Blend Sains
Jurnal Teknik
https://jurnal.ilmubersama.com/index.php/blendsains

Artikel Penelitian

Optimalisasi Slotting Area Sistem Free Location Berbasis Visual Control Board pada Warehouse PT XYZ

Kania Izazi Nur Kaltsum[*], *Eva Safariyani*

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 28 Agustus 2026
Revisi Akhir: 22 Oktober 2026
Diterbitkan *Online*: 31 Oktober 2026

KATA KUNCI

Double Handling
Free Location
Picking
Slotting Area
Visual Control Board

KORESPONDENSI (*)

E-mail: kaniaizazikink30@gmail.com

A B S T R A K

Sistem penyimpanan free location meningkatkan fleksibilitas penggunaan ruang, tetapi perubahan posisi pallet dapat memperpanjang pencarian produk dan memicu double handling. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi optimalisasi slotting area berbasis visual control board pada warehouse PT XYZ. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui observasi, pengukuran waktu dengan stopwatch, dokumentasi, dan perbandingan kondisi sebelum serta sesudah perbaikan. Pengamatan berlangsung pada 6 Januari sampai 6 Februari 2026 terhadap 21 jenis produk shell core, empat baris penyimpanan, dengan 12 pengamatan pallet atas dan 12 pengamatan pallet bawah pada setiap kondisi. Perbaikan mengintegrasikan pengodean lokasi, koin penanda berwarna, penataan slot, dan prosedur No Board, No Move. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata waktu picking menurun dari 30 menjadi 25 detik per pallet atau sebesar 16,67%. Waktu identifikasi lokasi turun dari 10 menjadi 5 detik. Frekuensi double handling berkurang dari lima menjadi dua kejadian atau sebesar 60%. Secara observasional, papan visual mendukung keterlacakan posisi dan pelaksanaan FIFO. Hasil terbatas pada sampel yang diamati; catatan pengukuran mentah dan kelompok kontrol tidak tersedia. SOP No Board, No Move dirumuskan sebagai rekomendasi teknis yang perlu diuji.

PENDAHULUAN

Gudang berperan sebagai simpul yang menghubungkan produksi, pengendalian persediaan, dan distribusi. Kinerja gudang tidak cukup dinilai dari banyaknya barang yang dapat ditampung. Ketepatan lokasi, kecepatan pengambilan, keteraturan arus material, dan kesesuaian informasi persediaan juga menentukan kelancaran pelayanan. Penerapan sistem manajemen pergudangan yang tepat membantu perusahaan mengendalikan atribut fisik gudang serta menjaga kesinambungan operasional [1]. Oleh sebab itu, perbaikan tata letak perlu berjalan bersama prosedur kerja yang mudah dipahami operator [2].

PT XYZ memproduksi shell core untuk industri pengecoran komponen otomotif. Kenaikan permintaan dan variasi produk mendorong perusahaan mengubah penyimpanan dari fix location menjadi free location. Berbeda dari lokasi tetap, free location memungkinkan pallet ditempatkan pada slot yang tersedia. Kebijakan tersebut memberikan fleksibilitas, tetapi menimbulkan kebutuhan baru berupa keterlacakan posisi aktual setiap produk. Jika informasi lokasi tidak diperbarui, operator harus mencari barang secara langsung dan melakukan perpindahan yang sebenarnya dapat dihindari.

Area yang diteliti menampung 21 jenis produk dalam empat baris penyimpanan berkode A, B, C, dan D. Setiap baris memiliki 12 slot horizontal dengan kapasitas maksimal dua tingkat. Satu pallet memuat satu lot yang terdiri atas delapan boks. Konfigurasi ini membuat stok lama berisiko tertutup oleh stok baru. Saat pallet target berada pada tingkat bawah,

https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2004 Attribution-ShareAlike 4.0 International Some rights reserved

operator dapat memindahkan pallet di atasnya terlebih dahulu. Perpindahan tambahan tersebut menambah waktu picking dan memunculkan pemborosan double handling.

Penelitian mengenai slotting menunjukkan bahwa alokasi lokasi harus mempertimbangkan karakteristik produk, tata letak, peralatan penanganan, serta kebutuhan permintaan [3]. Kajian lain menegaskan bahwa kebijakan penempatan yang sesuai dapat memperbaiki efisiensi order picking [4]. Namun, sebagian pendekatan menitikberatkan pada model optimasi dan dukungan komputasi. Pada gudang yang masih mengandalkan koordinasi lapangan, perbaikan sederhana berupa pengodean lokasi dan papan visual dapat menjadi pilihan yang lebih mudah diterapkan.

Permasalahan utama penelitian ini ialah bagaimana mengintegrasikan penataan slot, informasi posisi pallet, dan kedisiplinan pencatatan pada sistem free location. Penelitian bertujuan menganalisis kondisi aktual gudang, membandingkan waktu picking sebelum dan sesudah perbaikan, mengukur perubahan frekuensi double handling, serta mengevaluasi penerapan visual control board dengan prosedur “No Board, No Move”. Kontribusi praktis penelitian terletak pada penggunaan data time study dan papan kontrol manual untuk memperbaiki keterlacakan tanpa menambah kerumitan operasional.

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Pergudangan dan Sistem Free Location

Manajemen pergudangan mengatur penerimaan, penyimpanan, pengambilan, pengendalian stok, dan pengeluaran barang. Setiap kegiatan memerlukan hubungan yang jelas antara kondisi fisik produk dan informasi lokasinya. Sistem yang efektif tidak hanya menghindari selisih persediaan, tetapi juga memperpendek pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah. Penataan ulang lokasi dan penyusunan standar operasional merupakan unsur penting dalam perbaikan sistem pergudangan karena keduanya menentukan konsistensi penanganan material [2].

Free location merupakan kebijakan penyimpanan yang menempatkan barang pada slot kosong yang tersedia ketika produk datang. Kebijakan ini berbeda dari dedicated storage yang menetapkan lokasi khusus bagi setiap jenis produk. Keunggulan free location terletak pada pemanfaatan ruang yang lebih adaptif terhadap perubahan komposisi persediaan. Akan tetapi, fleksibilitas tersebut menuntut mekanisme identifikasi posisi yang disiplin. Studi perbandingan kebijakan penyimpanan menunjukkan bahwa karakteristik tata letak dan indikator kinerja harus menjadi dasar pemilihan metode penempatan [12].

Optimalisasi Slotting dan Order Picking

Slotting adalah penempatan produk pada lokasi tertentu dengan mempertimbangkan kemudahan akses, karakteristik barang, dan kebutuhan pengambilan. Alokasi yang tepat dapat menurunkan jarak perjalanan, waktu pencarian, dan risiko hambatan fisik. Duque-Jaramillo dkk. mengintegrasikan variabel fisik stock keeping unit, desain gudang, peralatan penanganan, dan permintaan dalam pendekatan sorting-based slotting [3]. Hasil kajian tersebut menempatkan pemilihan slot sebagai keputusan operasional yang berhubungan langsung dengan efisiensi picking.

