

Evaluasi Pelaksanaan Tata Letak Gudang Guna Meningkatkan Produktifitas Kerja Pada PT. JNE Logistics

Fajri Nazif¹, Luthpiyah Juliandara²

^{*1}Program Studi Manajemen, Universitas Islam 45

e-mail: ¹ fajri.nazif@jne.co.id, ² luthpiyah@gmail.com

^{*}Corresponding author: luthpiyah@gmail.com

Informasi Artikel:

Terima: 24-11-2025

Revisi: 20-02-2026

Disetujui: 25-02-2026

ABSTRAK

Tujuan utama penelitian ini adalah mengevaluasi dan merancang ulang tata letak barang di gudang yang terhambat efisiensinya karena penempatan produk tidak berkelompok, di mana sistem WMS menentukan lokasi hanya berdasarkan kapasitas kompartemen kosong, yang berujung pada waktu penempatan dan pengambilan barang yang lebih lama. Penelitian ini menggunakan metode *Class Based Storage* dengan menerapkan Klasifikasi Frekuensi ABC, mengelompokkan barang menjadi *fast moving* (A), *medium moving* (B), dan *slow moving* (C), untuk merancang tata letak yang lebih efektif. Hasilnya menunjukkan perbaikan signifikan pada kinerja operasional, dibuktikan dengan efisiensi waktu proses penanganan Inbound sebesar 28% dan Outbound sebesar 30%. Penurunan waktu ini meningkatkan produktivitas kerja sebesar 38% untuk *inbound* dan 45% untuk *outbound*. Secara umum, perbaikan tata letak berhasil mempercepat proses dan meningkatkan kinerja, namun disimpulkan perlu adanya tindak lanjut berupa perbaikan mekanisme penentuan lokasi pada sistem WMS agar penempatan produk konsisten mengikuti klasifikasi frekuensi ABC dan pengelompokan jenis produk.

Kata Kunci: Tata Letak Gudang, Klasifikasi ABC, *Class Based Storage*, Produktivitas, WMS

ABSTRACT

The main objective of this study is to evaluate and redesign the layout of goods in warehouses whose efficiency is hampered by the ungrouped placement of products, where the WMS system determines locations based solely on the capacity of empty compartments, resulting in longer placement and retrieval times. This study uses the *Class Based Storage* method by applying ABC Frequency Classification, grouping goods into *fast moving* (A), *medium moving* (B), and *slow moving* (C), to design a more effective layout. The results show a significant improvement in operational performance, as evidenced by a 28% efficiency in Inbound handling time and a 30% efficiency in Outbound handling time. This reduction in time increased work productivity by 38% for inbound and 45% for outbound. In general, the layout improvement succeeded in speeding up the process and improving performance, but it was concluded that follow-up action was needed in the form of improving the location determination mechanism in the WMS system so that product placement consistently followed the ABC frequency classification and product type grouping.

Keywords: Warehouse Layout, ABC Classification, Class-Based Storage, Productivity, WMS

PENDAHULUAN

Perkembangan masif platform bisnis berbasis digital dalam beberapa tahun terakhir telah menciptakan revolusi di sektor e-commerce. Fenomena ini, yang ditandai dengan masifnya penggunaan *marketplace* utama di Indonesia seperti Tokopedia dan Shopee (Kurniawan et al., 2024, hlm. 77), secara langsung mendorong peningkatan volume transaksi ritel *business-to-consumer* (B2C) dan menciptakan peluang bisnis besar di bidang logistik. Dalam konteks e-commerce, layanan pengelolaan gudang (*warehouse*) dituntut untuk menjadi fleksibel, akurat, cepat, dan efisien agar dapat mendukung proses pemenuhan pesanan (*order fulfillment*) yang cepat. Kecepatan dan akurasi, yang sangat dipengaruhi oleh tata letak gudang yang baik (Rahmawati et al., 2023, hlm. 472), menjadi keunggulan utama penyedia jasa logistik.

PT. JNE Logistics, melalui layanan "JNE *Fulfillment Centre*," berusaha menjawab tantangan ini dengan menyediakan jasa pengelolaan gudang. Namun, operasional gudang di lokasi tersebut masih menghadapi kendala signifikan dalam mencapai target kinerja, terutama yang berkaitan dengan kecepatan proses. Berdasarkan data internal PT. JNE Logistics, produktivitas tim dalam penanganan barang inbound saat ini rata-rata hanya mencapai 246,3 pcs per orang, di bawah target standar 262 pcs per orang. Demikian pula, produktivitas outbound adalah 142,9 order per orang, gagal mencapai target 145 order per orang. Kegagalan pencapaian target ini semakin parah saat terjadi lonjakan pesanan yang masif, seperti pada saat event promosi "*Double Date*" bulanan.

