

Penerapan *Lean Warehousing* untuk Meningkatkan Produktivitas Pengelolaan Barang pada Gudang Industri Kargo

Febrian Chandra Wijaya*, Inaki Maulida Hakim

Universitas Indonesia, Indonesia

Email: fbrncw@gmail.com*, inakimhakim@eng.ui.ac.id

Keywords:

Lean Warehousing; ABC Classification; Systematic Layout Planning; Waste; Productivity.

Abstract

Growth in Indonesia's transportation and warehousing subsector has increased the need for more efficient warehouse management. However, cargo industry warehouses still face imbalances between inbound and outbound flows, which trigger backlog and reduce operational productivity. This study aims to identify waste and formulate improvement proposals to enhance goods-handling productivity in a cargo industry warehouse through a *Lean Warehousing* approach. Data were collected through field observations, operational records from January to March 2025, and interviews with warehouse staff. The analysis employed *Process Activity Mapping (PAM)* to map activities and identify waste, a fishbone diagram to trace root causes, *ABC Classification* to determine storage priorities, *Systematic Layout Planning (SLP)* to develop a proposed layout, travel time analysis to evaluate layout efficiency, and expert evaluation to assess implementation feasibility. The results show that warehouse operations consisted of 50 activities with a total process time of 375 minutes, with motion, waiting, and transport identified as the dominant wastes. *ABC Classification* indicates that, in the inbound area, Jakarta (Partner) was classified as category A with a contribution of 71.3%, while in the outbound area category A consisted of Jakarta (Partner) and Jakarta with a cumulative contribution of 81.55%. The proposed layout reduced total travel time by 8.68%. Expert evaluation produced an average score of 3.28, indicating that the proposed improvements were considered appropriate and feasible for implementation. Therefore, *Lean Warehousing* can be used not only to identify waste but also to formulate more targeted improvement proposals to enhance goods-handling productivity in a cargo industry warehouse.

Kata Kunci:

Lean Warehousing; ABC Classification; Systematic Layout Planning; Pemborosan; Produktivitas.

Abstrak

Pertumbuhan subsektor transportasi dan pergudangan di Indonesia mendorong kebutuhan pengelolaan gudang yang semakin efisien. Namun, gudang industri kargo masih menghadapi ketidakseimbangan arus barang masuk (*inbound*) dan barang keluar (*outbound*) yang memicu backlog dan menurunkan produktivitas operasional. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi waste dan merancang usulan perbaikan untuk meningkatkan produktivitas pengelolaan barang pada gudang industri kargo melalui pendekatan *Lean Warehousing*. Data diperoleh melalui observasi lapangan, data operasional, dan wawancara dengan staf gudang. Analisis dilakukan menggunakan *Process Activity Mapping (PAM)* untuk memetakan aktivitas dan mengidentifikasi waste, fishbone diagram untuk menelusuri akar penyebabnya, *ABC Classification* untuk menentukan prioritas penempatan barang, *Systematic Layout Planning (SLP)* untuk merancang layout usulan, analisis *travel time* untuk mengevaluasi efisiensi layout, serta evaluasi expert untuk menilai kelayakan implementasi usulan. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa operasional gudang terdiri atas 50 aktivitas dengan total waktu proses 375 menit, dengan *waste dominan* berupa *motion*, *waiting*, dan *transport*. Hasil *ABC Classification* menunjukkan bahwa pada area inbound, Jakarta (Mitra) menjadi klasifikasi A dengan kontribusi 71,3%, sedangkan pada area *outbound* klasifikasi A terdiri atas Jakarta (Mitra) dan Jakarta dengan kontribusi kumulatif 81,55%. Layout usulan menurunkan sebesar 8,68%. Evaluasi expert memperoleh nilai rata-rata 3,28, yang menunjukkan bahwa usulan perbaikan dinilai sesuai dan layak untuk diterapkan. Dengan demikian, *Lean Warehousing* dapat digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan sekaligus menyusun usulan perbaikan yang lebih terarah untuk meningkatkan produktivitas pengelolaan barang pada gudang industri kargo.

PENDAHULUAN

Subsektor transportasi dan pergudangan di Indonesia menunjukkan perkembangan yang positif dalam beberapa tahun terakhir. Kondisi ini sejalan dengan meningkatnya aktivitas perdagangan, ekspor–impor, serta perkembangan *e-commerce* yang mendorong kebutuhan akan sistem logistik yang cepat dan efisien. Dalam situasi tersebut, pergudangan memiliki peran yang sangat penting karena tidak lagi hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan barang, tetapi juga sebagai pusat penerimaan barang, penanganan barang, dan distribusi barang yang mendukung kelancaran aliran dalam rantai pasok.

Operasional gudang pada industri kargo masih menghadapi berbagai tantangan. Gudang kargo memiliki karakteristik yang ditandai oleh variasi volume barang, keberagaman jenis barang, serta tuntutan ketepatan waktu layanan yang tinggi. Kondisi ini menuntut pengelolaan gudang yang mampu menjaga keseimbangan antara barang masuk (*inbound*), penanganan dan penyimpanan barang, serta barang keluar (*outbound*). Apabila aliran tersebut tidak berjalan dengan baik, maka dapat muncul berbagai bentuk pemborosan (*waste*), seperti waktu tunggu yang panjang, perpindahan barang yang tidak efisien, gerakan operator yang berlebih, hingga penumpukan barang (*backlog*) yang pada akhirnya menurunkan produktivitas operasional gudang.

Permasalahan tersebut juga ditemukan pada perusahaan yang menjadi objek penelitian. Berdasarkan data operasional pada periode Januari–Maret 2025, jumlah barang masuk cenderung lebih besar dibandingkan jumlah barang keluar, sehingga menyebabkan *backlog* pada operasional gudang. Kondisi ini menunjukkan bahwa aliran barang di dalam gudang belum berjalan secara optimal dan masih memerlukan perbaikan proses yang lebih terarah.

Penelitian terdahulu mengenai *lean warehousing* masih lebih banyak dilakukan pada konteks manufaktur, ritel, dan *e-commerce*, sedangkan penerapannya pada gudang industri kargo masih relatif terbatas. *State of the art* pada tesis ini juga menunjukkan bahwa sebagian besar studi sebelumnya berfokus pada eliminasi *waste*, *storage practices*, dan peningkatan produktivitas pada gudang manufaktur, FMCG, ritel, dan logistik. Sementara itu, studi yang secara spesifik membahas identifikasi *waste* dan perancangan perbaikan pada gudang industri kargo masih belum banyak ditemukan. Kondisi ini menunjukkan adanya ruang penelitian untuk mengembangkan penerapan *lean warehousing* pada konteks gudang industri kargo, khususnya yang menghadapi ketidakseimbangan *inbound–outbound* dan *backlog*.

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Warehousing* untuk mengidentifikasi *waste* pada operasional gudang, menelusuri faktor-faktor penyebabnya, serta merancang

usulan perbaikan yang sesuai dengan karakteristik operasional gudang industri kargo. Identifikasi pemborosan dilakukan menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM), analisis akar penyebab dilakukan menggunakan *fishbone diagram*, sedangkan perancangan usulan perbaikan dilakukan melalui *ABC Classification* dan *Systematic Layout Planning* (SLP). Kombinasi metode tersebut dipilih karena tidak hanya mampu menunjukkan sumber pemborosan dalam aktivitas operasional, tetapi juga dapat digunakan untuk menyusun perbaikan tata letak (*Layout*) dan prioritas penempatan barang agar aliran proses menjadi lebih efisien. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan usulan perbaikan yang relevan secara akademik dan aplikatif dalam meningkatkan produktivitas pengelolaan barang pada gudang industri kargo.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi beberapa metode lean tools dalam satu kerangka analisis yang komprehensif untuk mengatasi permasalahan spesifik gudang industri kargo. Penelitian ini menggabungkan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk identifikasi waste, *fishbone diagram* untuk analisis akar penyebab, *ABC Classification* untuk prioritas penempatan barang berdasarkan frekuensi pergerakan aktual, *Systematic Layout Planning* (SLP) untuk perancangan tata letak usulan, analisis travel time untuk evaluasi kuantitatif efisiensi, serta evaluasi expert untuk menilai kelayakan implementasi. Kombinasi metode ini berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya hanya menggunakan satu atau dua alat lean tools. Dengan pendekatan terintegrasi ini, penelitian tidak hanya mampu menunjukkan sumber pemborosan dalam aktivitas operasional, tetapi juga menyusun perbaikan tata letak dan prioritas penempatan barang agar aliran proses menjadi lebih efisien dan sesuai dengan karakteristik operasional gudang industri kargo.