Penempatan produk pada beberapa tingkat juga memengaruhi keterjangkauan pallet. Viveros dkk. menunjukkan bahwa pengaturan lokasi bertingkat perlu mempertimbangkan akses terhadap posisi penyimpanan agar waktu perjalanan dan aktivitas pengambilan dapat ditekan [5]. Dalam gudang tanpa rak dengan tumpukan maksimal dua tingkat, perbedaan akses antara pallet atas dan bawah menjadi sumber variasi waktu. Karena itu, evaluasi slotting perlu membaca hubungan antara posisi fisik, urutan keluarnya produk, dan kebutuhan perpindahan tambahan.

Visual Control, FIFO, dan Lean Warehousing

Visual control menyampaikan informasi operasional melalui media yang dapat dipahami langsung di area kerja. Pada penelitian ini, media tersebut berupa papan kontrol yang memuat nama produk, kode slot, dan koin berwarna. Koin merah menunjukkan pallet pada tingkat atas, sedangkan koin biru menunjukkan pallet pada tingkat bawah. Pembaruan posisi dilakukan setiap kali barang masuk, dipindahkan, atau keluar. Dengan demikian, papan visual menjembatani perubahan lokasi fisik dan kebutuhan operator untuk memperoleh informasi secara cepat.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2004

Prinsip First In, First Out (FIFO) mengutamakan pengeluaran barang yang lebih dahulu masuk. Penerapan FIFO membantu menjaga keteraturan rotasi dan mencegah persediaan lama tertahan [9], [10]. Walaupun sebuah sistem informasi digital dapat mencatat pergerakan secara otomatis, ketepatan FIFO tetap bergantung pada kebenaran data dan kedisiplinan prosedur [13]. Pada gudang free location, pengodean slot dan papan visual menjadi alat untuk menemukan posisi produk sekaligus mengenali akses terhadap stok yang perlu diprioritaskan.

Lean warehousing berfokus pada pengurangan aktivitas yang tidak menambah nilai, termasuk pencarian yang berulang, perjalanan yang tidak perlu, dan pemindahan ulang barang [6], [11]. Rahman dan Kirby menunjukkan bahwa standardisasi proses, optimasi tata letak, dan pengendalian aliran dapat mendukung perbaikan operasi gudang [7]. Dalam konteks ini, double handling dipahami sebagai perpindahan tambahan yang terjadi sebelum pallet target dapat diambil. Indikator tersebut relevan karena menghubungkan pemborosan fisik dengan kelemahan informasi lokasi.
Kerangka delapan pemborosan Lean mencakup defects, overproduction, waiting, non-utilized talent, transportation, inventory, motion, dan extra processing. Kerangka tersebut memperluas tujuh pemborosan awal dengan menambahkan pemanfaatan kemampuan karyawan yang belum optimal [16]. Penelitian ini berfokus pada pencarian lokasi dan perpindahan tambahan; tidak seluruh jenis pemborosan diukur.

Double handling dalam penelitian ini terutama termasuk transportation waste karena pallet atau material dipindahkan kembali tanpa langsung memenuhi kebutuhan pengeluaran. Pencarian kode, berjalan untuk memastikan lokasi, dan gerakan operator yang dapat dihindari termasuk motion waste. Pembedaan tersebut mengikuti objek aktivitas: transportation berkaitan dengan perpindahan barang, sedangkan motion berkaitan dengan gerakan operator [17]. Satu transaksi dapat memuat keduanya, tetapi frekuensi double handling tetap dihitung sebagai jumlah perpindahan pallet tambahan agar tidak terjadi penghitungan ganda.

Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian

Tabel 1 membandingkan tiga penelitian mengenai slotting dan perbaikan proses gudang. Perbandingan difokuskan pada pendekatan, temuan yang relevan, dan posisi penelitian ini. Penelitian pembanding tidak semuanya menggunakan papan koin; relevansinya terletak pada alokasi lokasi, pengendalian aliran, dan pengurangan aktivitas tanpa nilai tambah.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Posisi Penelitian

Penelitian	Pendekatan	Temuan relevan	Posisi penelitian ini
Duque-Jaramillo dkk. (2024) [3]	Pemrograman bilangan bulat, klasifikasi SKU, dan simulasi data historis.	Klasifikasi ABC dan urutan alokasi lokasi memberi hasil waktu slotting terbaik pada kasus yang diuji.	Menilai perbaikan informasi lokasi manual pada free location, tanpa mencari solusi alokasi matematis.
Rahman dan Kirby (2024) [7]	Integrasi alat Lean pada operasi gudang e-commerce, termasuk 5S.	Penataan proses dan pengelolaan pallet mendukung perbaikan aliran kerja.	Memusatkan pengendalian visual pada kode slot, koin, dan aturan pembaruan setiap perpindahan.
Fares dkk. (2026) [8]	Kerangka Lean untuk picking dan packing manual serta evaluasi kasus.	Pengurangan aktivitas tanpa nilai tambah berkaitan dengan peningkatan efisiensi picking dan packing pada kasusnya.	Membandingkan waktu picking menurut posisi atas/bawah dan frekuensi perpindahan tambahan.

Sumber: Sintesis penulis dari [3], [7], dan [8]. Perbedaan pendekatan merupakan interpretasi penulis.

Kontribusi spesifik penelitian ini adalah integrasi kode baris dan tingkat, koin penanda, serta aturan No Board, No Move pada penyimpanan bebas dua tingkat. Evaluasi membedakan waktu picking dan double handling serta membatasi penafsiran FIFO pada pengamatan kualitatif. Kontribusi tersebut bersifat kontekstual; kajian ini tidak membuktikan kebaruan universal atau keunggulan terhadap seluruh sistem slotting dan teknologi digital.

METODOLOGI

Rancangan, Lokasi, dan Objek Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan rancangan perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan. Pengamatan berlangsung di warehouse PT XYZ, Karawang, pada 6 Januari sampai 6 Februari 2026. Objek penelitian mencakup 21 jenis produk shell core yang disimpan dalam pallet. Satu pallet berisi satu lot atau delapan boks. Area observasi terdiri atas empat baris, masing-masing dengan 12 posisi horizontal dan dua tingkat penumpukan.

Unit pengamatan waktu picking adalah satu siklus pengambilan pallet. Data rinci mencakup 12 observasi pallet tingkat atas dan 12 observasi pallet tingkat bawah untuk kondisi awal, kemudian 12 observasi pada masing-masing tingkat setelah perbaikan. Dengan demikian, terdapat 24 siklus pada setiap kondisi. Frekuensi double handling dihitung berdasarkan lima aktivitas pengambilan produk yang tercatat sebelum dan lima aktivitas setelah perbaikan. Hasil ini diperlakukan sebagai temuan studi kasus, bukan estimasi populasi yang dapat digeneralisasi tanpa pengujian lanjutan.

Pengumpulan Data dan Indikator

Data primer diperoleh melalui observasi langsung, pengukuran menggunakan stopwatch, dan dokumentasi kondisi area penyimpanan. Setiap siklus picking dibagi menjadi empat elemen, yaitu identifikasi lokasi pada papan kontrol, perjalanan menuju pallet, pengambilan pallet, dan pemindahan pallet menuju area pengeluaran. Data sekunder berasal dari tata letak gudang, identitas jenis produk, serta prosedur operasional perusahaan. Penggunaan beberapa sumber memungkinkan pemeriksaan silang antara catatan waktu, posisi aktual barang, dan status koin pada papan kontrol.