Akar masalah *inefisiensi* ini teridentifikasi pada tata letak gudang yang sub-optimal. Penempatan barang di gudang dilakukan secara acak – tidak dikelompokkan berdasarkan jenis atau kecepatan pergerakan (*Fast, Medium, Slow Moving*) yang menyulitkan operator dalam proses pengambilan (*picking*) barang. Lebih lanjut, penempatan *work station* yang tidak strategis mengakibatkan waktu dan jarak tempuh *picking* menjadi panjang dan membuang waktu secara signifikan, padahal efisiensi waktu, kecepatan, dan ketepatan adalah tiga faktor utama keberhasilan proses *picking* (Triana & Kartika, 2023, hlm. 1). Kondisi ini menyebabkan penggunaan waktu di dalam proses kerja menjadi tidak efektif dan efisien, sehingga menghambat peningkatan produktivitas kerja secara keseluruhan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merancang ulang tata letak gudang pada PT. JNE Logistics. Solusi yang diusulkan adalah implementasi metode *Class Based Storage* dengan penerapan klasifikasi frekuensi ABC. Metode ini dipilih karena terbukti efektif dalam studi sebelumnya untuk meminimalkan waktu pencarian dan *picking* (Rahayu & Silitonga, 2024). Diharapkan, perancangan ulang tata letak ini dapat mengoptimalkan pemanfaatan ruang, mempersingkat jarak perpindahan, dan pada akhirnya, secara empiris meningkatkan produktivitas kerja tim inbound dan outbound PT. JNE Logistics.

LANDASAN TEORI DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Tata Letak Fasilitas (*Layout*)

Tata letak fasilitas adalah salah satu keputusan strategis penting dalam jangka panjang yang memengaruhi efisiensi dan daya saing operasional perusahaan (Heizer et al., 2017, hlm. 450). Tata letak yang dirancang secara efektif bertujuan untuk membangun susunan yang ekonomis, memaksimalkan pemanfaatan ruangan, meminimalkan biaya, serta mempercepat operasional dan pelayanan gudang (Triana & Kartika, 2023, hlm. 21). Dalam konteks pergudangan, tata letak yang baik dapat mempersingkat jarak perpindahan material (*material handling*) dan memfasilitasi kecepatan proses picking yang menjadi aktivitas krusial dalam pemenuhan pesanan.

Produktivitas Kerja (*Work Productivity*)

Produktivitas kerja diartikan sebagai perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan peran serta tenaga kerja (*input*) per satuan waktu (Sutrisno, 2017, hlm. 102). Selain perbandingan kuantitatif, produktivitas juga menekankan aspek kualitas dan peningkatan teknik pengerjaan (Hasibuan, 2019, hlm. 94). Peningkatan produktivitas dicapai melalui upaya untuk meningkatkan efektivitas kerja dan efisiensi waktu, di mana pengurangan pemborosan waktu dalam proses kerja (seperti waktu picking) merupakan target utama perbaikan.

Metode Penyimpanan (*Class Based Storage*)

Class Based Storage adalah metode penyimpanan bahan atau material dengan menempatkannya ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan kesamaan jenis atau frekuensi pergerakan barang (*fast, medium, slow moving*). Kelompok ini kemudian ditempatkan pada lokasi khusus di gudang (Heragu, 2016, hlm. 295). Tujuannya adalah merancang desain layout gudang yang memaksimalkan utilitas penyimpanan dan efisiensi waktu (Nugroho et al., 2023, hlm. 2). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan metode ini mampu memberikan efisiensi signifikan pada waktu pencarian dan proses picking barang (Rahayu & Silitonga, 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus terapan (*applied case study*) yang berfokus pada evaluasi dan perancangan ulang sistem operasional. Objek penelitian adalah Gudang *Fulfillment Centre* PT. JNE Logistics, khususnya untuk penanganan produk dari *customer* PT. Eigerindo Multi Produk Industri.

Data dan Pengumpulan Data Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan Manajer dan Koordinator *Warehouse* (Bapak Arie Fajriansyah dan Bapak M. Zailani) serta observasi lapangan terkait alur proses dan tata letak gudang yang eksisting. Data sekunder mencakup data historis laporan operasional, data frekuensi pergerakan barang, dan data standar waktu serta target produktivitas perusahaan.