Berdasarkan latar belakang, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

“Pengelolaan barang pada gudang industri kargo masih menunjukkan *waste* yang berdampak pada produktivitas operasional, sehingga diperlukan usulan perbaikan dengan pendekatan *Lean Warehousing*”.

Penelitian mengenai penerapan *Lean Warehousing* dan pemanfaatan *lean tools* banyak berfokus pada industri manufaktur, ritel, dan *e-commerce*, sementara pada industri kargo masih relatif terbatas. Penelitian yang membahas pergudangan kargo juga umumnya belum secara menyeluruh dikaitkan dengan identifikasi *waste*, analisis akar penyebab *waste*, dan penyusunan usulan perbaikan dalam satu pendekatan yang terintegrasi. Gudang industri kargo memiliki karakteristik operasional yang spesifik, seperti ketidakseimbangan arus barang masuk (*inbound*) dan barang keluar (*outbound*), terjadinya penumpukan barang (*backlog*), dan kompleksitas pergerakan barang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui penerapan *Lean Warehousing* untuk mengidentifikasi *waste*, menganalisis faktor penyebabnya, dan merancang usulan perbaikan yang sesuai dengan karakteristik operasional gudang industri kargo.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: 1) Mengidentifikasi sumber *waste* yang terjadi pada aktivitas pengelolaan barang di gudang industri kargo. 2) Memberikan usulan perbaikan pada aktivitas pergudangan untuk meminimalkan *waste* dan meningkatkan produktivitas dengan pendekatan *Lean Warehousing*.

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Penelitian dibatasi pada satu lokasi gudang distribusi dan tidak mencakup seluruh gudang perusahaan. 2) Aktivitas yang dianalisis

hanya mencakup pengelolaan barang di dalam gudang (*inbound*, *backlog*, dan *outbound*), dan tidak mencakup transportasi eksternal maupun pengiriman. 3) Data penelitian dibatasi pada periode Januari-Maret 2025. 4) Fokus penelitian diarahkan pada produktivitas pengelolaan barang di gudang dan tidak membahas aspek biaya, sumber daya manusia (SDM), dan lain-lain. 5) Sumber data diperoleh dari observasi lapangan, data operasional perusahaan, dan wawancara dengan staf gudang.

Secara teoritis, penelitian ini dapat memberikan pemahaman akademis mengenai bagaimana konsep *Lean Thinking*, *Lean Warehousing*, dan *Lean tools* dapat diadaptasi secara spesifik untuk mengatasi masalah di gudang kargo, seperti ketidakseimbangan *inbound-outbound*, *backlog*, dan tuntutan prioritas dari mitra. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait peningkatan efisiensi dan produktivitas pada sistem pergudangan kargo.

Secara praktis, penelitian ini memberikan manfaat langsung bagi perusahaan jasa kargo sebagai dasar perbaikan operasional gudang. Usulan perbaikan yang dihasilkan diharapkan membantu perusahaan dalam menurunkan *backlog*, memperlancar aliran barang, meningkatkan produktivitas operasional, serta memperkuat respons terhadap kebutuhan pelanggan dan prioritas pengiriman. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai landasan penerapan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) pada operasional pergudangan perusahaan.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data yang sesuai dengan kebutuhan analisis pada operasional gudang kargo. Data yang dikumpulkan difokuskan pada data utama, yaitu data barang masuk dan data barang keluar. Kedua data tersebut dipilih karena dapat menggambarkan kondisi aktual aliran barang pada gudang perusahaan objek penelitian, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk memahami permasalahan operasional yang terjadi. Selain itu, pemahaman terhadap kondisi aktual gudang juga diperkuat melalui observasi lapangan dan wawancara dengan staf gudang sebagai pendukung.

Data barang masuk dan data barang keluar diperoleh dari data operasional perusahaan objek penelitian pada periode Januari–Maret 2025. Data barang masuk digunakan untuk menggambarkan aliran barang yang diterima gudang, sedangkan data barang keluar digunakan untuk menggambarkan aliran barang yang diproses keluar dari gudang. Kedua data tersebut menjadi landasan awal dalam melihat kondisi *existing* operasional gudang dan mendukung tahapan analisis.

Pengolahan Data

Data yang telah dimiliki dalam penelitian ini selanjutnya diolah untuk menjawab tujuan penelitian. Tahapan ini dilakukan untuk mengubah data operasional yang diperoleh dari gudang objek penelitian menjadi informasi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi *waste*, menganalisis faktor penyebabnya, serta menyusun usulan perbaikan yang sesuai dengan kondisi operasional gudang industri kargo.

Tahapan pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan. Tahap awal dimulai dengan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk memetakan aktivitas

operasional gudang dan mengidentifikasi *waste* yang muncul pada proses pengelolaan barang (Putra & Rochmoeljati, 2024). Setelah *waste* teridentifikasi, pengolahan dilanjutkan dengan *fishbone diagram* untuk menelusuri faktor penyebabnya (Putra & Rochmoeljati, 2024). Selanjutnya, digunakan *ABC Classification* untuk mengelompokkan barang berdasarkan frekuensi pergerakannya sebagai dasar dalam menentukan prioritas penempatan barang (Gonzales dkk., 2023). Hasil klasifikasi tersebut kemudian menjadi dasar dalam perancangan *layout* usulan dengan metode *Systematic Layout Planning* (SLP) (Torres-Paredes dkk., 2022; Zakirah dkk., 2018). *Layout* yang dihasilkan selanjutnya dievaluasi kembali dengan melakukan analisis *travel time* untuk membandingkan efisiensi perpindahan antar area, serta evaluasi expert digunakan untuk menilai kesesuaian dan implementasi usulan perbaikan (Firmansyah, 2020). Dengan demikian, proses pengolahan data dalam penelitian ini tidak hanya berfokus pada identifikasi masalah, tetapi juga pada penyusunan dan evaluasi usulan perbaikan yang sesuai dengan kebutuhan operasional gudang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan dalam penelitian ini untuk menunjukkan hasil pemetaan aktivitas operasional pada proses *inbound* dan *outbound*, mengelompokkan jenis aktivitas, serta mengidentifikasi aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah. Melalui pendekatan ini, kondisi aktual aliran proses pada operasional gudang dapat dianalisis secara lebih detail, terutama untuk mengetahui bagian proses yang berpotensi menimbulkan pemborosan. Dengan demikian, PAM menjadi tahap awal dalam analisis dalam menentukan *waste* dominan yang akan dibahas pada tahap berikutnya (Fitriasari dkk., 2025; Putra & Rochmoeljati, 2024).

Berdasarkan hasil pemetaan aktivitas, total aktivitas yang teridentifikasi pada operasional gudang berjumlah 50 aktivitas dengan total waktu proses sebesar 375 menit. Dari total waktu dan aktivitas tersebut, proses *inbound* terdiri dari 34 aktivitas dengan total waktu 243 menit, sedangkan proses *outbound* terdiri dari 16 aktivitas dengan total waktu 132 menit. Hasil ini menunjukkan bahwa proses operasional gudang masih terdiri atas rangkaian aktivitas yang cukup panjang, terutama pada tahap penerimaan, penanganan awal, penyimpanan, dan pengeluaran barang. Untuk memberikan gambaran awal mengenai distribusi aktivitas dalam operasional gudang, jenis aktivitas pada gudang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Frekuensi dan Waktu Aktivitas

No.	Aktivitas	Frekuensi	Persentase Frekuensi	Waktu (menit)	Persentase waktu
1	<i>Operation</i>	20	40%	150	40%
2	<i>Transportation</i>	9	18%	52	14%
3	<i>Inspection</i>	13	26%	48	13%
4	<i>Delay</i>	6	12%	60	16%
5	<i>Storage</i>	2	4%	65	17%
Total		50	100%	375	100%

Berdasarkan Tabel 1, jenis aktivitas *operation* memiliki frekuensi tertinggi dengan 20 aktivitas, dengan total waktu 150 menit atau 40% dari total waktu proses. Temuan ini

menunjukkan bahwa aktivitas utama operasional gudang memang masih mendominasi aliran proses. Aktivitas *storage* dan *delay* juga menunjukkan proporsi waktu yang cukup besar, masing-masing sebesar 17% dan 16%. Hal ini mengindikasikan bahwa waktu proses tidak hanya terserap oleh aktivitas utama, tetapi juga cukup banyak dari aktivitas penyimpanan sementara dan waktu tunggu, yang secara operasional dapat menghambat kelancaran aliran barang.

