* pada rak lainnya. Hal tersebut mengindikasikan sistem distribusi yang tidak seimbang, memperbesar potensi penumpukan material dan menghambat rotasi FIFO. Material yang tertinggal lama di rak berisiko mengalami kerusakan seperti *rusty*, yang berdampak langsung pada mutu bahan baku dan efisiensi gudang.

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Sistem Distribusi dan Penyimpanan Aktual

Pada kondisi sistem distribusi dan penyimpanan aktual, PT. XYZ menerapkan penyimpanan bahan baku *coil* dengan distribusi pada tiap rak berdasarkan pelanggan, artinya satu rak hanya digunakan untuk satu pelanggan. Sistem ini tidak memaksimalkan efisiensi kapasitas penyimpanan pada rak, sistem ini sangat merugikan perusahaan karena menyebabkan pembengkakan biaya operasional perusahaan. Untuk memvisualisasikan kondisi aktual gudang, dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak FlexSim. Simulasi ini memodelkan aliran material masuk ke masing-masing rak sesuai data distribusi eksisting dan menunjukkan bahwa sebagian besar material cenderung menumpuk pada rak pelanggan tertentu sebagai berikut:

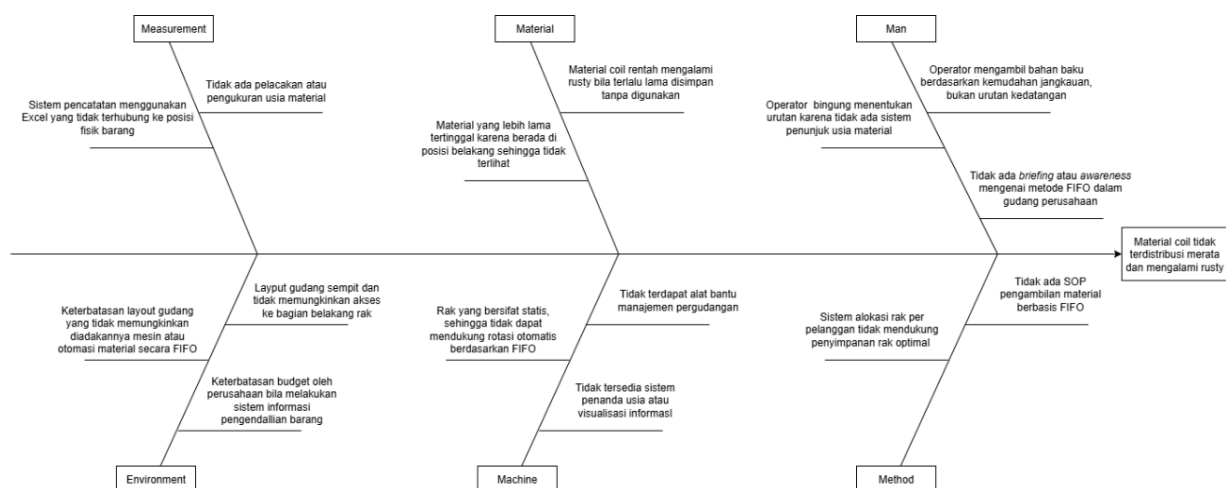


Gambar 4. 1 Simulasi Gudang September 2024

Pada Gambar 4.1 hasil simulasi gudang bulan September 2024 terlihat bahwa rak pelanggan A dan rak pelanggan B mengalami *over capacity*, sementara rak pelanggan lainnya mengalami *idle* atau menganggur. Sehingga sistem distribusi pada gudang saat ini belum dapat dikatakan optimal.

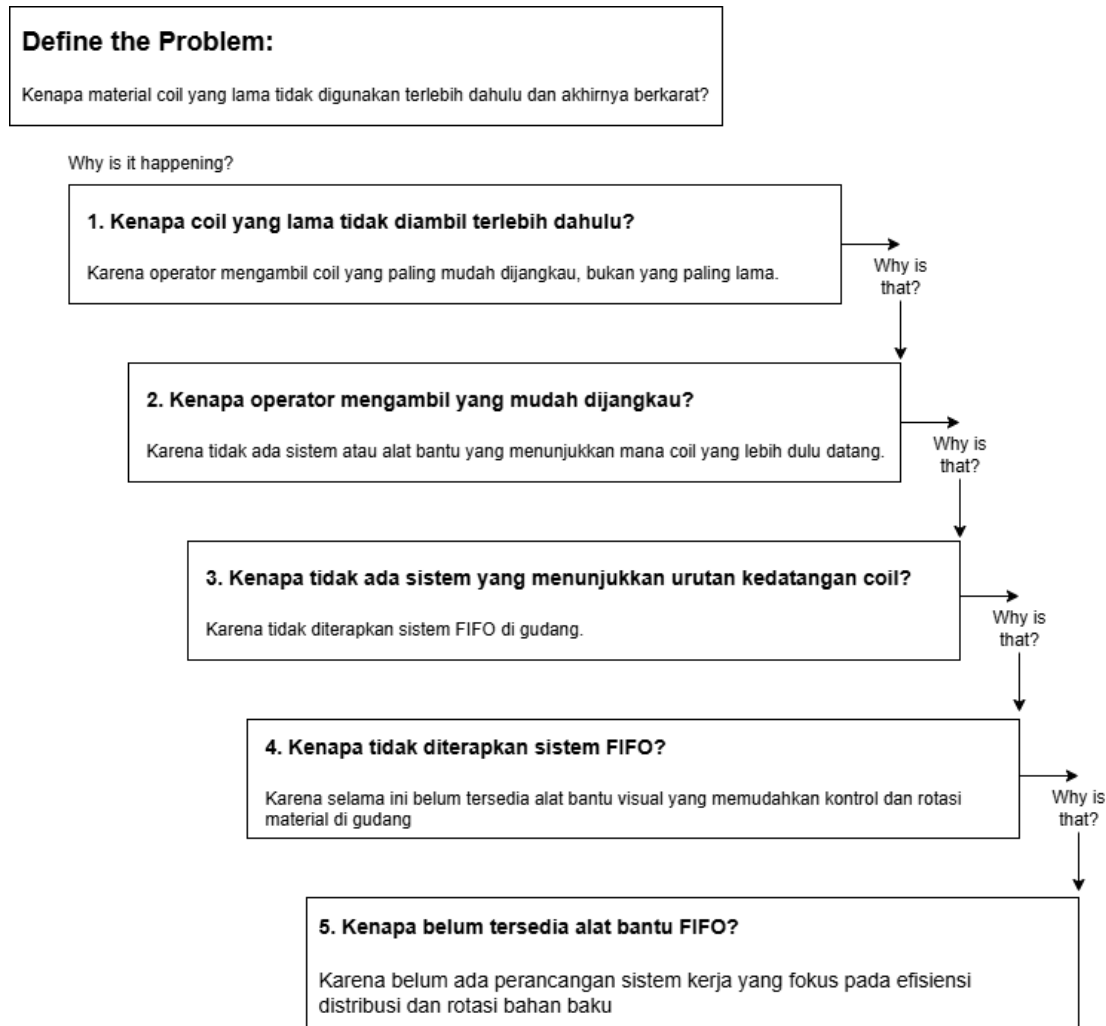
#### 4.2.2 Identifikasi Penyebab Ketidakefisienan