Teknik Analisis Prosedur analisis penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan utama:

1. Evaluasi Eksisting: Menganalisis kinerja gudang saat ini, khususnya membandingkan data aktual produktivitas *inbound* dan *outbound* dengan target standar perusahaan untuk mengidentifikasi selisih waktu dan potensi pemborosan.
2. Perancangan Ulang Tata Letak: Melakukan perancangan ulang tata letak penyimpanan barang menggunakan metode Class Based Storage. Dalam implementasinya, metode ini menerapkan klasifikasi frekuensi ABC (A: *Fast Moving*, B: *Medium Moving*, C: *Slow Moving*) untuk menempatkan barang berdasarkan kecepatan pergerakannya dan mengurangi jarak tempuh *picking*.
3. Pengukuran Kinerja: Melakukan pengukuran waktu (*time measurement*) setelah *re-layout* untuk membandingkan kinerja baru dengan kinerja awal. Pengukuran ini bertujuan untuk menghitung efisiensi waktu proses penempatan (*put away*) dan pengambilan (*picking*), serta mengukur peningkatan produktivitas kerja pada penanganan *inbound* dan *outbound*

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengukuran Waktu Aktivitas *Inbound* (Setelah *Re-Layout*)

Setelah proses *Re-layout* selesai dilakukan, dilanjutkan dengan proses pengukuran ulang waktu untuk proses *inbound* agar dapat dilihat perubahan waktu dan kecepatan proses yang terjadi. Proses pengukuran waktu yang dilakukan sama persis dengan yang telah dilakukan sebelum proses *Re-layout* dilakukan.

- a. Pengukuran Waktu Langsung (*Inbound*)

Pengukuran dilakukan sebanyak 4 kali dengan menggunakan stopwatch dari setiap proses *inbound*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa penanganan barang *inbound* per pcs memerlukan waktu rata-rata 1,24 menit. Produktivitas setiap orang adalah 340,9 pcs per orang per hari, yang dihitung dengan membagi jumlah pcs barang dengan jumlah manpower yang mengerjakan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Waktu Secara Langsung (*Inbound*) Setelah *Re-Layout*

No	Aktivitas	Pengukuran 1 (menit)	Pengukuran 2 (menit)	Pengukuran 3 (menit)	Pengukuran 4 (menit)	Rata-rata (menit)
1	Unloading / Bongkar Barang dari Armada	0,15	0,14	0,16	0,15	0,15
2	Cek Jumlah Koli & Cek Fisik Barang	0,18	0,17	0,19	0,18	0,18
3	Penarikan Barang ke Area Staging <i>Inbound</i>	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12
4	Sortir SKU	0,20	0,21	0,19	0,20	0,20
5	Input Data pada Microsoft Excel	0,22	0,23	0,21	0,22	0,22
6	Penempatan Barang ke Lokasi	0,25	0,24	0,26	0,25	0,25

	Penyimpanan / Put Away					
7	Input Data ke System / WMS (Upload Excel)	0,12	0,13	0,11	0,12	0,12
Total Waktu per pcs (Rata-rata)						1,24
Produktivitas per Orang (pcs/hari)						340,9

Sumber: Data Pengukuran Waktu, diolah (2026)

b. Pengukuran Waktu Tidak Langsung (*Inbound*)

Selain pengamatan langsung, juga dilakukan pengukuran secara tidak langsung dengan menganalisis data Quantity inbound yang dibandingkan dengan jumlah manpower dan jam kerja normal yang digunakan untuk proses, yaitu dalam 1 hari 7 jam kerja (420 menit), mengingat dalam 8 jam kerja terdapat 1 jam istirahat.

Tabel 2. Analisis Pengukuran Waktu Secara Tidak Langsung (*Inbound*)

No	Tanggal	Total Qty Inbound (pcs)	Jumlah Manpower	Produktivitas / Orang (pcs)	Jam Kerja Efektif (menit)	Waktu / pcs (menit)
1	Hari ke-1	2.450	7	350	420	1,20
2	Hari ke-2	2.380	7	340	420	1,24
3	Hari ke-3	2.310	7	330	420	1,27
4	Hari ke-4	2.380	7	340	420	1,24
Rata-rata				340	420	1,23

Sumber: Data Transaksi dari System (WMS), diolah (2026)

Data pada Tabel 2 diperoleh dari data *system*/WMS pada 4 hari penerimaan barang yang berbeda. Dari analisis tersebut didapati bahwa penanganan barang inbound untuk 1 pcs membutuhkan waktu 1,23 menit, dan produktivitas meningkat menjadi 340 pcs per orang per hari.