Selain dianalisis berdasarkan jenis aktivitas, hasil PAM juga dianalisis berdasarkan kategori nilai tambah, untuk melihat aktivitas yang memberikan nilai tambah pada proses operasional gudang. Rekapitulasi aktivitas berdasarkan kategori nilai tambah ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Frekuensi dan Waktu Nilai Tambah

No.	Jenis Aktivitas	Frekuensi	Persentase Frekuensi	Waktu (menit)	Persentase waktu
1	<i>Value Added</i> (VA)	5	10%	90	24%
2	<i>Non-Value Added</i> (NVA)	12	24%	100	26,7%
3	<i>Necessary Non-Value Added</i> (NNVA)	33	66%	185	49,3%
Total		50	100%	375	100%

Berdasarkan Tabel 2, kategori *Necessary Non-Value Added* (NNVA) memiliki nilai terbesar dengan 33 aktivitas dari total aktivitas, dengan total waktu 185 menit atau 49,3% dari total waktu proses. Sementara itu, kategori *Non-Value Added* (NVA) terdiri atas 12 aktivitas dengan total waktu 100 menit atau 26,7%, berikutnya kategori *Value Added* (VA) hanya terdiri dari 5 aktivitas dengan total waktu 90 menit atau 24%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas operasional gudang belum secara langsung memberikan nilai tambah, melainkan masih berupa aktivitas pendukung dan aktivitas yang berpotensi menimbulkan pemborosan.

Selanjutnya, analisis PAM juga digunakan untuk mengidentifikasi jenis *waste* yang paling dominan pada operasional gudang. Rekapitulasi jenis *waste* berdasarkan frekuensi kemunculan dan waktu proses ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Frekuensi dan Waktu Jenis Waste

No.	Aktivitas	Frekuensi	Persentase Frekuensi	Waktu (menit)	Persentase waktu
1	<i>Overproduction</i>	0	0%	0	0%
2	<i>Waiting</i>	8	18,2%	92,5	28,4%
3	<i>Transport</i>	10	22,7%	52,5	16,1%
4	<i>Overprocessing</i>	8	18,2%	29	8,9%
5	<i>Inventory</i>	2	4,6%	35	10,7%
6	<i>Motion</i>	12	27,3%	99,5	30,5%
7	<i>Defect</i>	4	9,1%	17,5	5,4%
Total		44	100%	326	100%

Rekapitulasi jenis *waste* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemborosan dominan dalam operasional gudang adalah *motion*, *waiting*, dan *transport*. *Motion* memiliki frekuensi tertinggi, yaitu 12 kejadian dengan total waktu 99,5 menit atau 30,5%. Selanjutnya, *waiting* memiliki frekuensi 8 kejadian dengan waktu sebesar 92,5 menit atau 28,4%, sedangkan *transport* memiliki frekuensi 10 kejadian dengan total waktu 52,5 menit atau 16,1%. Ketiga *waste*

tersebut menunjukkan bahwa sumber utama inefisiensi pada gudang berkaitan dengan gerakan operator yang berlebih, waktu tunggu dalam aliran proses, dan perpindahan barang yang belum efisien. Di sisi lain, *waste* seperti *overproduction* tidak ditemukan, sedangkan *inventory*, *overprocessing*, dan *defect* tetap muncul tetapi dengan kontribusi yang relatif kecil. Dengan demikian, ketiga *waste* dominan tersebut menjadi fokus utama dalam analisis lanjutan penelitian ini.

Secara keseluruhan, hasil analisis PAM menunjukkan bahwa permasalahan utama pada operasional gudang tidak hanya terletak pada banyaknya aktivitas, tetapi juga pada bagaimana aktivitas tersebut tersusun dalam aliran proses. Dominasi aktivitas NNVA serta tingginya *waste motion*, *waiting*, dan *transport* menunjukkan bahwa pemborosan pada gudang lebih banyak dipengaruhi oleh pola gerak operator, waktu tunggu antarproses, dan perpindahan barang yang belum efisien.

Analisis Fishbone Diagram

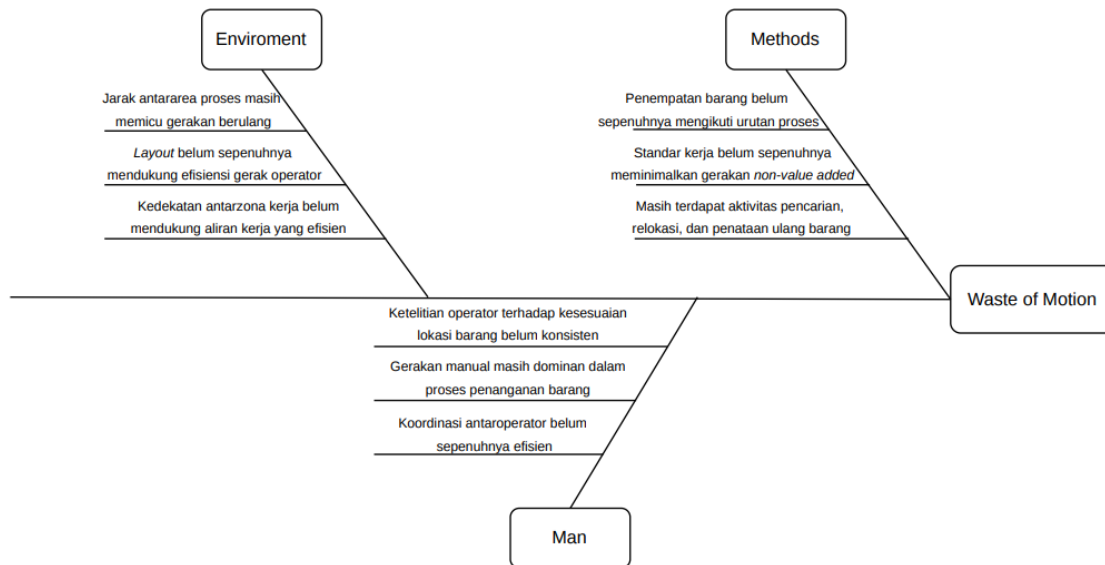
Setelah *waste* diidentifikasi melalui *Process Activity Mapping* (PAM), tahap berikutnya adalah menelusuri faktor penyebab dari pemborosan menggunakan *fishbone diagram*. Dalam penelitian ini, analisis faktor penyebab difokuskan pada tiga *waste* dominan, yaitu *motion*, *waiting*, dan *transport*, karena ketiganya memiliki kontribusi paling besar terhadap inefisiensi operasional gudang. Dengan demikian, analisis *fishbone diagram* digunakan untuk memperjelas seluruh faktor yang menyebabkan pemborosan pada aliran operasional gudang (Putra & Rochmoeljati, 2024).

Fishbone diagram disusun dengan mengelompokkan faktor penyebab ke dalam enam kategori utama, yaitu *man*, *method*, *machine*, *material*, *measurement*, dan *environment* (Putra & Rochmoeljati, 2024). Pengelompokan ini digunakan agar setiap penyebab pemborosan dapat dianalisis secara terstruktur sesuai dengan kondisi aktual operasional gudang. Dengan demikian, hasil analisis pada *fishbone diagram* menjadi dasar untuk memahami faktor penyebab dari pemborosan sekaligus menjadi dasar dalam pembuatan usulan perbaikan yang lebih tepat.

Analisis Waste of Motion

Waste of motion merupakan pemborosan yang muncul akibat gerakan operator yang berlebih dan tidak secara langsung memberikan nilai tambah terhadap proses. Dalam operasional gudang, pemborosan ini terlihat dari aktivitas operator yang masih harus melakukan pencarian barang secara berulang, mengambil barang dari lokasi yang kurang strategis, serta perpindahan antar area kerja yang belum efisien. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pekerjaan operator belum sepenuhnya digunakan untuk aktivitas utama yang mendukung kelancaran aliran barang (Putra & Rochmoeljati, 2024).

Berdasarkan hasil analisis *fishbone*, *waste of motion* dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan. *Method*, pemborosan terjadi karena penempatan barang belum sepenuhnya mempertimbangkan frekuensi pergerakan dan urutan aliran operasional. *Environment*, tata letak gudang yang belum efisien menyebabkan operator harus menempuh jalur yang lebih jauh dari seharusnya. *Man*, operator harus bekerja dalam pola perpindahan berulang antar titik proses. Faktor penyebab *waste of motion* ditunjukkan pada Gambar 1.



