
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13958

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13958

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13958

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Lead Time Reduction in Raw Material Warehousing Through Lean Warehouse: A Case Study in a Steel Construction Company : Pengurangan Waktu Proses pada Pergudangan Bahan Baku melalui Lean Warehouse: Studi Kasus pada Perusahaan Konstruksi Baja

Rizky Amalia Khusna, 22032010011@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Dira Ernawati, dira.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background Efficient warehouse management is essential for manufacturing firms to maintain operational performance and logistics stability. **Specific Background** PT XYZ, a steel fabrication company, currently faces significant operational inefficiencies in its raw material warehouse, characterized by irregular material inflows and constrained storage capacity. **Knowledge Gap** While prior studies have addressed finished goods warehousing, there is a lack of empirical research applying lean methodologies to the complex, non-structured material flow of raw material warehousing in steel construction environments. **Aims** This study seeks to identify critical waste in warehouse material flows and propose a lean warehouse solution to streamline operations. **Results** Utilizing Value Stream Mapping (VSM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), Process Activity Mapping (PAM), and 5 Whys, the study identifies waiting, transportation, and motion as the most significant waste categories. The proposed improvements predict a lead time reduction from 359 to 309 minutes and an increase in Process Cycle Efficiency (PCE) from 18.38% to 21.36%. **Novelty** This research introduces an integrated lean warehouse framework specifically tailored for the complex, volatile inventory demands of steel fabrication industries. **Implications** These findings provide a scalable model for warehouse managers to minimize non-value-added activities and optimize material handling, ultimately supporting superior supply chain efficiency and competitive industrial performance.

Highlights:

- Critical waste identified as waiting, transportation, and motion within raw material flows.
- Lean warehouse implementation leads to a predicted lead time decrease of approximately 14%.
- Process cycle efficiency improvement demonstrates significant operational optimization in steel fabrication.

Keywords: Lean Warehouse, Raw Material Warehouse, Value Stream Mapping, Waste, Process Cycle Efficiency

Published date: 2026-05-27

Pendahuluan

Industri manufaktur berperan penting dalam ekonomi dan memerlukan manajemen pergudangan yang efisien untuk memperlancar aliran bahan baku, mengurangi pemborosan, serta menekan *lead time* dan biaya logistik [1]. Gudang merupakan elemen vital dalam rantai pasok yang perlu dikelola secara berkelanjutan karena berdampak pada efisiensi operasional dan lingkungan[2]. Manajemen gudang yang tidak optimal dapat menyebabkan ketidaksesuaian persediaan dan berdampak pada penjualan serta kepuasan pelanggan [3]. Diperlukan proses operasional yang tepat dan dukungan teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan gudang [4], [5].

Dalam pergudangan, aktivitas utama meliputi penerimaan barang, penempatan, penyimpanan sementara, pemindahan, pemeriksaan, serta distribusi untuk memastikan kesesuaian jumlah dan kualitas, kemudahan pengelolaan, efisiensi operasional, dan ketepatan pengiriman [6]. Aktivitas tersebut perlu dikelola dengan baik karena adanya pemborosan berupa *non-Value Added* yang tidak memberi nilai dan justru meningkatkan waktu serta biaya sehingga harus dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Pemborosan tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam tujuh *waste*, yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *overprocessing*, *inventory*, *motion*, dan *defect* yang perlu diminimalkan dalam sistem pergudangan [7], [8].

Permasalahan pada PT XYZ menunjukkan bahwa kegiatan di gudang bahan baku mengalami fluktuasi dalam aliran material sebagai konsekuensi dari perencanaan permintaan, pengadaan, dan kegiatan produksi. Situasi ini menciptakan risiko ketidakseimbangan antara volume bahan masuk dan kapasitas gudang, yang dapat mengakibatkan pemborosan persediaan. Akumulasi bahan yang sering terjadi di gudang pada waktu tertentu, dan volume bahan yang rendah di periode lainnya, merupakan indikasi yang jelas bahwa pengendalian persediaan masih kurang optimal dan berdampak negatif terhadap pemanfaatan ruang gudang dan kinerja operasional. Selain itu, ketidakteraturan kedatangan material dari beberapa supplier juga menyebabkan ketidakstabilan persediaan, menimbulkan potensi pemborosan *waiting* akibat keterlambatan pasokan material utama, serta menunjukkan perlunya pengendalian dan koordinasi yang lebih baik untuk meningkatkan efisiensi operasional pergudangan.