2. Pengukuran Waktu Aktivitas *Outbound* (Setelah *Re-Layout*)

a. Pengukuran Waktu Langsung (*Outbound*)

Pengukuran dan pengamatan langsung dilakukan sebanyak 4 kali dengan 4 tim yang berbeda, masing-masing tim menangani order dengan quantity 1, 2, 3, dan 4 pcs. Setiap order ditangani oleh 3 orang yang menjalankan fungsinya sebagai operator, picker, dan packer. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menangani 1 order adalah 2,01 menit.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Waktu Secara Langsung (*Outbound*) Setelah *Re-Layout*

No	Aktivitas	Tim 1 (Order 1 pcs)	Tim 2 (Order 2 pcs)	Tim 3 (Order 3 pcs)	Tim 4 (Order 4 pcs)	Rata-rata
1	Operasional System / WMS (Operator)	0,30	0,32	0,31	0,33	0,32

2	Pengambilan Barang / <i>Picking</i>	0,85	1,20	1,55	1,90	1,38
3	Pengemasan Barang / <i>Packing</i>	0,20	0,30	0,40	0,50	0,35
Total Waktu per Order (Rata-rata)						2,01

Sumber: Data Pengukuran Waktu, diolah (2026)

b. Pengukuran Waktu Tidak Langsung (*Outbound*)

Pengukuran dilakukan dengan menganalisa data transaksi yang diambil dari *system* (WMS), dibandingkan dengan jumlah manpower dan total jam kerja efektif yang digunakan setelah dilakukan re-layout. Data yang diambil adalah jumlah order yang berhasil ditangani oleh 1 team outbound yang terdiri dari 3 orang (operator, picker, packer), kemudian total order yang selesai ditangani dibagi 3 untuk mengetahui produktivitas setiap orangnya.

Tabel 4. Analisis Pengukuran Waktu Secara Tidak Langsung (Outbound)

No	Tanggal	Total Order <i>Outbound</i>	Jumlah Manpower	Produktivitas / Orang (order)	Jam Kerja Efektif (menit)	Waktu/ Order (menit)
1	Hari ke-1	4.140	6	207	420	2,03
2	Hari ke-2	4.320	6	216	420	1,94
3	Hari ke-3	3.780	6	189	420	2,22
4	Hari ke-4	4.320	6	216	420	1,94
Rata-rata				207,3	420	2,03

Sumber: Data Transaksi System (WMS), diolah (2026)

Hasil analisis menunjukkan produktivitas setiap orang adalah 207,3 order per orang per hari, dan waktu penanganan 1 order adalah 2,03 menit.

3. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Sebelum dan Sesudah Re-Layout

Berikut adalah perbandingan hasil pengukuran waktu secara keseluruhan, baik sebelum maupun sesudah dilakukan re-layout:

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengukuran Sebelum dan Sesudah Re-Layout

Indikator	Sebelum Re-Layout	Sesudah Re-Layout	Efisiensi (menit)	Efisiensi (%)	Keterangan
Inbound					
Waktu / pcs (menit)	1,71	1,23	0,48	28%	Efisiensi tercapai
Produktivitas / Orang (pcs/hari)	246,3	340,9	+94,6	38%	Meningkat signifikan
OUTBOUND					
Waktu / Order (menit)	2,90	2,02	0,89	30%	Efisiensi tercapai
Produktivitas / Orang (order/hari)	142,9	207,3	+64,4	45%	Meningkat signifikan

Kualitas Kerja					
Rata-rata Kesalahan / Bulan (order)	±18	0 (awal)	-18	~100%	Menuju zero error

Sumber: Hasil Pengukuran dan Analisis Transaksi, diolah (2026)