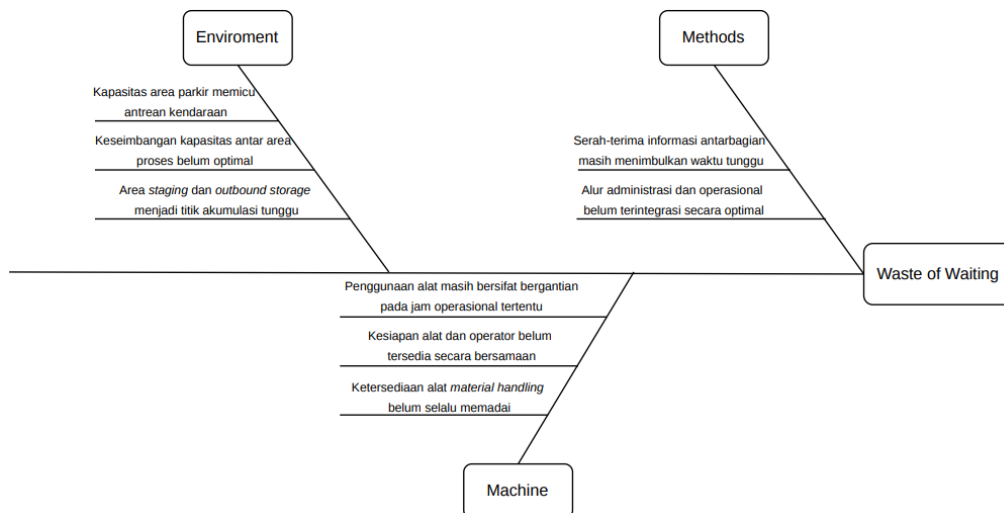
Gambar 1. *Waste of Motion*

Hasil ini menunjukkan bahwa *waste of motion* tidak hanya disebabkan oleh gerakan operator itu sendiri, tetapi juga oleh tata letak gudang dan sistem penempatan barang yang belum mendukung aliran kerja yang efisien. Dengan demikian, untuk mengurangi *waste of motion* perlu diarahkan pada perbaikan tata letak dan prioritas penempatan barang, sehingga perpindahan operator dapat berlangsung lebih singkat, lebih terarah, dan lebih efisien.

Analisis *Waste of Waiting*

Waste of waiting merupakan pemborosan yang terjadi ketika barang atau proses harus menunggu sebelum dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya. Pada operasional gudang, pemborosan ini terlihat dari adanya waktu tunggu pada aliran proses, penumpukan barang pada titik tertentu, serta keterlambatan penanganan yang menyebabkan barang tidak langsung bergerak ke proses selanjutnya. Kondisi ini berkontribusi terhadap meningkatnya *backlog* dan menghambat kelancaran aliran barang dari *inbound* ke *outbound* (Putra & Rochmoeljati, 2024).

Berdasarkan hasil analisis *fishbone*, *waste of waiting* dipengaruhi oleh beberapa faktor utama. *Method*, waktu tunggu terjadi karena alur proses antar area belum tersusun secara optimal dan belum sepenuhnya mendukung perpindahan barang yang lancar. *Environment*, penempatan area yang belum terintegrasi dengan baik menyebabkan terjadinya titik-titik penumpukan barang. *Measurement*, belum adanya penataan berbasis prioritas pergerakan menyebabkan barang dengan frekuensi tinggi belum selalu berada pada lokasi yang mendukung penanganan cepat. Faktor penyebab *waste of waiting* ditunjukkan pada Gambar 2.



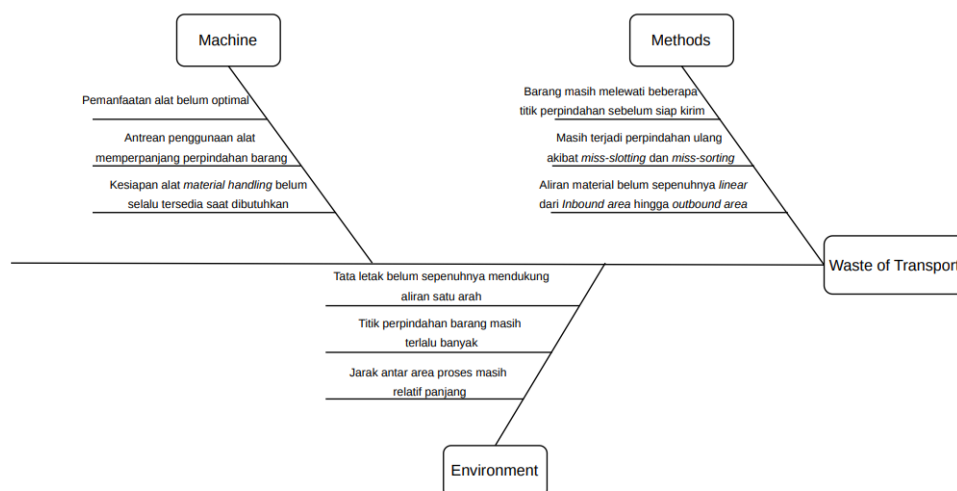
Gambar 2. Waste of Waiting

Hasil ini menunjukkan *waste of waiting* tidak terjadi secara mandiri, tetapi berkaitan dengan ketidakseimbangan aliran barang dan belum optimalnya pengaturan area gudang. Dengan demikian, pengurangan *waste of waiting* memerlukan perbaikan pada aliran proses dan pengaturan area kerja agar perpindahan barang tidak terhambat oleh penumpukan maupun ketidaksiapan proses lanjutan.

Analisis Waste of Transport

Waste of transport merupakan pemborosan yang terjadi akibat perpindahan barang yang terlalu jauh dan berulang. Pada operasional gudang, pemborosan ini terlihat dari aliran perpindahan barang antar area yang masih panjang dan belum sepenuhnya mendukung urutan proses yang efektif, sehingga barang masih harus melewati perpindahan berulang yang sebenarnya dapat dikurangi.

Berdasarkan hasil analisis *fishbone*, *waste of transport* dipengaruhi oleh beberapa faktor. *Environment*, tata letak gudang yang belum optimal menyebabkan hubungan antar area kerja belum mendukung perpindahan barang yang efektif. *Method*, alur penanganan barang masih menimbulkan perpindahan berulang pada proses tertentu. *Machine*, pemanfaatan alat *material handling* belum optimal untuk meminimalkan perpindahan barang dengan frekuensi tinggi. Faktor penyebab *waste of transport* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Waste of Transport

Hasil ini menunjukkan bahwa *waste of transport* terutama berkaitan dengan tata letak gudang dan hubungan antar area yang belum sepenuhnya dirancang berdasarkan pola aliran barang. Dengan demikian, pengurangan *waste of transport* perlu diarahkan pada perbaikan tata letak dan pengaturan aliran material agar perpindahan barang dapat berlangsung lebih efisien.

Secara keseluruhan, hasil analisis *fishbone diagram* menunjukkan bahwa *waste motion*, *waiting*, dan *transport* pada operasional gudang dipengaruhi oleh kombinasi faktor metode kerja, penataan area, pola aliran barang, dan pelaksanaan operasional di lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa pemborosan pada gudang tidak dapat diselesaikan hanya dengan memperbaiki satu aktivitas tertentu, tetapi memerlukan usulan perbaikan yang mampu menjawab hubungan antar faktor penyebab tersebut.

Analisis ABC Classification

Setelah faktor penyebab *waste* dianalisis melalui *fishbone diagram*, tahap berikutnya adalah *ABC Classification* untuk mengetahui prioritas pergerakan barang dalam operasional gudang. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan berdasarkan area tujuan pengiriman, sehingga dapat diketahui area pengiriman yang paling dominan dan perlu diprioritaskan penempatannya. Dengan pendekatan ini, penempatan barang dapat diarahkan secara lebih objektif, terutama dengan menempatkan barang yang paling sering bergerak pada area yang lebih dekat dengan jalur operasional utama (Gonzales dkk., 2023; Torres-Paredes dkk., 2022).

Analisis *ABC Classification* dilakukan pada aliran utama operasional gudang, yaitu *inbound* dan *outbound*. Pengelompokan pada area *inbound* digunakan untuk melihat area tujuan pengiriman yang paling dominan diterima oleh gudang, sedangkan pada area *outbound* digunakan untuk melihat tujuan pengiriman yang paling banyak diproses keluar dari gudang. Hasil klasifikasi ini tidak hanya menunjukkan pola pergerakan barang yang terjadi, tetapi juga memberikan dasar yang lebih objektif dalam menentukan prioritas penempatan barang pada *layout* usulan.