Indikator utama penelitian meliputi rata-rata waktu picking, waktu identifikasi lokasi, dan frekuensi double handling. Evaluasi papan visual dilakukan secara observasional melalui kemudahan pembacaan kode, kesesuaian posisi koin dengan kondisi fisik, dan penerapan prosedur “No Board, No Move”. Penelitian tidak menghitung persentase kepatuhan FIFO, biaya penghematan dalam rupiah, atau uji signifikansi statistik karena data yang tersedia tidak memadai untuk menyusun ukuran tersebut secara sah.

Tabel 2. Variabel, sumber data, dan cara pengukuran

Indikator	Data yang diamati	Pengukuran
Waktu picking	12 posisi atas dan 12 posisi bawah per kondisi	Stopwatch; detik/pallet
Identifikasi lokasi	Waktu membaca lokasi pada papan kontrol	Stopwatch; detik
Double handling	Lima aktivitas pengambilan per kondisi	Jumlah perpindahan tambahan
Papan kontrol/FIFO	Status koin, kode slot, dan urutan kerja	Observasi kualitatif

Sumber: data observasi PT XYZ, 2026.

Pengolahan Data dan Tahapan Perbaikan

Rata-rata waktu picking dihitung dengan membagi jumlah waktu seluruh pengamatan dengan banyaknya siklus. Frekuensi double handling diperoleh melalui penjumlahan seluruh perpindahan tambahan yang terjadi selama aktivitas pengambilan. Persentase penurunan dihitung dari selisih nilai sebelum dan sesudah dibagi dengan nilai sebelum perbaikan. Ketiga persamaan yang digunakan dituliskan sebagai berikut.

$$\bar{t} = \Sigma t_i / n \quad (1)$$

$$DH = \Sigma f_i \quad (2)$$

$$\text{Penurunan} = ((X \text{ sebelum} - X \text{ sesudah}) / X \text{ sebelum}) \times 100\% \quad (3)$$

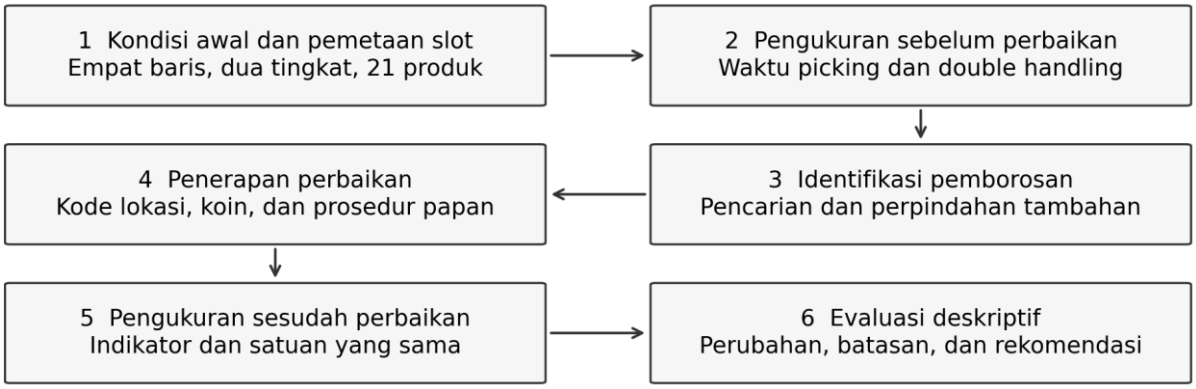
Keterangan: $\bar{t}$ adalah rata-rata waktu picking; t_i adalah waktu pada pengamatan ke-i; n adalah jumlah pengamatan; DH adalah total double handling; dan f_i adalah frekuensi perpindahan tambahan pada aktivitas ke-i. Tahapan penelitian mencakup observasi kondisi awal, pemetaan slot, pengukuran waktu, identifikasi pemborosan, penerapan papan visual dan prosedur kerja, serta evaluasi sesudah perbaikan.

Batasan Masalah

Analisis dibatasi pada data yang tercantum dalam naskah: 24 siklus picking per kondisi dan lima aktivitas double handling per kondisi. Berkas sumber pengukuran terpisah, tanggal setiap siklus, identitas operator, urutan pengambilan sampel, dan rincian kondisi beban kerja tidak disertakan. Karena itu, penelusuran data mentah dan pengendalian pengaruh operator, periode, atau volume pekerjaan belum dapat dilakukan. Hasil dilaporkan secara deskriptif pada sampel, tanpa pengujian kausal, klaim produktivitas harian, atau perhitungan penghematan finansial.

Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menyajikan urutan penelitian, mulai dari pemetaan kondisi awal hingga evaluasi sesudah perbaikan. Indikator sebelum dan sesudah menggunakan satuan yang sama. Batasan bukti pengukuran tetap dipertimbangkan dalam penarikan kesimpulan.



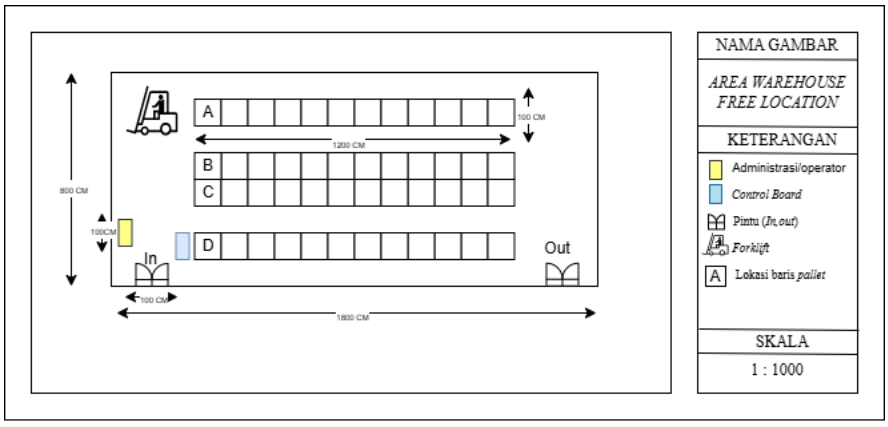
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Sumber: Disusun penulis berdasarkan tahapan penelitian dalam naskah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Aktual Area Penyimpanan

Warehouse menyimpan shell core dalam empat baris berkode A, B, C, dan D. Setiap baris memiliki 12 posisi horizontal serta dua tingkat penyimpanan. Kapasitas nominalnya mencapai 24 pallet per baris atau 96 pallet untuk seluruh area. Satu pallet memuat satu lot berisi delapan boks. Angka 96 pallet merupakan kapasitas geometris berdasarkan susunan 4 × 12 × 2, bukan jumlah stok aktual maupun tingkat utilisasi. Dokumen sumber tidak menyediakan data keterisian harian sehingga penelitian tidak menyatakan persentase utilisasi ruang.



Gambar 2. Layout Area Free Location dengan Empat Baris Penyimpanan

Karakteristik area tersebut memberi keuntungan berupa fleksibilitas penempatan ketika produk datang dengan jenis dan jumlah berbeda. Operator dapat memakai slot kosong tanpa harus menunggu lokasi khusus untuk setiap kode produk. Namun, perubahan posisi yang cepat juga memperbesar ketergantungan pada kualitas informasi lokasi. Jika papan kontrol

tidak diperbarui pada saat perpindahan terjadi, operator harus memeriksa area secara langsung. Ketidaksinkronan ini menggeser beban pencarian dari sistem ke pengalaman individu operator.