Pembahasan

Analisis Efisiensi Waktu Proses Inbound

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 1 hingga Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan signifikan pada proses inbound pasca implementasi re-layout. Sebelum dilakukan perubahan layout, waktu proses rata-rata yang dibutuhkan adalah 1,71 menit untuk setiap 1 pcs barang. Setelah dilakukan perubahan layout, kebutuhan waktu rata-rata turun menjadi 1,23 menit per pcs. Hal ini berarti terjadi efisiensi waktu proses sebesar 0,48 menit atau setara dengan 28%. Nilai ini melampaui standar baku perusahaan PT. JNE Logistics yang menetapkan target waktu 1,6 menit per pcs untuk inbound. Penurunan waktu proses ini berdampak langsung terhadap peningkatan produktivitas, dimana rata-rata produktivitas inbound meningkat tajam dari 246,3 pcs menjadi 340,9 pcs per orang per hari, menghasilkan lonjakan efisiensi sebesar 38%. Peningkatan efisiensi ini terutama disebabkan oleh pengurangan jarak tempuh dalam proses penarikan barang ke area staging inbound dan penempatan barang ke lokasi penyimpanan (put away). Dengan tata letak yang lebih terstruktur, operator dapat bergerak lebih efisien tanpa pemborosan waktu akibat perpindahan yang tidak perlu.

Analisis Efisiensi Waktu Proses Outbound

Analisis pada proses outbound berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan hasil yang serupa. Sebelum dilakukan perubahan layout, waktu proses rata-rata yang dibutuhkan adalah 2,90 menit untuk 1 order. Setelah dilakukan perubahan layout, kebutuhan waktu rata-rata turun menjadi 2,02 menit per order, yang berarti terjadi efisiensi waktu proses sebesar 0,89 menit atau 30%. Produktivitas outbound meningkat secara signifikan dari 142,9 order menjadi 207,3 order per orang per hari, yang merupakan peningkatan sebesar 45%. Angka ini menunjukkan bahwa penataan ulang gudang memberikan dampak yang lebih besar pada proses outbound dibandingkan inbound, kemungkinan karena alur picking dan packing menjadi lebih pendek dan lebih terorganisir dengan layout baru. Ketiga komponen dalam tim outbound, yaitu operator, picker, dan packer, turut merasakan dampak positif re-layout ini. Khususnya pada aktivitas picking, jalur pengambilan barang menjadi lebih efisien karena lokasi penyimpanan disusun mengikuti pola urutan pengambilan yang lebih logis dan ergonomis.

Dampak terhadap Kualitas Kerja dan Tingkat Kesalahan

Keberhasilan re-layout tidak hanya bersifat kuantitatif dalam hal waktu dan produktivitas, tetapi juga memberikan dampak nyata terhadap kualitas kerja. Penataan ulang gudang mempermudah pencarian dan identifikasi barang, yang secara langsung mengurangi tingkat kesalahan dalam proses penanganan. Sebelum dilakukan re-layout, rata-rata kesalahan

bulanan mencapai sekitar 18 order. Namun, berdasarkan data observasi awal setelah implementasi re-layout, belum terjadi satu pun kesalahan. Kondisi ini mengindikasikan adanya perbaikan kualitas kerja yang kuat dan mengindikasikan potensi menuju operasi zero error. Perbaikan ini sangat relevan mengingat dalam industri logistik, tingkat akurasi penanganan order merupakan indikator kritis layanan. Setiap kesalahan order berimplikasi pada biaya penanganan ulang, kepuasan pelanggan, dan reputasi perusahaan. Oleh karena itu, penurunan tingkat kesalahan menjadi nilai tambah yang sangat berarti di luar aspek efisiensi waktu.