ABC Classification Inbound

Pada area *inbound*, *ABC Classification* dilakukan untuk mengelompokkan tujuan pengiriman berdasarkan frekuensi pergerakan barang masuk selama periode pengamatan. Pengelompokan ini bertujuan untuk mengidentifikasi tujuan yang paling banyak diterima oleh Gudang. Hasil *ABC Classification* pada area *inbound* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil ABC Classification Inbound

No	Tujuan	Frekuensi Pergerakan	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)	ABC Classification
1	Jakarta (Mitra)	495.176	71,3%	71,3%	A
2	Jakarta	117.800	17,0%	88,3%	B
3	Tangerang	47.735	6,9%	95,2%	B
4	Bekasi	17.190	2,5%	97,6%	C
5	Bogor	9.095	1,3%	98,9%	C
6	Depok	7.364	1,1%	100%	C
Total		694.360	100%		

Berdasarkan Tabel 4, kelompok Jakarta (Mitra) memiliki frekuensi pergerakan tertinggi, yaitu 71,3% dari total pergerakan barang masuk, sehingga menjadi prioritas utama dalam penempatan barang pada area *inbound*. Selanjutnya, Jakarta dan Tangerang termasuk

klasifikasi B dengan kontribusi masing-masing sebesar 17,0% dan 6,9%, sedangkan Bekasi, Bogor, dan Depok termasuk klasifikasi C dengan kontribusi kumulatif yang relatif kecil.

Hasil ini menunjukkan bahwa pergerakan barang masuk terkonsentrasi pada tujuan tertentu, sehingga penempatan barang perlu mempertimbangkan pola frekuensi tersebut agar proses penerimaan dan penanganan awal barang dapat berlangsung lebih efisien. Dengan penempatan seperti itu, proses penerimaan, penanganan awal, dan perpindahan barang masuk dapat berlangsung dengan aliran yang lebih singkat dan lebih efisien. Oleh karena itu, hasil *ABC Classification inbound* memperlihatkan bahwa area Jakarta (Mitra) menjadi prioritas utama dalam pengaturan penempatan barang pada area *inbound*.

ABC Classification Outbound

Selain pada area *inbound*, *ABC Classification* juga dilakukan pada area *outbound* untuk mengetahui kelompok tujuan pengiriman yang memiliki frekuensi paling tinggi. Pengelompokan ini penting karena area *outbound* berkaitan langsung dengan kecepatan proses pengiriman barang. Hasil *ABC Classification* pada area *outbound* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *ABC Classification Outbound*

No	Tujuan	Frekuensi Pergerakan	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)	ABC Classification
1	Jakarta (Mitra)	374635	60,26%	60,26%	A
2	Jakarta	132402	21,29%	81,55%	A
3	Tangerang	44579	7,17%	88,72%	B
4	Bekasi	33978	5,46%	94,18%	B
5	Bogor	23833	3,83%	98,01%	C
6	Depok	12218	1,99%	100,00%	C
Total		621645	100%		

Berdasarkan Tabel 5, klasifikasi A terdiri atas Jakarta (Mitra) dengan frekuensi pergerakan sebesar 60,26% dan Jakarta sebesar 21,29%. Kedua kelompok ini secara kumulatif memberikan kontribusi sebesar 81,55% terhadap total frekuensi pergerakan barang keluar. Selanjutnya, klasifikasi B terdiri atas Tangerang sebesar 7,17% dan Bekasi sebesar 5,46%, sehingga persentase kumulatif mencapai 94,18%. Adapun klasifikasi C terdiri atas Bogor sebesar 3,83% dan Depok sebesar 1,99%, dengan kontribusi yang relatif lebih kecil terhadap total pergerakan barang keluar.

Hasil ini menunjukkan bahwa pergerakan barang *outbound* terkonsentrasi pada tujuan tertentu, sehingga penempatan barang perlu mengikuti pola frekuensi tersebut. Dengan penempatan seperti ini, proses pencarian, pengambilan, dan perpindahan barang menuju kendaraan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan lebih terarah. Oleh karena itu, hasil *ABC Classification outbound* menunjukkan bahwa kelompok Jakarta (Mitra) dan Jakarta perlu menjadi prioritas utama dalam penempatan barang pada area *outbound*.

Hasil analisis *ABC Classification* menunjukkan bahwa pergerakan barang pada operasional gudang, baik pada area *inbound* maupun *outbound*, terkonsentrasi pada kelompok tujuan pengiriman tertentu. Pada area *inbound*, konsentrasi utama terdapat pada Jakarta (Mitra), sedangkan pada area *outbound* konsentrasi utama terdapat pada Jakarta (Mitra) dan Jakarta. Hal ini menunjukkan bahwa prioritas penempatan barang di dalam gudang perlu disusun berdasarkan pola pergerakan aktual agar aliran barang dapat berlangsung lebih singkat,

lebih terarah, dan lebih sesuai dengan kebutuhan operasional. Dengan demikian, hasil *ABC Classification* pada subbab ini menjadi dasar penting dalam penyusunan *layout* usulan pada tahap *Systematic Layout Planning* (SLP).

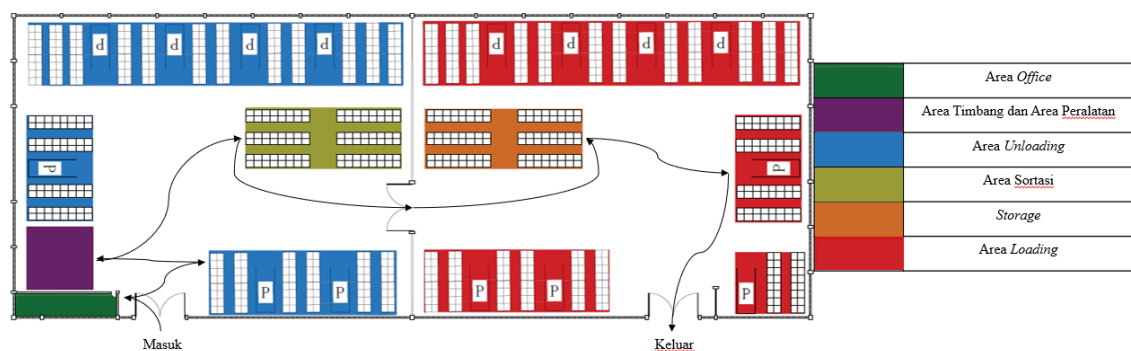
Analisis *Systematic Layout Planning* (SLP)

Setelah prioritas pergerakan barang ditentukan dengan *ABC Classification*, tahapan berikutnya adalah pembuatan *layout* usulan menggunakan *Systematic Layout Planning* (SLP). Pada penelitian ini, SLP digunakan untuk menerjemahkan hasil analisis aliran proses dan prioritas penempatan barang ke dalam rancangan tata letak gudang yang lebih sesuai dengan kebutuhan operasional (Torres-Paredes dkk., 2022; Zakirah dkk., 2018).

Analisis dan pembahasan SLP disusun secara bertahap melalui *workflow diagram*, *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), dan *layout* usulan. Keempat tahapan tersebut saling berkaitan, karena masing-masing menunjukkan bagaimana aliran proses operasional diolah menjadi hubungan kedekatan antar area, lalu diterjemahkan ke dalam rancangan tata letak gudang yang lebih terstruktur.

Workflow Diagram

Tahap awal dalam perancangan *layout* usulan dilakukan melalui penyusunan *workflow diagram*. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan aliran perpindahan barang antar area pada operasional gudang, mulai dari proses *inbound* sampai *outbound*. Dengan *workflow diagram*, hubungan antar area yang saling terlibat dalam aliran utama dapat dipahami secara lebih jelas, sehingga menjadi dasar dalam melihat kebutuhan kedekatan antar area pada *layout* usulan. Hasil *workflow diagram* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Workflow Diagram

Sumber: Dibuat oleh peneliti

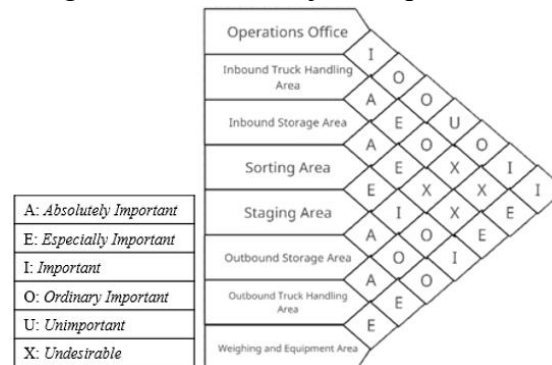
Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa terdapat beberapa hubungan perpindahan yang cukup kuat antar area dalam operasional gudang, khususnya area penerimaan barang, penyortiran, penyimpanan sementara, area *outbound*, dan penanganan kendaraan. Area-area ini membentuk aliran utama barang memiliki kebutuhan kedekatan yang lebih tinggi dibandingkan area yang hanya berfungsi sebagai pendukung. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin sering hubungan perpindahan terjadi antar dua area, maka semakin besar pula kebutuhan untuk menempatkan kedua area tersebut secara berdekatan pada *layout* usulan.