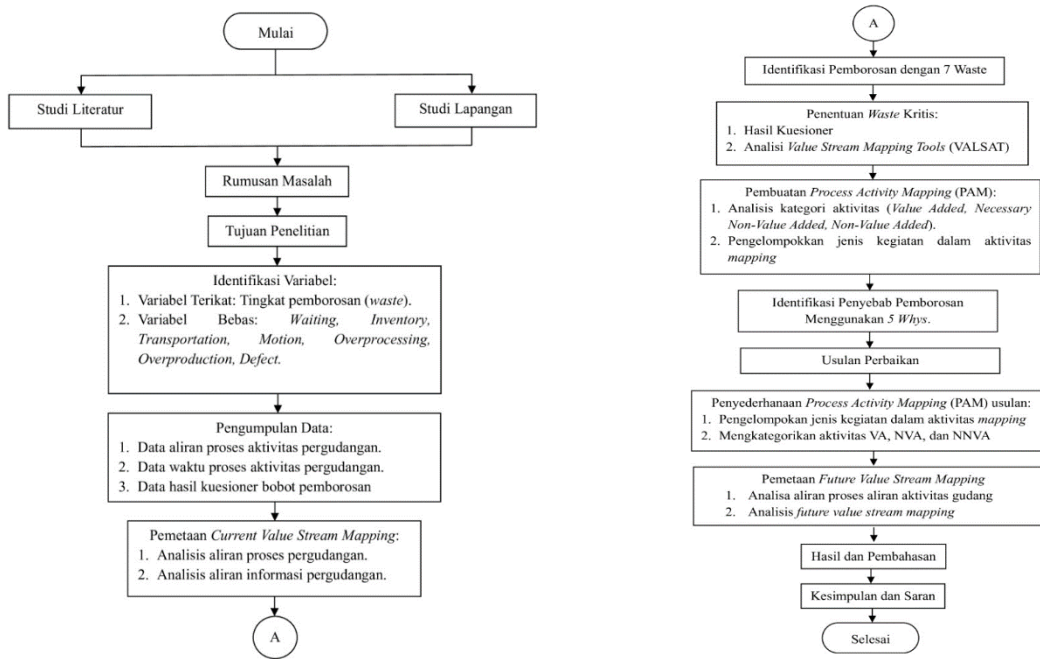
Penelitian yang dilakukan oleh [9] berfokus pada gudang barang jadi dengan aliran material yang relatif lebih terstruktur, sedangkan penelitian ini secara spesifik mengkaji pengelolaan gudang bahan baku pada industri fabrikasi baja di PT XYZ yang memiliki karakteristik lebih kompleks. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean warehouse* untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan pada aktivitas pergudangan yang tidak bernilai tambah (*non-Value Added*). Pendekatan ini dipilih karena strategi yang telah diterapkan perusahaan sebelumnya masih bersifat reaktif dan belum mampu mengatasi akar penyebab ketidakteraturan aliran material di gudang [10], [11]. Analisis diawali dengan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aliran material dan informasi, kemudian dilanjutkan dengan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk menentukan alat analisis yang sesuai berdasarkan pemborosan dominan [12], [13]. Selanjutnya, *Process Activity Mapping* (PAM) digunakan untuk mengklasifikasikan aktivitas, serta metode 5 *Whys* digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan, yang menjadi dasar dalam penyusunan usulan perbaikan guna meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat aliran material, dan mengurangi waktu tunggu [14].