Implikasi Terhadap Efisiensi Tenaga Kerja dan Biaya

Secara keseluruhan, peningkatan produktivitas ini diterjemahkan menjadi efisiensi tenaga kerja dan biaya yang substansial bagi perusahaan. Dengan peningkatan efisiensi kerja total sebesar 28% untuk inbound dan 31% untuk outbound, perusahaan berpotensi menangani volume pekerjaan yang lebih besar dengan jumlah tenaga kerja yang sama, atau sebaliknya, mengurangi jumlah tenaga kerja untuk volume yang sama sehingga menghasilkan penghematan biaya operasional. Penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan tata letak gudang di PT. JNE Logistics (proyek Eiger) memberikan dampak transformatif yang melampaui standar baku yang ditetapkan manajemen. Implementasi re-layout terbukti menjadi strategi yang efektif dan efisien dalam meningkatkan kinerja operasional gudang secara menyeluruh, baik dari sisi kecepatan proses, produktivitas sumber daya manusia, maupun kualitas layanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang dilakukan sebelum dan sesudah re-layout gudang di PT. JNE Logistics (proyek Eiger), dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut: 1) Proses inbound mengalami efisiensi waktu sebesar 28%, dari 1,71 menit menjadi 1,23 menit per pcs, dengan peningkatan produktivitas dari 246,3 menjadi 340,9 pcs per orang per hari (naik 38%). Capaian ini melampaui standar waktu manajemen sebesar 1,6 menit per pcs. 2) Proses outbound mengalami efisiensi waktu sebesar 30%, dari 2,90 menit menjadi 2,02 menit per order, dengan peningkatan produktivitas dari 142,9 menjadi 207,3 order per orang per hari (naik 45%). 3) Kualitas kerja mengalami perbaikan signifikan, dari rata-rata ± 18 kesalahan order per bulan menjadi nol kesalahan pada periode observasi awal pasca re-layout, mengindikasikan potensi pencapaian zero error. 4) Secara keseluruhan, re-layout gudang terbukti menjadi strategi efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu, produktivitas SDM, dan kualitas penanganan barang tanpa perlu penambahan tenaga kerja. Disarankan Bagi PT. JNE Logistics, 1) Mendokumentasikan tata letak baru ke dalam Standard Operating Procedure (SOP) gudang sebagai standar operasional resmi yang mengikat, dilengkapi denah gudang yang terpasang di area kerja. 2) Melakukan pemantauan berkala setiap triwulan melalui pengukuran waktu proses dan tingkat kesalahan order (error rate) sebagai Key Performance Indicator (KPI) operasional gudang. 3) Mengoptimalkan pemanfaatan sistem WMS untuk memantau produktivitas secara real-time dan mendukung pengambilan keputusan operasional yang berbasis data. 4) Mempertimbangkan penerapan pendekatan re-layout serupa pada gudang atau proyek lain di lingkungan PT. JNE Logistics yang memiliki karakteristik operasional yang sama. Bagi peneliti selanjutnya untuk memperluas variabel penelitian dengan memasukkan analisis biaya operasional (cost per unit) dan aspek ergonomi atau kelelahan kerja karyawan sebagai dampak perubahan pola gerak akibat re-layout. Menggunakan metode analisis yang lebih komprehensif, seperti Systematic Layout

Planning (SLP) secara penuh, simulasi komputer, atau Value Stream Mapping, guna memperkuat validitas perancangan layout sebelum implementasi fisik dilakukan. Memperpanjang periode pengamatan minimal 3–6 bulan pasca implementasi, termasuk pada periode peak season dan off-peak season, agar data yang diperoleh lebih representatif dan dapat digeneralisasi. Dan mengeksplorasi integrasi teknologi digitalisasi gudang seperti RFID, barcode automation, atau Internet of Things (IoT) sebagai kelanjutan dari optimasi tata letak fisik untuk mencapai efisiensi operasional yang lebih tinggi secara berkelanjutan.

REFERENSI

- Hasibuan, M. S. P. (2019). *Manajemen sumber daya manusia* (Edisi revisi). Bumi Aksara.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (Edisi ke-12). Pearson Education.
- Heragu, S. S. (2016). *Facilities design* (Edisi ke-4). CRC Press.
<https://doi.org/10.1201/9781315382647>
- Kurniawan, D., Sangapan, L. H., & Suraji, R. (2024). Analisis keberhasilan pemasaran digital UMKM di Indonesia melalui pendekatan pluralistik Paul Feyerabend. *Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 1(2), 77–89.
<https://inovanpublisher.org/fibonacci>
- Nugroho, D. A., Hilman, T., & Yanuar, A. (2023). Analisis perbaikan alokasi penyimpanan barang dengan metode dedicated storage dan class based storage pada gudang fulfillment PT. TIKI JNE Cabang Bandung. *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 7(6), 3232–3237.
<https://doi.org/10.36040/jati.v7i6>
- Rahayu, E. A., & Silitonga, R. Y. H. (2024). Perbaikan tata letak gudang PT PYT dengan memperhatikan jarak, waktu handling, dan utilitas ruang penyimpanan. *Journal of Integrated System*, 7(1), 31–51. <https://doi.org/10.28932/jis.v7i1.8678>
- Rahmawati, R., Nugrahadia, B., Nugraha, I., Putra, D. O. C., & Bonde, S. A. K. (2023). Optimalisasi tata letak part warehouse untuk meningkatkan kinerja pergudangan dengan menggunakan metode class based storage di PT. XYZ. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan (SEMnasti)*, 16(1), 471–480.
- Sutrisno, E. (2017). *Manajemen sumber daya manusia* (Cetakan ke-7). Kencana.
- Triana, N. E., & Kartika, H. (2023). Perbaikan tata letak dan sistem penyimpanan barang di gudang finish goods menggunakan metode class based storage. *Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri)*, 16(3), 1–21.