Untuk mengidentifikasi akar penyebab dari ketidakefisienan tersebut, dilakukan analisis menggunakan *Fishbone Diagram* dan *5 Whys Analysis*. *Fishbone Diagram* digunakan untuk memetakan faktor-faktor yang mempengaruhi sistem, yang dikelompokkan ke dalam enam kategori: *Man*, *Method*, *Material*, *Machine*, *Measurement*, dan *Environment*. Sedangkan *5 Whys Analysis* digunakan untuk menggali akar penyebab dari masalah utama, yaitu kerusakan *coil* akibat tidak digunakannya material lama terlebih dahulu. Berikut merupakan visualisasi dari *Fishbone Diagram*:



Gambar 4. 2 *Fishbone Diagram*

Analisis lebih lanjut dilakukan menggunakan 5 *Whys Analysis*, yang bertujuan untuk menemukan akar penyebab dari masalah *rusty* pada material sebagai berikut:



Gambar 4. 3 5 *Whys Analysis*

Identifikasi *Fishbone Diagram* dan 5 *Why Analysis* ini menjadi dasar untuk merancang sistem visual FIFO berbasis papan dan koin sebagai solusi perbaikan yang akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

#### 4.2.3 Perancangan Sistem FIFO Berbasis *Visual Management*

##### 1. Desain Sistem Papan FIFO

Setelah dilakukan identifikasi akar permasalahan pada sistem distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ, diketahui bahwa tidak adanya sistem pengambilan material secara berurutan (FIFO) menjadi faktor utama yang

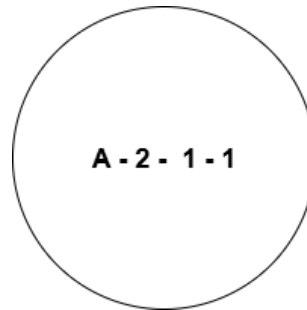
menyebabkan *coil* lama tertinggal, menumpuk, dan akhirnya mengalami *rusty*. Untuk mengatasi hal tersebut, maka dirancang sistem manajemen FIFO berbasis *Visual Management* guna memastikan rotasi material berjalan dengan benar dan efisien, serta dapat dioperasikan secara manual sesuai kondisi aktual perusahaan. Skema desain grafis dari sistem papan FIFO sederhana menggunakan tabung dan koin ditunjukkan pada Gambar 4.4



Gambar 4. 4 Papan FIFO Manual

Desain sistem ini terdiri atas papan FIFO yang berisi tabung-tabung vertikal dengan lubang di atas tabung yang dimana setiap tabung mewakili satu pelanggan. Kemudian terdapat koin FIFO yang dimasukkan ke dalam tabung saat material *coil* baru datang dengan bertuliskan lokasi alamat material di rak. Operator pengambilan material hanya diperbolehkan mengambil material pelanggan dari koin terbawah (paling awal masuk). Kemudian, koin yang sudah diambil diletakkan kembali ke

tempat koin yang akan dimasukkan kembali melalui tabung bagian atas bila ada kedatangan material untuk pelanggan tersebut.



Gambar 4. 5 Desain Koin Papan FIFO

Gambar 4.5 merupakan desain koin papan FIFO yang berisikan informasi alamat penyimpanan pada rak, koin berisikan informasi:

- A: Informasi nama rak, berarti material terletak pada rak A.
- 2 (Angka pertama): Merupakan informasi level atau tingkatan rak, material terletak di tingkatan kedua pada rak tersebut
- 1 (Angka kedua): Merupakan informasi *bay* atau kolom pada rak, material terletak di *bay* pertama pada tingkatan tersebut.
- 1 (Angka terakhir): Merupakan informasi slot pada bay tersebut, dimana satu bay terdapat 2 slot. Dengan informasi pada contoh berarti terletak pada slot 1 pada *bay* 2 di tingkat rak tersebut.

## 2. Alur Operasional

Berikut merupakan alur kerja sistem FIFO berbasis papan visual ini:

### a. Saat Material Masuk:

- 1) Material *coil* yang baru datang diarahkan ke rak kosong terdekat.
- 2) Petugas mencatat tanggal kedatangan dan alamat rak.
- 3) Koin diisi informasi tersebut, lalu koin dimasukkan ke tabung FIFO melewati bagian atas tabung rak sesuai tabung pelanggan.
- 4) Coil disimpan di rak secara fisik seperti biasa.

b. Saat Material Dikeluarkan:

- 1) Operator produksi memeriksa dan mengacu pada papan FIFO untuk mengambil material yang akan diproduksi untuk suatu pelanggan.
- 2) Koin terdepan dari tabung yang paling bawah diambil, hal ini menandakan bahwa material tersebut lebih dahulu datang. Kemudian koin di atasnya akan turun secara manual apabila koin terdepan telah diambil.
- 3) Operator memeriksa alamat rak yang tertera pada koin, kemudian mengambil material coil dari rak yang sesuai dengan koin tersebut.
- 4) Koin dikembalikan ke kotak return setelah pengambilan selesai. Koin siap digunakan kembali bila terdapat material baru datang, karena alamat rak tersebut telah kosong atau diambil untuk produksi.