Selain itu, *workflow diagram* juga menunjukkan bahwa pada kondisi *existing* masih terdapat potensi perpindahan yang berulang apabila hubungan antar area tidak disusun dengan baik. Temuan ini sejalan dengan hasil analisis sebelumnya yang menunjukkan adanya *waste*

motion, waiting, dan transport. Oleh karena itu, *workflow diagram* menjadi dasar awal untuk menentukan hubungan kedekatan antar area pada tahap berikutnya.

Activity Relationship Chart (ARC)

Setelah aliran proses operasional digambarkan dengan *workflow diagram*, tahap selanjutnya adalah menyusun *Activity Relationship Chart* (ARC). ARC digunakan untuk menilai tingkat kebutuhan kedekatan antar area kerja berdasarkan hubungan aktivitas dan kebutuhan operasional gudang. Hasil ARC ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4. Activity Relationship Chart

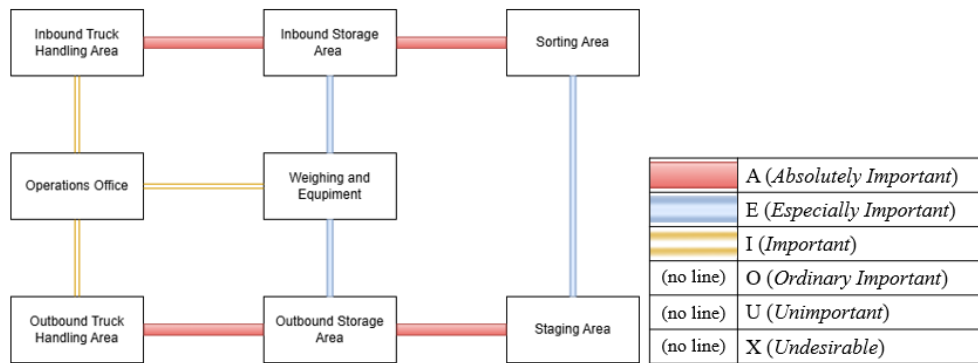
Sumber: Dibuat oleh peneliti

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa beberapa area memiliki hubungan kedekatan yang tinggi karena terhubung langsung dalam aliran proses utama. Area yang berkaitan dengan penerimaan barang, penyortiran, penyimpanan sementara, penyimpanan barang keluar, dan penanganan barang keluar menunjukkan hubungan operasional yang lebih erat dibandingkan area pendukung lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa area-area tersebut perlu diprioritaskan untuk ditempatkan saling berdekatan agar perpindahan barang dapat berlangsung lebih singkat dan lebih efisien.

Hasil ARC juga menunjukkan bahwa tidak semua area harus ditempatkan berdekatan. Beberapa area hanya memiliki hubungan operasional biasa, sedangkan area tertentu tidak memerlukan kedekatan secara langsung. Hal ini penting karena rancangan *layout* yang baik tidak hanya ditentukan oleh area yang harus didekatkan, tetapi juga oleh kemampuan untuk membedakan area yang memang perlu diprioritaskan dan area yang tidak memerlukan kedekatan khusus. Hasil kedekatan pada ARC kemudian digunakan sebagai dasar dalam pembuatan ARD pada tahap berikutnya.

Activity Relationship Diagram (ARD)

Setelah tingkat kedekatan antar area ditentukan melalui *Activity Relationship Chart* (ARC), tahap berikutnya adalah membuat *Activity Relationship Diagram* (ARD). Pada penelitian ini, ARD digunakan untuk memvisualisasikan hubungan kedekatan antar area, sehingga susunan antar area mulai dapat digambarkan secara lebih jelas. Hasil ARD ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Activity Relationship Diagram

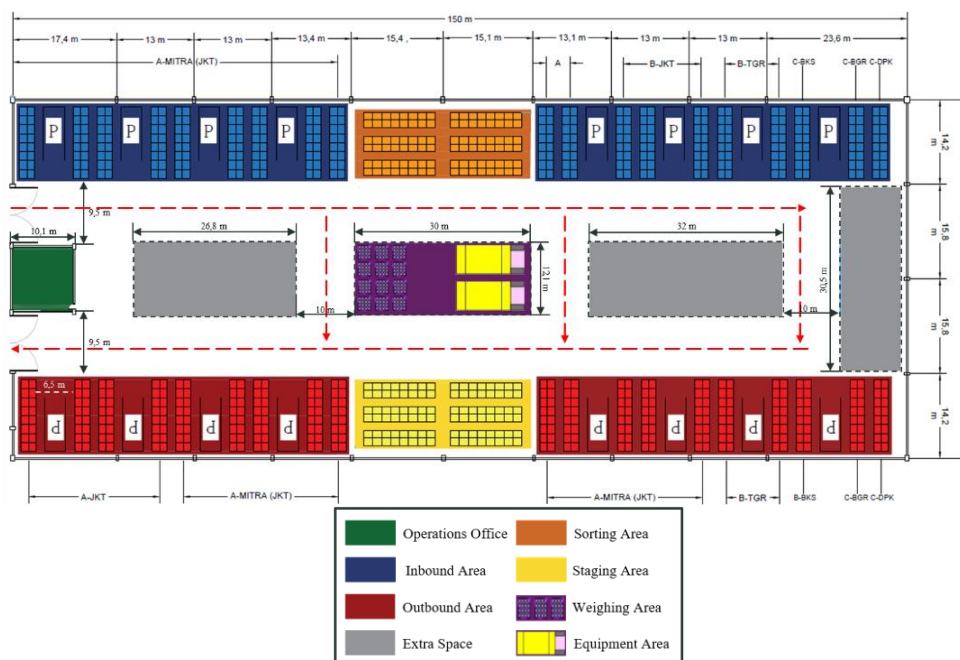
Sumber: Dibuat oleh peneliti

Berdasarkan Gambar 6, terlihat bahwa area-area yang terlibat langsung dalam aliran utama barang membentuk hubungan yang lebih erat dibandingkan area pendukung. Hal ini menunjukkan bahwa susunan tata letak usulan perlu memprioritaskan kedekatan antar area inti agar aliran barang dapat berlangsung lebih singkat dan lebih lancar. Sebaliknya, area yang tidak memiliki hubungan operasional kuat tidak perlu ditempatkan terlalu dekat, sehingga penyusunan ruang tetap efisien dan tidak menimbulkan penggunaan area yang kurang efektif.

Dengan demikian, ARD tidak hanya berfungsi sebagai visualisasi hubungan kedekatan antar area, tetapi juga sebagai dasar awal dalam membuat rancangan *layout* usulan yang lebih sesuai dengan kebutuhan operasional gudang. Hasil ARD kemudian digunakan sebagai dasar dalam pembuatan *layout* usulan pada tahap berikutnya.

Layout Usulan

Tahap akhir dalam analisis SLP adalah pembahasan *layout* usulan yang telah dibuat berdasarkan *workflow diagram*, ARC, ARD, serta hasil dari *ABC Classification*. Pada penelitian ini, *layout* usulan dibuat untuk memperbaiki hubungan antar area kerja dan menyesuaikan prioritas penempatan barang. Hasil *layout* usulan ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 6. Layout Usulan Gudang

Sumber: Dibuat oleh peneliti

Berdasarkan Gambar 7, *layout* usulan menunjukkan bahwa area yang memiliki hubungan operasional tinggi ditempatkan lebih berdekatan dibandingkan kondisi *existing*. Susunan ini mendukung aliran perpindahan barang yang lebih langsung dari proses *inbound* menuju area *sorting* dan *staging*, kemudian berlanjut ke area *outbound*. Penempatan ini penting karena hubungan antar area yang lebih dekat akan membantu mengurangi jalur perpindahan yang tidak perlu dan membuat aliran barang menjadi lebih jelas.

Hasil *ABC Classification* juga telah diintegrasikan ke dalam *layout* usulan. Barang dengan frekuensi pergerakan tinggi diprioritaskan untuk ditempatkan pada area yang lebih dekat dengan jalur utama operasional, sehingga proses pencarian, pengambilan, dan perpindahan barang dapat dilakukan dengan waktu yang lebih singkat. Sebaliknya, barang dengan frekuensi pergerakan yang lebih rendah ditempatkan pada area dengan prioritas kedekatan yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa *layout* usulan tidak hanya disusun berdasarkan hubungan antar area, tetapi juga mempertimbangkan pola pergerakan aktual barang di dalam gudang.