Pallet disusun maksimal dua tingkat secara vertikal. Konsekuensinya, akses ke tingkat bawah dapat tertutup oleh pallet pada tingkat atas. Kondisi ini tidak selalu menimbulkan masalah, tetapi menjadi hambatan ketika pallet bawah harus dikeluarkan lebih dahulu untuk memenuhi urutan FIFO. Operator kemudian perlu memindahkan pallet penghalang sebelum mengambil barang target. Dalam perspektif lean, perpindahan penghalang tersebut merupakan aktivitas non-value-added karena tidak mengubah produk dan tidak secara langsung memenuhi kebutuhan pengiriman [6], [11].

Tabel 3. Karakteristik area penyimpanan shell core

Komponen	Kondisi aktual	Implikasi operasional
Jenis produk	21 jenis shell core	Lokasi harus mudah ditelusuri
Baris penyimpanan	A, B, C, dan D	Identifikasi berdasarkan kode baris
Slot tiap baris	12 posisi horizontal	Penempatan mengikuti slot tersedia
Tingkat penumpukan	Maksimal 2 tingkat	Pallet bawah dapat terhalang
Kapasitas nominal	4 × 12 × 2 = 96 pallet	Kapasitas geometris, bukan stok aktual
Muatan tiap pallet	1 lot = 8 boks	Satuan penanganan menggunakan pallet

Sumber: data observasi PT XYZ, 2026.

Pengodean Lokasi dan Mekanisme Visual Control Board

Papan kontrol ditempatkan di dekat baris D agar operator dapat melihat daftar 21 jenis produk dan posisi penyimpanannya. Kode lokasi terdiri atas huruf baris, penanda tingkat, serta nomor slot. Contohnya, A.B1 menunjukkan baris A, posisi bawah, slot pertama; A.A1 menunjukkan baris A, posisi atas, slot pertama. Pola yang sama digunakan untuk baris B, C, dan D. Kombinasi kode tersebut menyederhanakan pembacaan lokasi tanpa membutuhkan terminal digital di setiap titik penyimpanan.



Gambar 3. Visual Control Board dan Terminal Koin Penanda Lokasi Pallet

Koin berwarna menjadi penghubung antara daftar produk dan status slot. Koin merah menandai pallet tingkat atas, sedangkan koin biru menandai pallet tingkat bawah. Ketika pallet datang dari produksi, operator memilih slot kosong, menempatkan barang, lalu memindahkan koin ke posisi yang sesuai. Ketika pallet diambil, operator memeriksa papan terlebih dahulu, menuju slot yang ditunjukkan, dan mengembalikan status posisi menjadi kosong. Dengan demikian, papan tidak hanya menunjukkan keberadaan produk tetapi juga mendukung pengendalian kapasitas yang tersedia.

Prosedur “No Board, No Move” menetapkan bahwa perpindahan fisik barang harus disertai pembaruan papan. Aturan tersebut mengatasi kelemahan utama sistem manual, yaitu kemungkinan informasi tertinggal dari pergerakan aktual. Urutan kerja dimulai dengan pengecekan kode produk dan posisi pallet, dilanjutkan verifikasi slot, perpindahan fisik, serta pembaruan koin. Bila operator tidak memperbarui papan, proses berikutnya berisiko menggunakan informasi yang salah. Oleh karena itu, kedisiplinan pembaruan merupakan bagian dari intervensi, bukan pelengkap administratif.

Pengendalian visual tidak menggantikan prinsip FIFO. Papan hanya menyediakan keterlihatan posisi yang membantu operator menelusuri pallet yang harus diprioritaskan. Pemilihan barang tetap memerlukan informasi urutan kedatangan dan koordinasi dengan aktivitas inbound. Oleh sebab itu, penelitian menyatakan bahwa sistem mendukung penerapan FIFO secara operasional, tetapi tidak menghitung tingkat kepatuhan FIFO secara numerik. Pembatasan ini penting agar kesimpulan tidak melampaui data observasi yang tersedia [9], [10].

Tabel 4. Struktur Kode dan Penanda Visual Lokasi Penyimpanan

Komponen	Penanda	Makna operasional	Contoh
Baris	A, B, C, D	Zona/baris penyimpanan	A
Tingkat bawah	B; koin biru	Pallet pada posisi bawah	A.B1
Tingkat atas	A; koin merah	Pallet pada posisi atas	A.A1
Nomor slot	1 sampai 12	Urutan posisi horizontal	C.B12
Status kosong	Koin dikembalikan	Slot siap digunakan kembali	Slot tersedia

Sumber: data observasi PT XYZ, 2026.

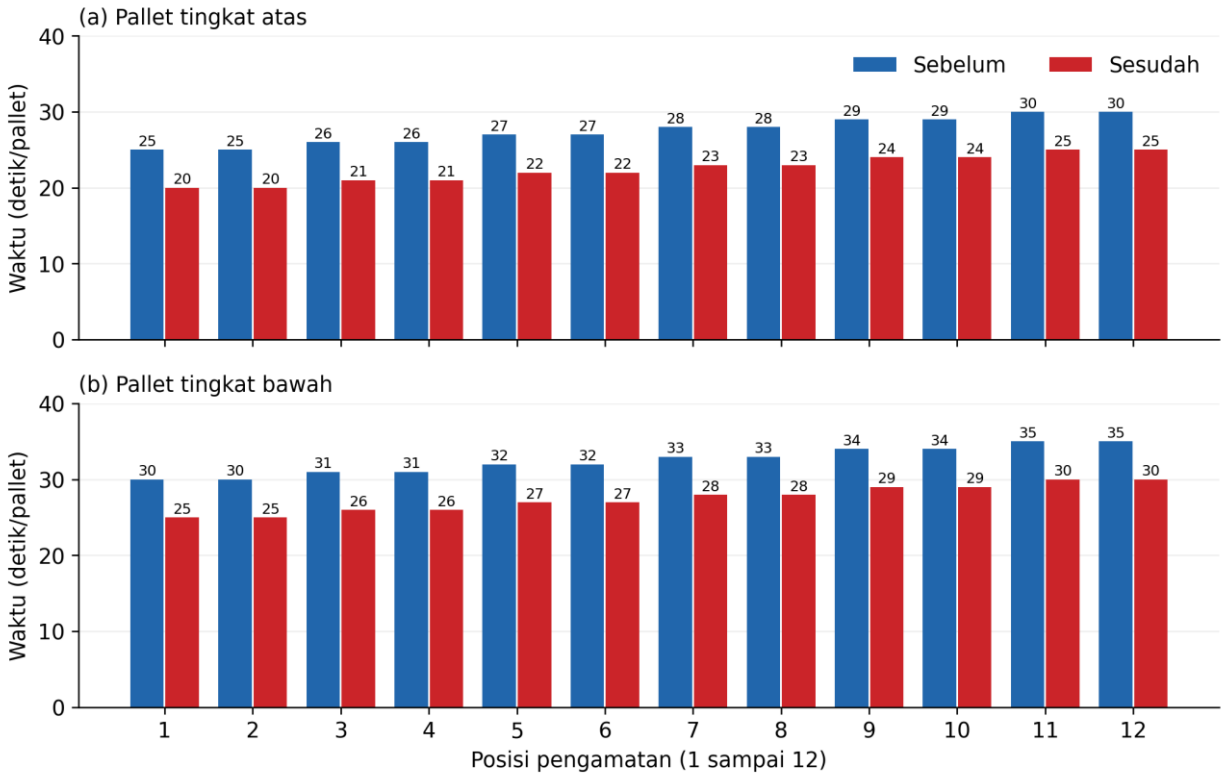
Analisis Waktu Picking Sebelum Perbaikan