3. SOP Sistem FIFO

SOP sistem manajemen FIFO ini berfungsi untuk memastikan sistem FIFO dapat diterapkan secara konsisten dan dipahami oleh semua *stakeholder* operasional gudang.

a. Langkah SOP Masuk (*Receiving*):

- 1) Material coil tiba di gudang pada pukul 13.00–16.00.
- 2) Admin gudang mencatat data kedatangan coil sebagai database gudang.
- 3) Operator mengambil koin FIFO yang berisikan informasi alamat rak yang kosong atau menganggur.
- 4) Koin yang berisi informasi alamat rak kosong, lalu dimasukkan ke dalam tabung FIFO sesuai pelanggan.
- 5) Supervisor gudang melakukan pengecekan harian bahwa setiap *coil* yang masuk memiliki koin FIFO yang sesuai. Bila ada koin yang tertinggal/tidak dibuat, supervisor akan meminta operator mengisi ulang dan melaporkan insiden sebagai *missed entry*.

b. Langkah SOP Keluar (Pengambilan):

- 1) Operator produksi mengecek papan FIFO sebagai acuan sebelum mengambil coil.
- 2) Operator mengambil koin FIFO paling bawah dari tabung pelanggan terkait, yang menandakan coil raw material tersebut datang lebih dahulu.
- 3) Operator mengambil coil sesuai dengan informasi alamat rak di koin.

- 4) Setelah pengambilan coil raw material operator meletakkan koin ke dalam kotak return, yang menandakan rak pada alamat tersebut sudah kosong dan siap diisi material baru kembali.
- 5) Sebelum jam operasional selesai, supervisor gudang wajib melakukan verifikasi silang antara coil yang keluar dengan jumlah koin yang masuk ke kotak return. Jika ada ketidaksesuaian, supervisor segera melakukan koreksi dan pencatatan.

#### 4. Rekomendasi *Layout* Gudang

Sebagai bagian dari sistem papan FIFO ini, rancangan *layout* gudang juga perlu disesuaikan. Selama ini, rak gudang dialokasikan per pelanggan, sehingga rak pelanggan dengan permintaan rendah menganggur / *idle* dan rak pelanggan yang *over demand* akan mengalami penumpukkan. Apabila rak telah *over capacity* perusahaan biasanya juga menyewa vendor gudang di luar perusahaan karena keterbatasan luas gudang perusahaan. Oleh sebab itu perlu dilakukan rekomendasi *layout* baru seperti:

- Menghapus alokasi rak per pelanggan.
- Rak bersifat *general use* dan *free joint* untuk semua pelanggan.
- Alokasi material berdasarkan urutan datang dan posisi kosong, bukan berdasarkan nama pelanggan.

Dengan demikian, rotasi material menjadi merata, dan penggunaan ruang gudang menjadi lebih efisien.

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Ketidakefisienan Sistem Distribusi Aktual

Berdasarkan data distribusi *coil* rak per pelanggan pada periode September 2024 hingga Maret 2025, ditemukan bahwa distribusi material *coil* di gudang PT. XYZ tidak merata antar rak. Rak A dan B secara konsisten menerima jumlah *coil* yang jauh melebihi kapasitas ideal rak perusahaan (200 *coil*), sedangkan rak lainnya masih memiliki ruang kosong. Kondisi ini diperkuat oleh hasil simulasi menggunakan FlexSim yang menunjukkan terjadinya penumpukan pada rak pelanggan tertentu, sementara rak lain *underutilized*. Ketimpangan distribusi tersebut menandakan tidak adanya sistem manajemen penyimpanan yang efisien, serta absennya standar pengambilan berbasis urutan FIFO, yang menyebabkan *coil* yang lebih lama tertinggal serta tertumpuk di belakang dan meningkatkan risiko kerusakan *rusty*.

Mengambil contoh simulasi gudang pada bulan September 2024 berdasarkan data distribusi per rak, terlihat hasil simulasi pada Gambar 4.1 bahwa pada beberapa rak seperti rak pelanggan A dan rak pelanggan B mengalami penumpukan. Sementara rak pelanggan lainnya masih memiliki ruang kosong yang tidak dapat dioptimalkan dengan baik, simulasi menunjukkan bahwa kondisi gudang perusahaan saat ini tidak memiliki sistem yang menjamin distribusi merata antar rak yang semakin memperkuat temuan dari analisis data historis. Tidak adanya sistem pengambilan berbasis urutan membuat *coil* yang lebih lama disimpan berisiko tidak segera terpakai dan akhirnya mengalami kerusakan, seperti *rusty*.

Selain berdampak pada kapasitas ruang, penumpukan material juga berkontribusi langsung terhadap kerugian finansial akibat mutu bahan baku yang menurun dan menyebabkan perusahaan harus membeli kembali material tersebut. Hal ini disebabkan *coil* yang tertinggal lama di rak tidak segera dipakai, dan akhirnya terpapar risiko korosi. Selain itu, apabila rak mengalami over capacity maka perusahaan menyewa vendor gudang di luar perusahaan yang menyebabkan biaya perusahaan membengkak. Penyebab utamanya adalah sistem rak yang dialokasikan berdasarkan pelanggan serta tidak adanya metode atau alat bantu dalam menentukan prioritas pengambilan material.

Dari hasil evaluasi ini dapat disimpulkan bahwa sistem distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di PT. XYZ belum berjalan secara efisien. Ketiadaan sistem FIFO, alokasi rak

tetap berdasarkan pelanggan, serta tidak adanya manajemen pergudangan yang baik menyebabkan rotasi material tidak optimal. Hal ini berdampak pada tingginya risiko kerusakan material, berkurangnya kualitas bahan baku, serta menurunnya efisiensi ruang gudang.

## 5.2 Analisis Akar Masalah

Identifikasi penyebab dari ketidakefisienan dilakukan menggunakan pendekatan *Fishbone Diagram* dan *5 Whys Analysis*. Hasil dari *Fishbone Diagram* secara garis besar menunjukkan bahwa permasalahan disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut:

- *Man*: Operator cenderung mengambil *coil* yang lebih dekat dan mudah diakses tanpa mempertimbangkan usia material.
- *Method*: Tidak tersedia SOP atau alat bantu yang mengatur pengambilan berbasis FIFO.
- *Material*: *Coil* yang terlalu lama disimpan memiliki risiko kerusakan karena tidak tahan dalam waktu lama.
- *Machine*: Rak tidak memiliki sistem pelabelan atau penanda usia *coil* secara fisik.
- *Measurement*: Tidak ada pencatatan manual/visual terhadap urutan kedatangan material.
- *Environment*: *Layout* gudang menyebabkan barang lama tertinggal di belakang dan tidak terjangkau.