Hasil analisis SLP menunjukkan bahwa *layout* usulan telah disusun dengan mempertimbangkan aliran proses, hubungan kedekatan antar area, dan prioritas pergerakan barang secara lebih terintegrasi. Dengan susunan seperti ini, *layout* usulan diharapkan mampu mengurangi perpindahan yang tidak perlu, memperlancar aliran barang, dan mendukung pengurangan *waste motion*, *waiting*, dan *transport* yang sebelumnya telah diidentifikasi.

Analisis Perhitungan Travel Time

Setelah *layout* usulan dibuat, tahapan berikutnya adalah mengevaluasi efisiensinya melalui analisis *travel time*. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui apakah perubahan area pada *layout* usulan mampu mengurangi waktu perpindahan barang dibandingkan kondisi *existing*. Dalam penelitian ini, *travel time* digunakan sebagai alat ukur kuantitatif untuk menilai efisiensi perpindahan antar area, sehingga perbedaan kedua *layout* dapat dilihat secara lebih jelas dan dapat diukur (Firmansyah, 2020).

Perbandingan *travel time* dilakukan berdasarkan hasil perhitungan pada *layout existing* dan *layout* usulan. Melalui perbandingan ini, dapat diketahui apakah usulan perbaikan tata letak yang dirancang memberikan dampak nyata terhadap kelancaran aliran barang di dalam gudang. Dengan demikian, pembahasan ini difokuskan pada hasil rekapitulasi total *travel time* sebagai dasar untuk menilai efisiensi *layout* usulan.

Berdasarkan hasil perhitungan, total *travel time* pada *layout existing* adalah 15.375 detik, sedangkan total *travel time* pada *layout* usulan adalah 14.041 detik. Rekapitulasi hasil perbandingan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Total Travel Time

Keterangan	Layout Awal (s)	Layout Usulan (s)	Selisih (s)	Penurunan (%)
Total travel time	15375	14041	1.334	8,68%

Berdasarkan Tabel 6, terjadi penurunan *travel time* sebesar 1.334 detik atau 8,68% setelah dilakukan perbaikan tata letak. Hasil ini menunjukkan bahwa *layout* usulan mampu memberikan efisiensi perpindahan yang lebih baik dibandingkan dengan *layout existing*. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa susunan area pada *layout* usulan telah sesuai dengan

kebutuhan operasional gudang, terutama dalam mendukung hubungan antar area yang memiliki intensitas perpindahan tinggi.

Penurunan *travel time* ini menunjukkan bahwa aliran barang pada *layout* usulan menjadi lebih singkat dan lebih terarah. Area-area yang memiliki hubungan operasional kuat ditempatkan lebih berdekatan, sedangkan area dengan frekuensi pergerakan tinggi diprioritaskan pada posisi yang lebih dekat dengan jalur utama operasional. Susunan ini membuat proses perpindahan barang menjadi lebih efisien, sehingga waktu yang dibutuhkan dapat ditekan dan potensi pemborosan akibat *motion*, *waiting*, dan *transport* dapat dikurangi.

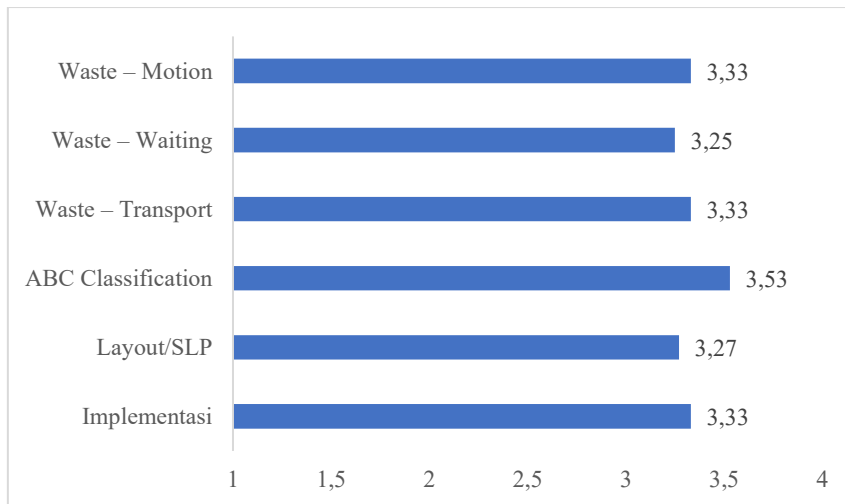
Hasil ini juga menunjukkan bahwa usulan *layout* yang disusun melalui integrasi *ABC Classification* dan SLP tidak hanya lebih baik secara konseptual, tetapi juga memberikan hasil yang lebih efisien secara kuantitatif. Dengan kata lain, perbaikan tata letak yang diusulkan tidak hanya mengubah susunan area secara visual, tetapi juga memberikan dampak nyata terhadap efisiensi perpindahan barang pada operasional gudang.

Secara keseluruhan, hasil analisis perbandingan *travel time* menunjukkan bahwa *layout* usulan memiliki kinerja perpindahan yang lebih baik dibandingkan kondisi *existing*. Oleh karena itu, hasil ini menjadi dasar penting untuk tahap berikutnya, yaitu evaluasi *expert*, guna menilai apakah usulan perbaikan yang dirancang tidak hanya efisien secara analitis, tetapi juga sesuai dan layak untuk diterapkan pada operasional gudang industri kargo.

Evaluasi Expert

Tahap berikutnya adalah evaluasi yang dilakukan oleh *expert* untuk menilai kesesuaian dan kelayakan implementasi usulan perbaikan yang telah disusun. Evaluasi ini penting karena hasil analisis sebelumnya menunjukkan bahwa *layout* usulan lebih efisien secara kuantitatif, sehingga diperlukan penilaian lanjutan dari pihak gudang yang paham operasional gudang untuk memastikan bahwa usulan tersebut juga sesuai dengan kebutuhan operasional. Evaluasi dilakukan oleh tiga orang *expert* yang memahami aktivitas operasional gudang, terdiri dari dua supervisor dan satu kepala gudang, dengan pengalaman kerja rentang enam hingga delapan tahun pada gudang kargo. Aspek yang dinilai pada kuesioner adalah kemampuan rancangan perbaikan dalam mengurangi *waste (motion, waiting, dan transport)*, kesesuaian penerapan *ABC Classification*, rancangan *layout* dengan SLP, serta kelayakan implementasi usulan perbaikan pada operasional gudang.

Penilaian dilakukan menggunakan skala 1 sampai 4, di mana semakin tinggi nilai yang diberikan, semakin tinggi pula tingkat persetujuan terhadap pernyataan yang diajukan. Dalam penelitian ini, nilai 1,00–1,75 diinterpretasikan sebagai sangat tidak setuju, 1,76–2,50 sebagai tidak setuju, 2,51–3,25 sebagai setuju, dan 3,26–4,00 sebagai sangat setuju. Rekapitulasi hasil penilaian kemudian ditunjukkan pada Gambar 8, sedangkan penilaian lengkap masing-masing *expert* ditunjukkan pada lampiran.



Gambar 7. Hasil Evaluasi *Expert*

Berdasarkan hasil evaluasi *expert* pada Gambar 8, nilai rata-rata keseluruhan adalah 3,28. Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum para *expert* menilai usulan perbaikan yang dirancang telah sesuai dengan kebutuhan operasional gudang dan memiliki potensi untuk diterapkan dalam mendukung perbaikan aliran operasional. Dengan kata lain, hasil evaluasi ini memperkuat temuan pada subbab sebelumnya bahwa rancangan perbaikan yang dihasilkan tidak hanya memberikan efisiensi secara analitis, tetapi juga dapat diimplementasi pada aktivitas operasional gudang.

Aspek yang memperoleh nilai rata-rata tertinggi adalah *ABC Classification*, yaitu 3,53. Nilai ini menunjukkan bahwa para *expert* menilai pengelompokan barang berdasarkan frekuensi pergerakan serta prioritas penempatannya telah sesuai dengan aliran operasional gudang. Hasil ini menjadi penting karena menunjukkan bahwa pendekatan klasifikasi yang digunakan dalam penelitian tidak hanya tepat secara analitis, tetapi juga dinilai baik dan relevan untuk diterapkan dalam operasional. Sementara itu, Aspek *motion (waste)*, *transport (waste)*, dan kelayakan implementasi masing-masing mendapatkan nilai rata-rata 3,33, yang menunjukkan tingkat persetujuan yang tinggi terhadap penilaian dan rancangan usulan perbaikan pada ketiga aspek tersebut. *Layout/SLP* memperoleh nilai rata-rata 3,27, sedangkan aspek *waiting (waste)* memperoleh nilai rata-rata 3,25. Hasil ini menunjukkan bahwa seluruh aspek yang dinilai berada pada kategori setuju hingga sangat setuju.