Kondisi awal diukur melalui 12 pengamatan pallet tingkat atas dan 12 pengamatan pallet tingkat bawah. Waktu picking pallet atas berada pada rentang 25 sampai 30 detik, sedangkan pallet bawah berada pada rentang 30 sampai 35 detik. Jumlah waktu untuk 12 siklus tingkat atas mencapai 330 detik, menghasilkan rata-rata 27,5 detik. Pada tingkat bawah, total waktu mencapai 390 detik dengan rata-rata 32,5 detik. Rata-rata gabungan dari 24 siklus adalah 720/24 atau 30 detik per pallet.

Tabel 5. Waktu Picking Tiap Posisi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Posisi	Atas sebelum	Bawah sebelum	Atas sesudah	Bawah sesudah
1	25	30	20	25
2	25	30	20	25
3	26	31	21	26
4	26	31	21	26
5	27	32	22	27
6	27	32	22	27
7	28	33	23	28
8	28	33	23	28
9	29	34	24	29
10	29	34	24	29
11	30	35	25	30
12	30	35	25	30
Rata-rata	**27,5 detik**	**32,5 detik**	**22,5 detik**	**27,5 detik**

Sumber: data observasi PT XYZ, 2026.



Gambar 4. Waktu Picking Sebelum dan Sesudah pada Setiap Posisi Pengamatan
Sumber: Diolah dari Tabel 5. Biru menunjukkan sebelum dan merah menunjukkan sesudah perbaikan.

Perbedaan rata-rata 5 detik antara tingkat atas dan bawah berasal dari elemen pengambilan pallet. Dokumen pengamatan menunjukkan bahwa identifikasi lokasi memerlukan 10 detik pada kedua tingkat. Waktu perjalanan menuju posisi bervariasi antara 5 dan 10 detik karena nomor slot berbeda. Pengambilan pallet atas memerlukan 5 detik, sedangkan pallet bawah memerlukan 10 detik. Pemindahan menuju area pengeluaran memerlukan 5 detik. Pola tersebut memperlihatkan bahwa posisi vertikal dan kejelasan lokasi sama-sama menentukan waktu siklus.

Variasi perjalanan yang mengikuti nomor slot tidak dapat dihilangkan sepenuhnya tanpa mengubah layout. Sebaliknya, waktu identifikasi lokasi merupakan elemen yang relatif dapat dikendalikan melalui disiplin papan visual. Pemisahan elemen kerja ini penting karena menunjukkan sumber perbaikan secara lebih jelas daripada sekadar membandingkan rata-rata total. Temuan tersebut sejalan dengan kajian slotting yang menempatkan akses lokasi dan konfigurasi penyimpanan sebagai penentu kinerja picking [3], [5].

Perubahan Waktu Picking Setelah Perbaikan

Setelah penerapan penataan slot dan pembaruan visual control board, waktu identifikasi lokasi berkurang dari 10 menjadi 5 detik. Elemen perjalanan, pengambilan fisik, dan pemindahan ke area pengeluaran tetap mengikuti kondisi masing-masing slot. Tabel pengamatan menunjukkan selisih seragam sebesar 5 detik pada seluruh posisi. Nilai pallet atas berubah menjadi 20, 20, 21, 21, 22, 22, 23, 23, 24, 24, 25, dan 25 detik. Totalnya 270 detik dengan rata-rata 22,5 detik.

Pada tingkat bawah, waktu sesudah perbaikan menjadi 25, 25, 26, 26, 27, 27, 28, 28, 29, 29, 30, dan 30 detik. Total waktu sebesar 330 detik menghasilkan rata-rata 27,5 detik. Jika kedua tingkat digabungkan, total 24 pengamatan mencapai 600 detik. Rata-rata gabungan sesudah perbaikan adalah 600/24 atau 25 detik per pallet. Penurunan absolut sebesar 5 detik menunjukkan bahwa manfaat utama intervensi berasal dari keterlihatan informasi, sementara keterbatasan akses vertikal belum sepenuhnya berubah.

Perhitungan persentase penurunan adalah $((30 - 25)/30) \times 100\% = 16{,}67\%$. Dari 24 siklus yang diamati, waktu total turun dari 720 menjadi 600 detik sehingga terdapat penghematan 120 detik pada kumpulan observasi tersebut. Angka ini tidak boleh ditafsirkan sebagai penghematan per hari karena dokumen sumber tidak menyajikan jumlah picking harian. Demikian pula, penelitian tidak mengubah penghematan waktu menjadi rupiah karena tarif tenaga kerja, biaya forklift, dan volume aktivitas tidak tersedia.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2004

Pola selisih 5 detik pada seluruh pasangan data sama dengan perubahan elemen identifikasi lokasi. Naskah belum menyertakan catatan stopwatch mentah untuk memastikan apakah setiap nilai berasal dari pengukuran siklus independen atau penjumlahan elemen waktu. Oleh sebab itu, grafik menampilkan pola pada tabel yang tersedia, sedangkan replikasi pengukuran tetap diperlukan untuk menilai variasi aktual dan keberlanjutan perubahan.

Secara teoritis, waktu siklus yang lebih pendek meningkatkan kapasitas proses apabila kondisi lain tetap. Rasio sederhana 30/25 menunjukkan bahwa kapasitas teoritis per satuan waktu dapat meningkat sekitar 20%. Namun, angka tersebut bukan pengukuran produktivitas aktual, karena produktivitas nyata dipengaruhi antrean, variasi permintaan, waktu tunggu, dan ketersediaan operator. Oleh sebab itu, hasil utama tetap dilaporkan sebagai penurunan waktu picking sebesar 16,67%, sedangkan perubahan kapasitas hanya dipahami sebagai implikasi teoritis yang perlu diuji lebih lanjut.

Tabel 6. Perbandingan Elemen Rata-rata Waktu Picking

Elemen aktivitas	Sebelum	Sesudah	Keterangan
Identifikasi lokasi	10 detik	5 detik	Turun 5 detik
Perjalanan ke slot	5–10 detik	5–10 detik	Bergantung posisi slot
Ambil pallet atas	5 detik	5 detik	Tidak berubah
Ambil pallet bawah	10 detik	10 detik	Tidak berubah
Pindah ke outbound	5 detik	5 detik	Tidak berubah
Rata-rata gabungan	**30 detik**	**25 detik**	**Turun 16,67%**

Sumber: data observasi PT XYZ, 2026.