Sementara itu, hasil dari *5 Whys Analysis* mengungkap bahwa akar permasalahan utama adalah tidak adanya sistem FIFO berbasis visual yang terstandarisasi guna mengatur pengambilan material berdasarkan urutan kedatangan. Hal ini menyebabkan *coil* lama tertinggal di belakang rak, dan pada akhirnya menyebabkan kerusakan. Kedua metode analisis ini mendukung bahwa perlu adanya intervensi sistematis berupa perancangan ulang sistem distribusi dengan pendekatan FIFO menggunakan alat bantu berbasis manajemen visual.

## 5.3 Evaluasi Rancangan Sistem Papan FIFO

Rancangan sistem FIFO berbasis papan tabung-koin menjadi solusi yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Papan ini dirancang sebagai alat bantu untuk memberikan panduan visual kepada operator dalam pengambilan *coil* berdasarkan urutan kedatangan, sehingga *coil* yang masuk terlebih dahulu akan digunakan terlebih dahulu. Skema ini memperjelas urutan dan mempermudah pengambilan tanpa memerlukan teknologi kompleks,

selaras dengan kondisi operasional manual di lapangan serta keterbatasan budget perusahaan untuk melakukan otomasi FIFO maupun sistem informasi digital.

Alur operasional sistem ini juga telah dirancang secara rinci, baik untuk proses material masuk maupun keluar. SOP disusun sesederhana untuk memastikan seluruh alur dapat dijalankan dengan konsisten, dimana sosialisasi dan pelatihan dapat dilakukan oleh internal perusahaan tanpa memerlukan pelatihan lembaga khusus. Koin sebagai penanda visual memuat informasi alamat rak *coil*, sehingga sistem FIFO berjalan dengan prinsip yang mudah dipahami oleh operator.

#### 5.4 Efektivitas Implementasi

Jika sistem ini diterapkan, maka beberapa perbaikan signifikan dapat diantisipasi, antara lain:

- a Peningkatan efisiensi ruang gudang, hal ini karena rak tidak lagi terbatas pada pelanggan tertentu, distribusi akan menyesuaikan ketersediaan rak kosong.
- b Rotasi material lebih baik karena sistem FIFO berjalan pada gudang dengan urutan pengambilan *coil* terdahulu yang telah diatur oleh alat bantu papan FIFO dan koin.
- c Penurunan risiko kerusakan material: Material lama lebih dulu digunakan, sehingga risiko *rusty* dapat ditekan.
- d Reduksi biaya operasional: Penurunan kerusakan bahan baku akan berdampak pada penghematan biaya dan meningkatkan profitabilitas perusahaan.
- e Desain papan FIFO bersifat murah, mudah diterapkan, serta tidak bergantung pada sistem informasi digital. Hal ini membuat solusi ini tepat diterapkan di perusahaan berskala menengah seperti PT. XYZ yang saat ini belum mengimplementasikan sistem manajemen gudang terintegrasi dan sama sekali belum menerapkan metode FIFO.

#### 5.5 Evaluasi Keberhasilan Sistem FIFO Manual

Implementasi sistem FIFO berbasis visual menggunakan papan tabung dan koin dirancang sebagai solusi manual yang sederhana namun efektif untuk meningkatkan efisiensi distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ. Evaluasi keberhasilan sistem ini dapat ditinjau dari tiga aspek utama: kinerja operasional gudang, mutu material, dan efisiensi biaya. Berikut adalah indikator keberhasilan dan simulasi estimasi dampak implementasi:

### 1. Pengurangan Material Rusak (*Rusty*)

Berdasarkan data historis perusahaan, kerugian akibat *coil* berkarat mencapai rata-rata Rp 17.200.000 per bulan. Dengan sistem FIFO berjalan efektif, material lama akan digunakan lebih dahulu sehingga potensi karat dapat ditekan signifikan dengan indikator:

- Sebelum implementasi: Rata-rata 86 *coil*/bulan rusak (data Sept 2024–Mar 2025).
- Setelah implementasi (asumsi target): Penurunan kerusakan hingga 70% dengan jumlah 25–30 *coil*/bulan.

Biaya penghematan sekitar Rp 12.000.000–13.000.000 per bulan.

### 2. Efisiensi Penggunaan Rak Gudang

Dengan dihapusnya sistem rak per pelanggan dan digantikan sistem *general use* FIFO, distribusi material menjadi merata. Rak yang sebelumnya *idle* dapat dimanfaatkan optimal. Dengan indikator sebagai berikut:

- Sebelum implementasi: 2 rak *overload* (>200 *coil*), 3 rak *idle* (<50% kapasitas).
- Setelah implementasi: Beban distribusi lebih merata antar rak, mengurangi kebutuhan ekspansi gudang.

### 3. Reduksi Biaya Vendor Gudang Eksternal

Saat *overload*, perusahaan menyewa gudang luar untuk menampung kelebihan material. Biaya sewa berkisar Rp 50.000.000 per bulan. Dengan evaluasi sebagai berikut:

- Sebelum implementasi: Penggunaan gudang eksternal aktif 3 bulan terakhir.
- Setelah implementasi: Gudang internal mampu menampung beban rata-rata, gudang luar tidak diperlukan.

Biaya penghematan sekitar Rp 50.000.000 per bulan.

### 4. Efisiensi Waktu Ambil *Coil*

Dengan sistem papan FIFO, operator hanya perlu melihat koin terbawah untuk menentukan *coil* yang harus diambil. Hal ini mempersingkat waktu pencarian dan pengambilan material.

- Sebelum implementasi: Rata-rata waktu ambil 10–15 menit per *coil*.
- Setelah implementasi: Waktu ambil dapat ditekan hingga 5–7 menit per *coil*.

Penghematan waktu kerja dengan efisiensi 30–40% dari total waktu ambil per hari.