Hasil evaluasi *expert* menunjukkan bahwa usulan perbaikan yang dirancang dalam penelitian ini tidak hanya lebih efisien secara konsep dan kuantitatif, tetapi juga cukup sesuai dengan kebutuhan operasional gudang. Dengan demikian, evaluasi ini memperkuat usulan perbaikan yang dirancang memiliki dasar yang kuat dan layak untuk dipertimbangkan dalam implementasi pada operasional gudang kargo.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penerapan *Lean Warehousing* pada gudang industri kargo menunjukkan bahwa permasalahan utama operasional gudang tidak hanya terletak pada tingginya aktivitas pengelolaan barang, tetapi juga pada pemborosan dalam aliran proses.

Hasil dari *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan bahwa operasional gudang yang terbagi menjadi 34 aktivitas *inbound* dan 16 aktivitas *outbound*. Dari hasil tersebut

diketahui bahwa aktivitas dengan kategori *Necessary Non-Value Added* (NNVA) masih mendominasi, sedangkan *waste* yang paling dominan adalah *motion*, *waiting*, dan *transport*. Kondisi ini menunjukkan bahwa inefisiensi operasional gudang terutama disebabkan oleh gerakan operator yang berlebih, waktu tunggu dalam aliran proses, dan perpindahan barang yang belum efisien. Hasil dari *fishbone diagram* menunjukkan bahwa *waste* dominan yang terjadi pada operasional gudang tidak disebabkan oleh satu faktor saja. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan pada gudang bukan hanya terletak pada aktivitas kerja, tetapi juga pada pengaturan aliran proses, hubungan antar area, dan sistem pengelolaan barang yang belum mendukung operasional secara optimal.

Hasil dari *ABC Classification* menunjukkan bahwa pada area *inbound*, kelompok dengan frekuensi pergerakan tertinggi adalah Jakarta (Mitra) sebagai kelas A dengan kontribusi sebesar 71,3%. Sementara itu, pada area *outbound*, kelas A terdiri atas Jakarta (Mitra) dan Jakarta dengan kontribusi kumulatif sebesar 81,55%. Temuan ini menunjukkan bahwa pergerakan barang di gudang terkonsentrasi pada tujuan tertentu, sehingga kelompok dengan frekuensi pergerakan tertinggi perlu diprioritaskan penempatannya lebih dekat dengan jalur operasional utama agar proses penanganan barang dapat berjalan lebih cepat dan efisien. Hasil dari *Systematic Layout Planning* (SLP), *layout* usulan dirancang dengan menempatkan area-area yang memiliki hubungan operasional kuat secara lebih berdekatan, serta menempatkan barang prioritas pada lokasi yang lebih mendukung kelancaran aliran proses. Hasil evaluasi melalui analisis *travel time* menunjukkan bahwa total *travel time* pada *layout existing* sebesar 15.375 detik, sedangkan pada *layout usulan* turun menjadi 14.041 detik. Dengan demikian, terjadi penurunan sebesar 1.334 detik atau 8,68%. Hasil ini menunjukkan bahwa *layout* usulan mampu meningkatkan efisiensi perpindahan antar area dalam operasional gudang.

Hasil penelitian ini perlu dipahami sesuai dengan batasan penelitian yang telah ditetapkan. Penelitian hanya dilakukan pada satu lokasi gudang distribusi dengan fokus pada aktivitas internal gudang, yaitu *inbound* dan *outbound*. Penelitian ini belum mencakup aktivitas transportasi eksternal, proses pengiriman di luar gudang, aspek biaya implementasi, maupun kebutuhan sumber daya manusia secara mendalam. Selain itu, data yang digunakan terbatas pada periode Januari–Maret 2025.

REFERENSI

- Abdul Rahman, N. S. F., Karim, N. H., Md Hanafiah, R., Abdul Hamid, S., & Mohammed, A. (2023). Decision analysis of warehouse productivity performance indicators to enhance logistics operational efficiency. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 72(4), 962–985. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2021-0373>
- Abushaikh, I., Salhieh, L., & Towers, N. (2018). Improving distribution and business performance through lean warehousing. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 46(8), 780–800. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-03-2018-0059>
- Acevedo-Aybar, C., Jáuregui-Alfaro, M., Quiroz-Flores, J. C., & Ali, A. (2024). Optimizing Warehouse Management in Footwear Commercial Companies: A Case Study on Lean-BPM. *SSRG International Journal of Mechanical Engineering*, 11(1), 16–27. <https://doi.org/10.14445/23488360/IJME-V11I1P102>
- Batarlienė, N., & Jarašūnienė, A. (2024). Improving the Quality of Warehousing Processes in the Context of the Logistics Sector. *Sustainability (Switzerland)*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/su16062595>

- Beketov, Y., Levchenko, I., Britchenko, I., Bekmukhanbetova, S., & Sadenova, M. (2023). Improvement of the quality management methods of cargo transportation by road transport. Dalam *Innovative development of the road and transport complex: Problems and prospects* (hlm. 2–15). Pc Technology Center. <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-71-8.CH1>
- Burinskienė, A., & Lerher, T. (2021). Improving retail warehouse activity by using product delivery data. *Processes*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/pr9061061>
- Figueroa-Rivera, E., Bautista-Gonzales, A., & Quiroz-Flores, J. (2022). Increased productivity of storage and picking processes in a mass-consumption warehouse applying Lean Warehousing tools: A Research in Peru. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, 2022-July. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.120>
- Firmansyah, A. (2020). JSTI Jurnal Sistem Teknik Industri Desain Relayout Gudang dengan Metode Weighted Distance untuk Meminimasi Travel Time. *Jurnal Sistem Teknik Industri (JSTI)*, 22(1), 2020–2021.
- Fitriasari, A., Ernawati, D., & Dewi, S. (2025). Waste Analysis in Warehouse Flow through the Lean Warehousing Approach. *Academia Open*, 10(2). <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.12918>
- Gonzales, A. M. M., Pachacama, M. A., & Gutiérrez, J. A. T. (2023). Management Model Based on Lean Warehousing & Lean Logistic to Increase the Level of Service in SMEs in a Hardware Store. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 35, 149–160. <https://doi.org/10.3233/ATDE230040>
- Nabila, S. P. (2025). ITEJ Information Technology Engineering Journals Warehousing Process Flow Analysis Using Lean Warehousing Approach For Waste Minimization At PT XYZ. 10, 39–53. <https://syekhnurjati.ac.id/journal/index.php/itej>
- Nabilah, J., Ngurah, G., & Hermawan, W. (2025). Peran SOP Penyimpanan dan Pengumpulan Dalam Supply Chain Manajemen Kargo di PT. Ardhya Bumi Persada. *Jurnal Ilmiah M Progress*, 15(2). <https://doi.org/10.35968/m-pu>
- Nallusamy, S. (2021). Performance Measurement on Inventory Management and Logistics Through Various Forecasting Techniques. 17(2), 216–228. <https://doi.org/10.23940/ijpe.21.02.p6>
- Putra, M. R. I., & Rochmoeljati, Rr. (2024). Analysis of Waste in the Warehousing Process of PT. Asia Plastik sing Lean Warehousing and Improvement Strategy with Kaizen Method. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 437. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v5i2.22741>
- Rahman, M. A., & Kirby, E. D. (2024). The Lean Advantage: Transforming E-Commerce Warehouse Operations for Competitive Success. *Logistics*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/logistics8040129>
- Straubert, C. (2024). A continuous approximation location-inventory model with exact inventory costs and nonlinear delivery lead time penalties. *International Journal of Production Economics*, 268. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109092>
- Torres-Paredes, C., Rivera-Gonza, D., & Flores-Perez, A. (2022). Warehouse management model based on Lean Warehousing tools to improve order management using 5S tools, ABC Classification and SLP. 2022 Congreso Internacional de Innovacion y Tendencias en Ingenieria, CONIITI 2022 - Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1109/CONIITI57704.2022.9953687>
- Widya Kristanto, R., & Ramdan Padmakusumah, R. (t.t.). Pengaruh Implementasi Lean dan Warehouse Management System Terhadap Kinerja Logistik Pada Industri FMCG PT.XYZ. 9(1), 2025.

Zakirah, T., Emeraldi, R., Handi, O. M., Danil, D., & Kasih, T. P. (2018). Warehouse layout and workflow designing at PT. PMS using systematic layout planning method. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 195(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012026>