Identifikasi dan Penurunan Double Handling

Sebelum perbaikan, lima aktivitas pengambilan yang diamati menghasilkan total lima perpindahan tambahan. Pada aktivitas pertama, operator memindahkan satu pallet atas untuk mengambil pallet bawah. Aktivitas kedua memerlukan satu perpindahan akibat pallet baru tersusun kurang tepat. Aktivitas ketiga membutuhkan dua perpindahan karena dua pallet menghalangi akses terhadap baris FIFO. Aktivitas keempat menimbulkan satu perpindahan saat operator mencari kode produk, sedangkan aktivitas kelima tidak memerlukan perpindahan tambahan.

Setelah slot ditata dan informasi papan diperbarui secara lebih konsisten, total perpindahan tambahan menurun menjadi dua kejadian pada lima aktivitas pengambilan. Aktivitas pertama, ketiga, dan keempat berlangsung tanpa memindahkan pallet lain. Aktivitas kedua masih memerlukan satu perpindahan karena rotasi slot, sedangkan aktivitas kelima menimbulkan satu perpindahan yang berkaitan dengan keterlambatan inbound. Hasil ini menunjukkan bahwa intervensi dapat menekan pemborosan, tetapi belum menghapus seluruh hambatan fisik dan koordinasi aliran barang.

Tabel 7. Frekuensi Double Handling Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Aktivitas	Sebelum	Penyebab sebelum	Sesudah	Penyebab sesudah
1	1 kali	Pallet atas menghalangi	0 kali	Akses langsung
2	1 kali	Pallet baru salah susun	1 kali	Rotasi slot
3	2 kali	Dua pallet menghalangi FIFO	0 kali	Akses langsung
4	1 kali	Pencarian kode produk	0 kali	Akses langsung
5	0 kali	Akses langsung	1 kali	Inbound terlambat
Total	**5 kali**	**Kondisi awal**	**2 kali**	**Turun 60%**

Sumber: data observasi PT XYZ, 2026

Persentase penurunan dihitung dengan $((5 - 2)/5) \times 100\% = 60\%$. Rasio kejadian per aktivitas berubah dari 5/5 menjadi 2/5, yaitu dari 1,0 menjadi 0,4 perpindahan tambahan per aktivitas pada sampel yang diamati. Rasio tersebut merupakan ukuran deskriptif sederhana, bukan probabilitas kejadian untuk seluruh populasi gudang. Jumlah observasi yang terbatas dan cakupan jenis produk pada aktivitas pembanding yang belum dirinci membuat hasil ini perlu dikonfirmasi melalui periode pencatatan yang lebih panjang.

Penurunan double handling secara operasional dapat berkaitan dengan akses lokasi. Papan yang akurat membantu operator mengenali apakah pallet target berada di tingkat atas atau bawah sebelum bergerak. Penataan slot juga membantu

memisahkan kondisi yang mudah diambil dari posisi yang berpotensi terhalang. Walaupun perpindahan akibat rotasi slot dan keterlambatan inbound masih muncul, sistem berpotensi mengurangi ketergantungan operator terhadap pencarian fisik. Hal ini mendukung konsep lean warehousing yang menekan aktivitas transportasi dan penanganan berulang [6], [8], [11].

Perbandingan Kondisi Operasional dan Implikasi FIFO

Perbandingan indikator menunjukkan perubahan pada dua ukuran kuantitatif dan beberapa aspek observasional. Rata-rata picking menurun 16,67%, sedangkan frekuensi double handling turun 60%. Waktu identifikasi lokasi berkurang 50%, dari 10 menjadi 5 detik. Perubahan ini konsisten dengan catatan elemen kerja sebelum dan sesudah perbaikan. Ketepatan lokasi dan keteraturan rotasi FIFO dinilai membaik secara kualitatif, tetapi tidak diberi angka karena penelitian tidak mencatat jumlah kesalahan lokasi atau jumlah pelanggaran FIFO.

Tabel 8. Rekapitulasi Indikator Kinerja Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Indikator	Sebelum	Sesudah	Perubahan
Picking pallet atas	27,5 detik	22,5 detik	Turun 18,18%
Picking pallet bawah	32,5 detik	27,5 detik	Turun 15,38%
Rata-rata picking	30 detik	25 detik	Turun 16,67%
Identifikasi lokasi	10 detik	5 detik	Turun 50%
Double handling	5 kali	2 kali	Turun 60%
Keterlacakan/FIFO	Kurang terarah	Lebih terarah	Penilaian kualitatif

Sumber: data observasi PT XYZ, 2026

Hubungan antara papan visual dan FIFO muncul ketika operator perlu memilih pallet yang harus dikeluarkan lebih dahulu. Pada sistem free location, stok lama tidak selalu berada pada posisi yang mudah terlihat. Informasi kode membantu operator menemukan area yang tepat, tetapi urutan kedatangan produk tetap perlu diperiksa melalui penanda lot atau dokumen pendukung. Karena itu, papan visual berfungsi sebagai alat bantu akses, sedangkan validasi FIFO tetap membutuhkan prosedur pengendalian persediaan yang terintegrasi [9], [10], [13].

Penurunan 5 detik pada seluruh siklus tidak menghapus perbedaan waktu antara pallet atas dan bawah. Sesudah perbaikan, rata-rata tingkat atas tetap 22,5 detik dan tingkat bawah 27,5 detik. Selisih 5 detik menunjukkan bahwa hambatan fisik akibat konfigurasi dua tingkat masih bertahan. Temuan ini membedakan manfaat informasi dari manfaat perubahan struktur penyimpanan. Apabila perusahaan ingin mengurangi selisih vertikal, kajian berikutnya perlu menilai prioritas slot, pengaturan urutan masuk, atau alternatif penempatan pallet yang lebih mudah diakses [5].

Pola deskriptif ini sejalan dengan penelitian yang menekankan pentingnya hubungan antara strategi penyimpanan dan kinerja pengambilan [3], [4]. Meski demikian, penelitian ini tidak menggunakan model matematis alokasi atau sistem otomatis. Nilai tambahnya terletak pada integrasi solusi manual yang sesuai dengan kemampuan operator dan kondisi area. Studi mengenai picking manual menunjukkan bahwa identifikasi serta pengurangan aktivitas non-value-added dapat memperbaiki efisiensi [8]. Hasil pada PT XYZ dibatasi pada sampel dan tidak menunjukkan keunggulan solusi manual terhadap pendekatan lain.

Standardisasi Proses dan Rencana Pengendalian

Agar manfaat perbaikan bertahan, perusahaan perlu menetapkan urutan kerja yang sama pada aktivitas inbound, pemindahan internal, dan outbound. Saat barang masuk, operator memeriksa kode produk, memilih slot kosong, menempatkan pallet, lalu memperbarui koin. Saat terjadi perpindahan internal, posisi lama harus dihapus dan posisi baru dicatat sebelum pallet ditinggalkan. Pada tahap outbound, operator memverifikasi posisi serta urutan lot, mengambil pallet, dan mengosongkan penanda slot. Setiap tahap memerlukan tanggung jawab yang jelas.