#### 5. Kepatuhan dan Konsistensi Operasional

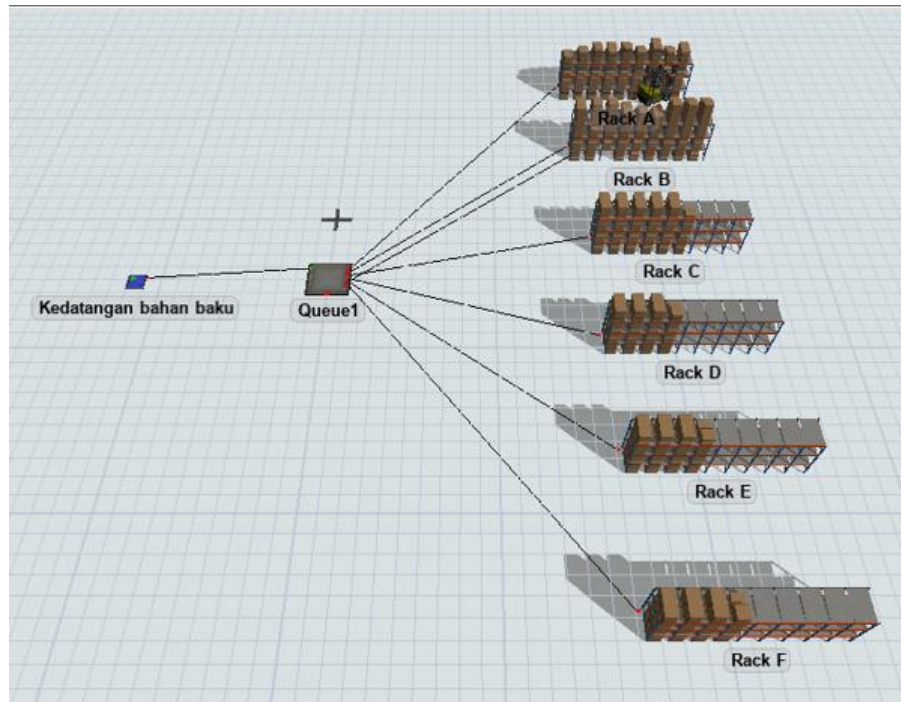
Sistem visual berbasis koin lebih mudah dipahami dan diawasi tanpa perlu sistem digital. SOP yang telah disusun juga menjamin bahwa operator menjalankan proses secara konsisten.

Sehingga penerapan sistem papan FIFO dengan biaya implementasi rendah dan pendekatan manual yang sesuai karakter gudang PT. XYZ, sistem ini mampu memberikan estimasi penghematan biaya operasional sekitar Rp 52 juta per bulan serta meningkatkan efisiensi gudang secara keseluruhan.

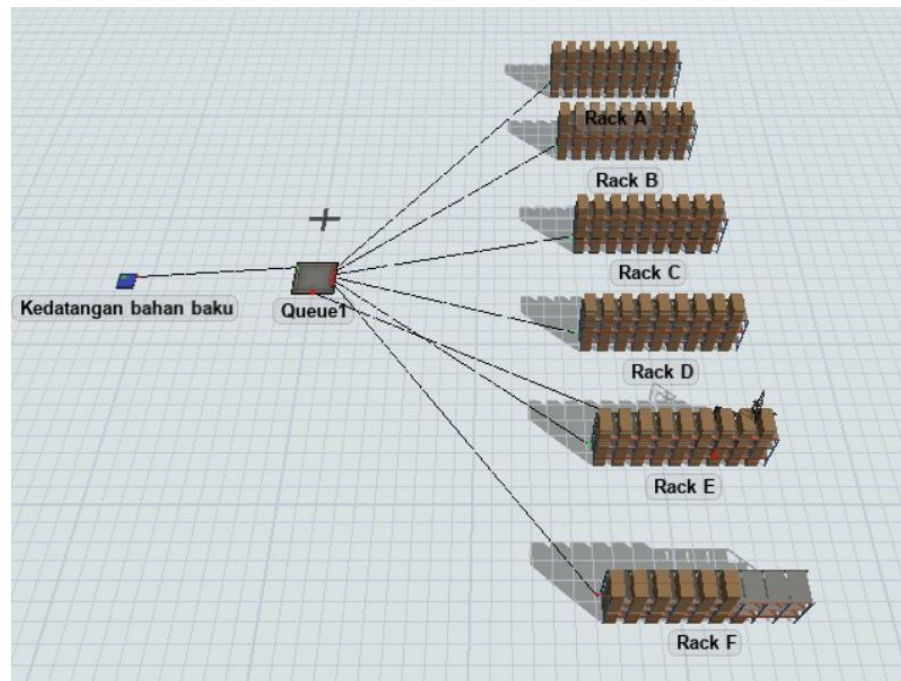
### 5.6 Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Sistem FIFO Manual

Analisis perbandingan dilakukan untuk melihat efektivitas rancangan sistem FIFO berbasis *visual management* terhadap kondisi distribusi material di gudang PT. XYZ. Sebelum penerapan sistem, distribusi *coil* masih menggunakan pola alokasi rak per pelanggan. Hal ini menyebabkan ketidakseimbangan kapasitas, di mana rak tertentu (seperti Rak A dan B) mengalami overload, sementara rak lain (Rak D, E, dan F) cenderung *underutilized* dan mengalami *idle*. Kondisi tersebut telah ditunjukkan pada sub-bab sebelumnya melalui hasil simulasi yang memperlihatkan adanya penumpukan material dan risiko material lama tertinggal.

Setelah penerapan sistem FIFO manual pada perusahaan, hasil simulasi menunjukkan adanya perubahan signifikan dalam distribusi material antar rak. Alokasi material tidak lagi terikat pada pelanggan tertentu, melainkan mengikuti prinsip urutan kedatangan (FIFO) dengan panduan papan tabung koin. Hal ini membuat penyimpanan *coil* lebih merata dan rotasi material berjalan sesuai prinsip FIFO. Hasil simulasi kondisi *before* ditunjukkan pada Gambar 5.1 dan kondisi *after* pada Gambar 5.2, di mana distribusi material pada rak menjadi lebih seimbang, tidak ada lagi rak yang mengalami overload berlebihan maupun rak yang kosong dalam jangka panjang.