Pengawasan dapat dilakukan melalui pemeriksaan singkat pada awal dan akhir pergantian kerja. Petugas membandingkan beberapa posisi fisik dengan informasi papan, memeriksa keberadaan koin pada slot kosong, dan meninjau posisi produk yang berpotensi menghambat FIFO. Pemeriksaan ini tidak memerlukan aplikasi tambahan, tetapi hasilnya sebaiknya dicatat dalam lembar audit sederhana. Apabila ketidaksesuaian ditemukan, koreksi dilakukan pada saat itu juga agar kesalahan tidak diteruskan ke operator berikutnya.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2004

Koordinasi dengan bagian inbound juga diperlukan karena satu kejadian double handling sesudah perbaikan berkaitan dengan keterlambatan kedatangan barang. Informasi mengenai jadwal masuk membantu menentukan slot yang layak untuk penempatan sementara. Penataan sebaiknya memprioritaskan akses terhadap lot yang akan segera dikirim dan menghindari penempatan pallet baru di atas pallet yang lebih dahulu dibutuhkan. Rekomendasi ini tidak menuntut perubahan kapasitas, tetapi meminta sinkronisasi antara urutan produksi, kondisi slot, dan rencana pengiriman.

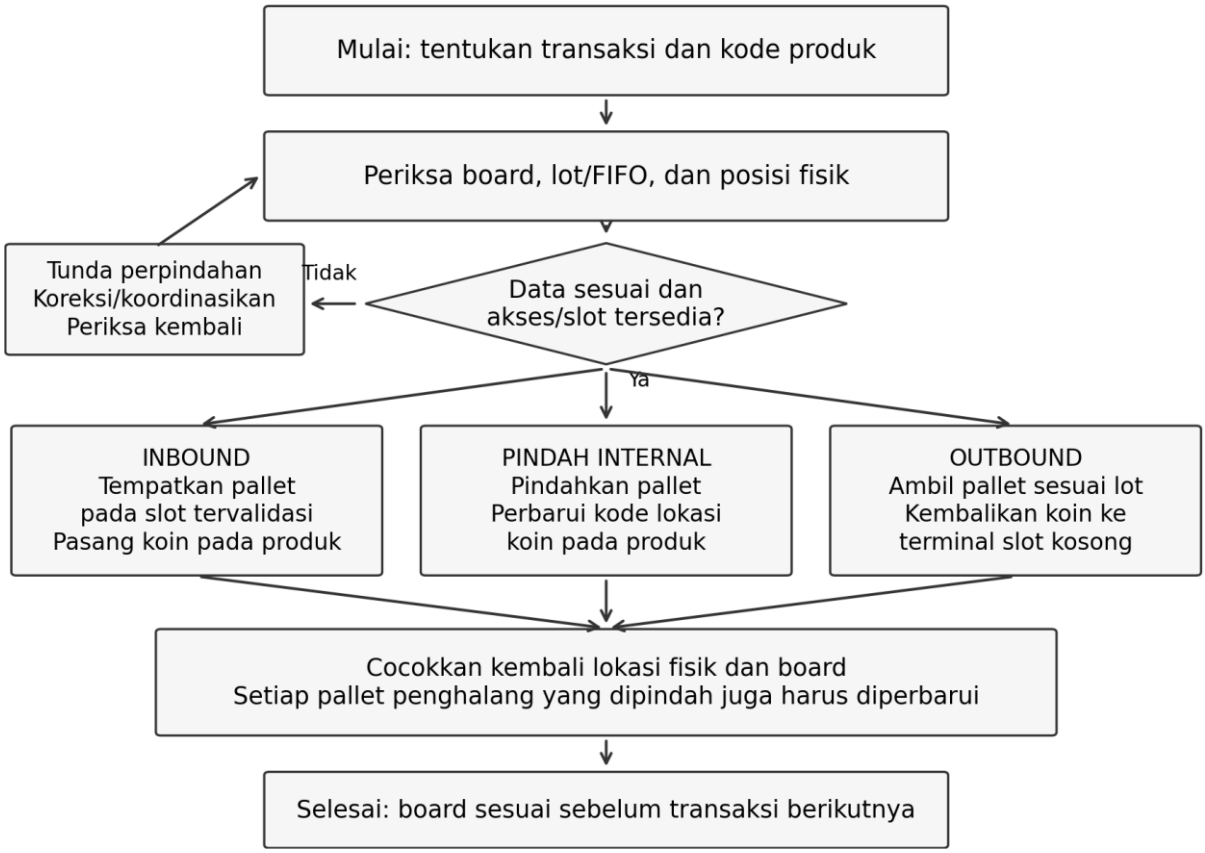
Dalam jangka panjang, perusahaan dapat mempertimbangkan integrasi kode QR, barcode, atau pemindaian lokasi. Arsitektur smart warehouse menunjukkan bahwa pelacakan real-time berpotensi memperkuat keterhubungan antara data dan kondisi fisik [14]. Kajian mengenai gudang cerdas juga menekankan pentingnya pemilihan teknologi sesuai kebutuhan dan kesiapan organisasi [15]. Akan tetapi, digitalisasi bukan syarat untuk memperoleh manfaat awal. Papan manual dapat menjadi fondasi yang menjelaskan proses, membangun kedisiplinan, dan menyiapkan kebutuhan data sebelum investasi teknologi dilakukan.

Tabel 9. Rencana Pengendalian Prosedur No Board, No Move

Tahap	Tindakan utama	Kontrol yang disarankan
Inbound	Pilih slot; tempatkan pallet; pasang koin	Cocokkan kode produk, slot, dan warna
Pemindahan	Ubah posisi fisik dan posisi koin	Perbarui papan sebelum proses berakhir
Outbound	Periksa posisi dan urutan lot; ambil pallet	Kembalikan koin setelah slot kosong
Pergantian shift	Cek sampel posisi aktual terhadap papan	Catat serta koreksi ketidaksesuaian
Evaluasi berkala	Rekap picking dan double handling	Tinjau tren dan penyebab penyimpangan

Usulan SOP No Board No Move

Gambar 5 merumuskan SOP usulan untuk menyinkronkan perpindahan pallet dan pembaruan koin. Operator memeriksa produk, lot, posisi fisik, dan status board sebelum bergerak. Jika data tidak sesuai atau akses belum tersedia, transaksi ditunda sampai koreksi selesai. Diagram merupakan rekomendasi teknis dan belum dievaluasi sebagai intervensi tambahan.



Gambar 5. Usulan Alur SOP No Board No Move

Sumber: Rancangan penulis berdasarkan mekanisme papan koin dan kebutuhan pengendalian yang diuraikan dalam naskah.

Pada inbound, operator memindahkan koin berkode slot dari terminal ke baris produk setelah pallet menempati slot yang telah diverifikasi. Pada perpindahan internal, operator memperbarui koin atau kode lokasi lama ke lokasi baru; warna mengikuti tingkat tujuan, merah untuk atas dan biru untuk bawah. Pada outbound, koin dikembalikan ke terminal setelah slot kosong. Setiap pallet penghalang yang ikut dipindahkan wajib diperbarui. Satu transaksi diselesaikan dan dicocokkan kembali sebelum transaksi berikutnya dimulai. Pengaturan ini diusulkan untuk mengurangi selisih informasi selama pergantian lokasi.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian memiliki beberapa keterbatasan. Pengamatan dilakukan pada satu warehouse dalam periode kerja praktik yang terbatas. Waktu picking didasarkan pada 12 posisi atas dan 12 posisi bawah pada setiap kondisi, sedangkan double handling hanya diamati pada lima aktivitas pembanding. Desain ini cukup untuk menggambarkan perubahan kasus, tetapi tidak memungkinkan generalisasi luas. Penelitian juga tidak menggunakan kelompok kontrol maupun pengujian statistik inferensial.