Gambar 5. 1 Simulasi Gudang Sebelum



Gambar 5. 2 Simulasi Gudang Sesudah

Setelah dilakukan perancangan sistem manajemen FIFO manual, diperlukan analisis perbandingan kondisi gudang sebelum dan sesudah penerapan sistem. Perbandingan ini

bertujuan untuk menunjukkan sejauh mana usulan sistem mampu mengatasi permasalahan ketidakefisienan distribusi material dan rotasi persediaan dalam berbagai aspek terkait dalam gudang perusahaan. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5. 1 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Sistem FIFO Manual

| Aspek                       | Kondisi <i>Before</i><br>(Eksisting)                                                      | Kondisi <i>After</i><br>(Usulan FIFO)                                                      |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Distribusi antar rak</b> | Tidak merata, Rak A & B <i>overload</i> (>200 <i>coil</i> ), Rak D–F <i>underutilized</i> | Lebih merata, distribusi <i>coil</i> tersebar ke semua rak sesuai urutan kedatangan        |
| <b>Rotasi material</b>      | Tidak berjalan, <i>coil</i> lama tertinggal di belakang RAK                               | FIFO berjalan, <i>coil</i> lama lebih dulu keluar karena sistem papan FIFO                 |
| <b>Risiko kerusakan</b>     | Tinggi, <i>coil</i> berpotensi <i>rusty</i> karena terlalu lama tersimpan                 | Rendah, <i>coil</i> cepat berputar karena urutan jelas                                     |
| <b>Kapasitas gudang</b>     | Tidak efisien, beberapa rak <i>overload</i> sementara yang lain kosong                    | Lebih efisien, pemanfaatan rak seimbang tanpa penumpukan                                   |
| <b>Biaya tambahan</b>       | Tinggi, perusahaan perlu menyewa gudang eksternal bila <i>overcapacity</i>                | Berkurang, ruang internal lebih optimal sehingga mengurangi kebutuhan sewa gudang luar     |
| <b>Sistem pengendalian</b>  | Tidak ada alat bantu FIFO, hanya berdasarkan kebiasaan operator                           | Ada alat bantu visual (papan FIFO & koin) yang memandu operator dengan standar operasional |

Berdasarkan Tabel 5.1, dapat disimpulkan bahwa sistem FIFO Manual berbasis *Visual Management* mampu memberikan perubahan signifikan pada manajemen gudang PT. XYZ. Sebelum penerapan, distribusi *coil* tidak merata, rak tertentu mengalami *overload*, dan risiko kerusakan material *rusty* sangat tinggi. Namun setelah penerapan sistem, distribusi material menjadi lebih seimbang antar rak, rotasi material berjalan sesuai prinsip FIFO, dan pemanfaatan kapasitas gudang lebih optimal. Selain itu, perusahaan dapat mengurangi biaya tambahan akibat kebutuhan sewa gudang eksternal.

Berdasarkan hasil analisis perbandingan before dan after, penerapan sistem FIFO visual mampu memperbaiki distribusi *coil* antar rak menjadi lebih merata dan mengurangi risiko material lama menumpuk di bagian belakang. Selain itu, potensi kerugian akibat rusty dapat ditekan dan kebutuhan menyewa gudang eksternal juga berkurang. Dengan demikian, sistem FIFO manual ini dapat menjadi solusi praktis yang sesuai dengan kondisi aktual perusahaan dan mampu meningkatkan efisiensi operasional gudang.

## BAB VI

### KESIMPULAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan yang dilakukan dalam penelitian ini, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting distribusi dan penyimpanan bahan baku *coil* di gudang PT. XYZ masih belum efisien dan merata. Distribusi *coil* antar rak menunjukkan ketimpangan yang signifikan, di mana Rak A dan Rak B secara konsisten mengalami *overload* melebihi kapasitas maksimum, sementara rak lainnya *underload* / *idle*. Sistem penyimpanan saat ini menggunakan skema alokasi rak per pelanggan tanpa memperhatikan urutan kedatangan material, sehingga menyebabkan penumpukan *coil* lama dan menghambat rotasi FIFO.
2. Ketidakefisienan sistem distribusi dan penyimpanan disebabkan oleh beberapa faktor utama. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Fishbone Diagram* dan *5 Whys Analysis*, ditemukan bahwa tidak adanya sistem FIFO pada manajemen pergudangan. Pengambilan material oleh operator berdasarkan kemudahan jangkauan, serta ketiadaan SOP pengambilan material menjadi penyebab utama. Metode penyimpanan yang tidak fleksibel dan tidak terstandarisasi memperbesar risiko penumpukan *coil* lama dan terjadinya kerusakan material *rusty*.
3. Perancangan sistem manajemen FIFO berbasis visual (manual) telah dirumuskan sebagai solusi yang sesuai dengan kondisi aktual gudang PT. XYZ. Sistem ini dirancang menggunakan papan FIFO berisi tabung dan koin sebagai alat bantu visual untuk mengarahkan rotasi material berdasarkan urutan kedatangan. Sistem ini dilengkapi dengan SOP masuk dan keluar barang, serta rekomendasi layout gudang tanpa alokasi pelanggan tertentu. Pendekatan ini memungkinkan implementasi FIFO secara konsisten tanpa ketergantungan pada sistem digital dan mendukung distribusi material yang lebih merata antar rak.

#### 6.2 Saran

##### 6.2.1 Saran untuk Perusahaan

1. Evaluasi dan penyempurnaan SOP Secara berkala pada perusahaan, disarankan untuk menerapkan sistem manajemen FIFO berbasis visual secara menyeluruh dan

konsisten dalam operasional gudang bahan baku. Demi kelancaran implementasi, perusahaan perlu menyusun dan mengevaluasi Standar Operasional Prosedur (SOP) sistem FIFO secara berkala, termasuk pada proses kedatangan dan pengambilan material agar tidak terjadi penyimpangan pelaksanaan di lapangan.

2. Pelatihan dan sosialisasi untuk operator gudang, diperlukan pelatihan serta sosialisasi kepada seluruh operator dan tim terkait, agar seluruh alur kerja FIFO dapat dipahami dan diterapkan sesuai rancangan sistem visual yang telah dibuat.
3. Penyempurnaan Layout Gudang dengan saran untuk menghapus sistem alokasi rak per pelanggan dan mengubahnya menjadi rak fleksibel (*general use*) agar sistem FIFO dapat berjalan lebih optimal serta efisiensi penggunaan ruang gudang dapat tercapai.

#### **6.2.2 Saran Untuk Peneliti**

1. Penelitian lanjutan dapat mengembangkan sistem visual FIFO ke arah digitalisasi, seperti menggunakan barcode, QR code, atau sistem informasi digital yang disesuaikan dengan kesiapan teknologi perusahaan.
2. Mengintegrasikan metode perancangan layout gudang yang lebih optimal, misalnya dengan pendekatan slotting optimization atau metode lean I, agar pergerakan material semakin efisien.
3. Mengkaji pengaruh implementasi FIFO terhadap performa rantai pasok secara menyeluruh.