Data sumber tidak memuat biaya tenaga kerja, biaya forklift, volume pengambilan harian, persentase keterisian aktual, maupun persentase kesesuaian FIFO. Karena itu, artikel tidak menyajikan penghematan finansial, peningkatan produktivitas aktual, tingkat utilisasi, atau klaim kepatuhan FIFO yang terukur. Penelitian lanjutan perlu menambah periode observasi, mencatat variasi antaroperator dan antarshift, serta membangun indikator akurasi lokasi. Langkah tersebut akan memperkuat validitas evaluasi dan membantu perusahaan menilai keberlanjutan perbaikan. Selain itu, selisih waktu yang seragam dan ketiadaan catatan pengukuran mentah membatasi penilaian independensi observasi. Penurunan waktu tidak dapat diatribusikan secara terpisah kepada slotting, papan visual, atau kedisiplinan operator karena ketiganya diterapkan sebagai satu paket perbaikan. SOP pada Gambar 5 masih memerlukan uji penerapan.

 https://doi.org/10.56211/blendsains.v5i2.2004

KESIMPULAN DAN SARAN

Optimalisasi slotting area yang dipadukan dengan visual control board dan prosedur "No Board, No Move" mendukung keterlihatan posisi pallet secara observasional pada sistem free location di PT XYZ. Area penelitian mengelola 21 jenis produk pada empat baris, 12 slot per baris, dan maksimal dua tingkat penyimpanan. Kode lokasi dan koin berwarna membantu operator membedakan posisi atas serta bawah dan memperbarui status slot setiap terjadi perpindahan.

Rata-rata waktu picking turun dari 30 menjadi 25 detik per pallet atau sebesar 16,67%. Waktu identifikasi lokasi berkurang dari 10 menjadi 5 detik. Frekuensi double handling menurun dari lima menjadi dua kejadian atau sebesar 60% pada aktivitas yang diamati. Penelitian merekomendasikan audit kesesuaian papan, disiplin pembaruan pada setiap perpindahan, koordinasi inbound-outbound, serta penilaian lanjutan terhadap biaya, akurasi lokasi, volume picking, dan penerapan teknologi pelacakan. Nilai tersebut merupakan perbandingan deskriptif pada 24 siklus picking dan lima aktivitas double handling per kondisi. Keterbatasan data mentah serta desain tanpa kelompok kontrol membatasi kesimpulan sebab-akibat. SOP usulan perlu diuji sebelum efektivitasnya dinyatakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. F. Samsudin, B. Darmawan, V. Dwiyanti, dan J. Mupita, "Attributes and effect of implementation of warehouse management system (WMS) for company sustainability," Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik, vol. 4, no. 2, hlm. 199–212, 2023, doi: 10.52920/jttl.v4i2.202.

[2] A. Ikhwana, D. Rahmawati, dan V. I. Nurlestari, "Analisis dan perancangan perbaikan sistem manajemen pergudangan," Jurnal Kalibrasi, vol. 20, no. 2, hlm. 158–166, 2022, doi: 10.33364/kalibrasi/v.20-2.1161.

[3] J. C. Duque-Jaramillo, J. M. Cogollo-Flórez, C. G. Gómez-Marín, dan A. A. Correa-Espinal, "Warehouse management optimization using a sorting-based slotting approach," Journal of Industrial Engineering and Management, vol. 17, no. 1, hlm. 133–150, 2024, doi: 10.3926/jiem.5661.

[4] M. S. Islam dan M. K. Uddin, "Correlated storage assignment approach in warehouses: A systematic literature review," Journal of Industrial Engineering and Management, vol. 16, no. 2, hlm. 294–318, 2023, doi: 10.3926/jiem.4850.

[5] P. Viveros, K. González, R. Mena, F. Kristjanpoller, dan J. Robledo, "Slotting optimization model for a warehouse with divisible first-level accommodation locations," Applied Sciences, vol. 11, no. 3, art. 936, 2021, doi: 10.3390/app11030936.

[6] A. Adeodu, R. Maladzhi, M. G. Kana-Kana Katumba, dan I. Daniyan, "Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach: A case of third party logistics (3PL) services," Heliyon, vol. 9, no. 4, art. e14915, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14915.

[7] M. A. Rahman dan E. D. Kirby, "The lean advantage: Transforming e-commerce warehouse operations for competitive success," Logistics, vol. 8, no. 4, art. 129, 2024, doi: 10.3390/logistics8040129.

[8] N. Fares, J. Lloret, V. Kumar, G. F. Frederico, O. Kamach, dan J. A. Garza-Reyes, "Lean implementation case study for manual order picking and packing in warehousing operations," International Journal of Lean Six Sigma, vol. 17, no. 2, hlm. 579–613, 2026, doi: 10.1108/IJLSS-05-2024-0097.

[9] K. A. Artama dan N. Mariana, "Rancang bangun sistem informasi persediaan barang berbasis web menggunakan metode FIFO di PT Garuda Surya Raya," Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis, vol. 15, no. 1, hlm. 185–190, 2022, doi: 10.51903/pixel.v15i1.758.

[10] F. S. Titong, "Penerapan metode FIFO (first in first out) dalam menjaga efektivitas warehouse pada PT Mutiara Luwuk Bintang Lestari," Jurnal Syntax Admiration, vol. 5, no. 10, hlm. 3762–3768, 2024, doi: 10.46799/jsa.v5i10.1500.

[11] R. A. Rusadi dan Sumiati, "Optimizing warehouse flow through lean warehousing method," Academia Open, vol. 10, no. 2, 2025, doi: 10.21070/acopen.10.2025.11811.

[12] H. Ihsandra dan S. Salim, "Analisis perbandingan metode dedicated storage dan class-based storage dalam penataan tata letak Gudang 5 dengan pendekatan key performance indicator (KPI)," Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan, vol. 4, no. 4, hlm. 1760–1769, 2025, doi: 10.55826/jtmit.v4i4.1340.

[13] P. P. Tanjung dan A. Ikhwan, "Sistem informasi manajemen persediaan roti menerapkan metode first in first out (FIFO)," KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer, vol. 4, no. 3, hlm. 1531–1538, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i3.1274.

[14] M. G. Khan, N. U. Huda, dan U. K. U. Zaman, "Smart warehouse management system: Architecture, real-time implementation and prototype design," Machines, vol. 10, no. 2, art. 150, 2022, doi: 10.3390/machines10020150.

[15] A. A. Tubis dan J. Rohman, "Intelligent warehouse in Industry 4.0: Systematic literature review," Sensors, vol. 23, no. 8, art. 4105, 2023, doi: 10.3390/s23084105.

[16] J. Cunningham, "The Eight Wastes of Lean," Lean Enterprise Institute, 18 Januari 2020. [Online]. Tersedia: https://www.lean.org/the-lean-post/articles/the-eight-wastes-of-lean/. [Diakses: 22 Oktober 2026].

[17] Lean Enterprise Institute, "Seven Wastes," Lean Lexicon. [Online]. Tersedia: https://www.lean.org/lexicon-terms/seven-wastes/. [Diakses: 22 Oktober 2026].