## DAFTAR PUSTAKA

- D. W., & Ningtiyas, L. M. W. (2022). Analisis Penyimpanan dan Penempatan Barang Pada PT Bintang Dagang Internasional (Haistar) Surabaya Dalam Mendukung Ketersediaan Barang di Era Pandemi. *Jurnal Ilmiah Administrasi Bisnis Dan Inovasi*, 6(2), 100–114. <https://doi.org/10.25139/jiabi.v6i2.5212>
- Agustin, T. T. (2022). Penerapan Metode Fifo (First in First Out) Dalam Pengendalian Persediaan Barang. *Jurnal Bisnis, Logistik Dan Supply Chain (BLOGCHAIN)*, 2(2), 92–102. <https://doi.org/10.55122/blogchain.v2i2.536>
- Amania, F. (2024). *Persaingan Antar Organisasi*. 2(7), 340–349. <https://doi.org/10.61722/jiem.v2i7.1934>
- Analysis, M., Mead, D., Hidayat, T., Triaananda, Z., Hendrick, W., & Kleiner, B. M. (2024). *Jurnal Inovasi Global Usulan Perancangan Sistem Kerja dengan Metode*. 2(2), 238–248.
- Andira, A., Runtuk, J. K., & Maukar, A. L. (2020). Studi Simulasi Sistem Pada Perusahaan Jasa Pengiriman Barang dan Ekspedisi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 145–152. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.3769.145-152>
- Asrozy, M. F., Hartami Santi, I., & Fanny Hebrasianto Permadi, D. (2022). Pengkombinasian Metode Fifo Dan Metode Fefo Pada Sistem Aplikasi Pengeluaran Stok Barang. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 59–66. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4282>
- Cherilya Alfara Natasya, Lilis Fitriyani, Putri Ayu Rukmini, Siti Santi, & Ujang Suherman. (2024). Analisis Manajemen Persediaan Bahan Baku Pada UMKM Rengginang Berlian Kriuk di Karawang. *Lokawati : Jurnal Penelitian Manajemen Dan Inovasi Riset*, 2(2), 188–196. <https://doi.org/10.61132/lokawati.v2i2.656>
- Classification, J. E. L. (2024). *Analisis biaya kualitas untuk mengurangi risiko produk cacat kantong persembahan pada Toko Buku Pustaka Mulia Manado Thezza Sthevany Helena Kountul*. <https://doi.org/10.58784/mbkk.255>
- Diah Eka Palupi. (2020). Sistem Informasi Akuntansi Persediaan Barang Dengan Metode FIFO. *Jurnal Mahasiswa STEKOM Semarang*, 1(4), 53.
- Edith, C., & Naomi, A. (2024). *Journal of Information Technologies and Communications Implementation of an inventory system through FIFO Implementación de un sistema de inventario por medio de PEPS Journal of Information Technologies and Communications Box I*. 1–11.
- Elektronika, J., & Komputer, D. (2023). Wirawan Salatiga Menggunakan Algoritma Fifo. *Jl. Trilomba Juang No 1 Semarang*, 16(1), 163–171. <https://journal.stekom.ac.id/index.php/elkompagel63>
- Erdil, E., & Haryanti, D. (2022). Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Di Pt Karawang Foods Lestari. *Ikraith-Ekonomika*, 6(1), 199–206. <https://doi.org/10.37817/ikraith-ekonomika.v6i1.2482>
- Fizziah Ummah, N., & Siyamto, Y. (2022). Efisiensi Dan Efektifitas Dengan Menggunakan

- Metode FIFO Dan FEFO Pada Obat Generik Tahun 2020-2021. *Jurnal Ilmiah Keuangan Akuntansi Bisnis*, 1(1), 39–50. <https://doi.org/10.53088/jikab.v1i1.15>
- Hadi, S. N., Khairawati, S., Manajemen, P., Stei, S., & Yogyakarta, H. (2020). Analisis Implementasi Manajemen Persediaan Bahan Baku Pada Industri Kuliner Dalam Perspektif Etika Bisnis Islam. *Bisnis: Performa*, 17(2), 57. <https://doi.org/10.29313/performa.v17i1.7265>
- Haslindah, Iriani, A. S., Ardi, M., & Zulkifli. (2020). Penerapan Manajemen Persediaan Dalam Mengantisipasi Kerugian Barang Dagangan Di Toko Mega Jilbab. *Journal Manajemen Dan Perbankan Syariah*, 2(November), 58–69.
- Ibrahim, Hindra Syahputra, Bambang Sugito, Muhammad Iqbal, & Rian Farta Wijaya. (2023). Optimizing Logistics System Monitoring with FIFO Method Using Intelligent System. *International Journal Of Computer Sciences and Mathematics Engineering*, 2(2), 276–280. <https://doi.org/10.61306/ijecom.v2i2.53>
- Khalid, S. M., & Ndolo, J. (2024). Effect of inventory control systems on supply chain performance at Kitui Flour Mills, Mombasa County. ... *Management [ISSN 2663-127X]*, 5, 327–343. <https://www.reviewedjournals.com/index.php/Business/article/view/220%0Ahttps://www.reviewedjournals.com/index.php/Business/article/download/220/200>
- Kurniawan, R., & Ali, A. (2020). Penerapan Metode Just in Time (JIT) Dalam Mengendalikan Persediaan Bahan Baku Pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Pt. Johan Sentosa Bangkinang. *Jurnal Riset Manajemen Indonesia*, 2(1), 11–19. <http://jurnal.pascabangkinang.ac.id/index.php/jrmi/article/view/15>
- Linoveka, I. R., Yuswita, E., & Pariasa, I. I. (2021). Optimalisasi Persediaan Bahan Baku Dalam Produksi Jamu Sinom Pada Po Rosyada, Gresik, Jawa Timur. *CENDEKIA: Jurnal Ilmu Pengetahuan*, 1(2), 15–20. <https://doi.org/10.51878/cendekia.v1i2.115>
- Makhmudah, S., Pratama, R. A., Kurnia, H., Zakaria, N. F., & Nurdin A S. (2022). Perancangan Sistem Kerja di Berbagai Industri Manufaktur: Kajian Literature Review. *Jurnal Teknik Industri*, 3(2), 83–92.
- Minggo, G., Tanaka, P., & Respati, H. (2021). Cost of Inventory Calculation Analysis Using The Fifo and Lifo Methods. *Journal of Business Management and Economic Research*, 5(4), 109–120. <https://doi.org/10.29226/TR1001.2021.270>
- Muenjitnoy, A., Intarapak, S., Kumklong, N., Thani, U., & Thani, U. (n.d.). 459 | *P a g e* The Utilizing Of The Fifo System For Analysing And Design Inventory Control Within A Community Enterprise Group. 459–465.
- Nurcahyawati, V., Riyondha Aprilian Brahmantyo, & Januar Wibowo. (2023). Manajemen Persediaan Menggunakan Metode Safety Stock dan Reorder Point. *Jurnal Sains Dan Informatika*, 9(April), 89–99. <https://doi.org/10.34128/jsi.v9i1.431>
- Pratama, C. R., & Wibowo, S. A. (2022). Optimalisasi Ruang Gudang dan Peningkatan Material Menggunakan Sistem OFO di PT XXX. *Jurnal Logistica*, 20(20), 7–14.
- Primadi, A., Tohir, M., & Asmoro, M. J. K. (2024). Analisis Strategi Manajemen Pergudangan pada Pengiriman Barang dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan. *Jurnal Siber*

*Transportasi Dan Logistik*, 2(1), 40–48.

- Rahman, A. A., & Noviyanti, N. (2022). Implementasi Metode Fifo Pada Sistem Informasi Persediaan Barang Dagang. *Jurnal Teknologi Informasi - LOGIN*, 2(1), 44–47. <http://jurnal.lpkia.ac.id/index.php/jti/article/view/387>
- Ramdasi, S., & Shinde, D. K. (2021). Effect of FIFO Strategy Implementation on Warehouse Inventory Management in The Furniture Manufacturing Industry Mechanical characterization of electrospun nanofiber hybrid composites View project Molecular Dynamic Simulation and FEM of Nanocomposites Vie. *Article in International Journal of Engineering Research*, 10(08), 179–183. [www.ijert.org](http://www.ijert.org)
- Ratnasari, I., & Nurdinah, D. (2022). Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode First In First Out (FIFO) pada Kafe Kopilaku Kota Bekasi. *Mahasiswa Bina Insani*, 6(2)(2), 73–82.
- Ridwansyah, Y. S., & Anggraeni<sup>3, 2</sup>; Erike. (2023). JIMEA | Jurnal Ilmiah MEA ( Manajemen , Ekonomi , dan Akuntansi ). *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, 5(3), 494–512.
- Riska, M., Anggraeni, P., Sanjaya, C. B., Informatika, T., Pasuruan, U. Y., Mobile, A., & Persediaan, M. (2024). Implementasi Metode First In First Out ( Fifo ) Pada Aplikasi Mobile Untuk Monitoring Persediaan Pada Gudang Toko Buah. 8(5), 10696–10703.
- Roziqin, Z., & Kusuma, A. P. (2021). Information System of Goods in and Out Using Fifo Method. *JOSAR (Journal of Students Academic Research)*, 6(1), 148–155. <https://doi.org/10.35457/josar.v6i1.1461>
- Sadiah, H. T., Purnama, D. H., & Ishlah, M. S. N. (2024). Implementation of the First In First Out (FIFO) Algorithm in the Sandal and Shoe Product Inventory (Stock) Application. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, 5(1), 31–39. <https://doi.org/10.46336/ijqrm.v5i1.552>
- Samuel, A. irfan, Jan, A. B. H., & Palandeng, I. D. (2023). Analisis Penerapan Manajemen Pergudangan Pada Gudang Pt Trakindo Utama Manado. *Jurnal EMBA : Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 11(4), 677–685. <https://doi.org/10.35794/emba.v11i4.51036>
- Sangadah, L., & Muntiah, N. S. (2021). Penerapan Perhitungan Persediaan Barang Dagang dengan Metode FIFO (Studi Kasus Pada Swalayan Surya Balong Ponorogo). *ASSET: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 4(2), 10–12. <https://doi.org/10.24269/asset.v4i2.4313>
- Saputro, E. A., Susanti, M. M., Winursito, Y. C., & Syaifullah, H. (n.d.). *Tibuana Journal of applied Industrial Engineering-University of PGRI AdiBuana e- ISSN 2622-2035 Analysis of Photocopy Service Queue System in “ Sustainable Photocopy ” Using The FIFO Queue Method Tibuana Journal of applied Industrial Engineering-Universi*. 98–103.
- Sibarani, H., & Alhazami, L. (2022). Analisis Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Pada Perusahaan Pt. Xyz. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Ekonomi*, 1(2), 094–113. <https://doi.org/10.55606/jurrie.v1i2.372>
- Siburian, A. N., & Anggrainie, N. (2022). Pengaruh Hedonic Shopping Motivation, Brand Image, Brand Ambassador, Diskon, Harga dan Sales Promotion terhadap Pembelian

- Implusif Pada e-Commerce Tiktok Shop Dimasa Pandemi Covid-19. *Jurnal Mirai Management*, 7(3), 176–191. <https://doi.org/10.37531/mirai.v7i3.2492>
- Soesilowati, S. (2021). Implementasi Visual Manajemen Terhadap Kegiatan Operasional dan Keamanan Laboratorium Biokimia. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 3(1), 8–13. <https://doi.org/10.14710/jplp.3.1.8-13>
- Umboh, W. W., Mananeke, L., & Palandeng, I. (2022). Pengaruh Kualitas Bahan Baku, Proses Produksi Dan Kualitas Tenaga Kerja Terhadap Kualitas Produk Pada Pt Cavron Global Lembean Effect of Raw Material Quality, Production Process and Labor Quality on Product Quality At Pt. Cavron Global Lembean. *407 Jurnal EMBA*, 10(2), 407–417.
- Wijaya, W., Aisyah, S., Nur, S., & Mardatila, F. (2024). Simulasi Sistem Dinamis Produksi Tape Ketan. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 8(1), 354. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2024.008.01.29>
- Yadav, A. S., Sharma, V., Agarwal, P., Swami, A., & Yadav, P. K. (2021). Pharmaceutical drug two-warehouse inventory model under FIFO dispatching policy using ant colony optimization for travelling salesman problem. *Linguistics and Culture Review*, 5(S2), 1148–1171. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v5ns2.1693>
- Zani, C. M., Brandalise, F. M. P., Pedó, B., Formoso, C. T., Tommelein, I. D., Ortiz-Marcos, I., Viana, D. D., Bataglin, F. S., & Koskela, L. (2025). Devising a taxonomy for visual management requirements by considering different purposes and contexts. *Construction Management and Economics*, 6193. <https://doi.org/10.1080/01446193.2025.2476396>

## LAMPIRAN