Metode

Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilakukan pada PT XYZ dengan variabel terikat berupa tingkat pemborosan (*waste*) dalam aktivitas pergudangan, sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah tujuh jenis pemborosan (7 *waste*) yang meliputi *waiting*, *overproduction*, *overprocessing*, *defect*, *motion*, *inventory*, dan *transportation*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi terhadap seluruh aktivitas pergudangan, wawancara dengan pihak terkait, serta penyebaran kuesioner kepada 4 responden yang merupakan staf yang terlibat langsung dalam aktivitas pergudangan untuk mengidentifikasi jenis pemborosan yang paling sering terjadi. Selain itu, data yang diperoleh juga mencakup waktu proses, aliran material, serta informasi terkait sistem kerja gudang sebagai dasar dalam analisis efisiensi operasional.

Pengolahan data dilakukan dengan penyusunan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menggambarkan aliran proses pergudangan secara menyeluruh, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *Process Cycle Efficiency* (PCE) untuk mengukur tingkat efisiensi proses berdasarkan perbandingan aktivitas bernilai tambah terhadap total waktu proses [15]. Selanjutnya, hasil kuesioner diolah menggunakan metode perankingan untuk menentukan prioritas pemborosan yang dominan, kemudian dianalisis menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk memilih alat analisis yang paling sesuai [16]. Identifikasi aktivitas dilakukan menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengelompokkan aktivitas berdasarkan kategori *Value Added*, *Necessary non-Value Added*, dan *non-Value Added*. Setelah itu, dilakukan analisis akar penyebab menggunakan metode 5 *Whys* untuk menelusuri faktor utama penyebab pemborosan. Hasil dari seluruh tahapan analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan usulan perbaikan melalui penyederhanaan aktivitas, perancangan Future State Mapping, serta optimalisasi aliran material guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional pergudangan.

Berikut ini merupakan *Flowchart* yang menampilkan alur pemecahan masalah serta tahapan penelitian yang dilakukan atau langkah-langkah penelitian ini yang dapat ditampilkan pada gambar 1.

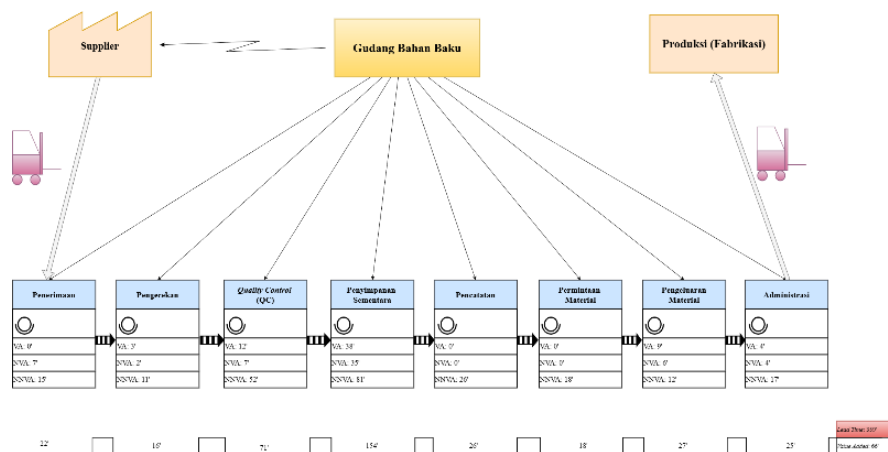


Gambar 1. Flowchart

Hasil dan Pembahasan

A. Current Value Stream Mapping

Tahap awal analisis dilakukan dengan mengidentifikasi aliran proses pergudangan bahan baku melalui pemetaan *current Value Stream Mapping* (VSM). Pemetaan tersebut dilakukan untuk menggambarkan kondisi aktual aliran material dan informasi pada proses pergudangan yang sedang berjalan. Hasil pemetaan ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam mengklasifikasikan aktivitas menjadi aktivitas bernilai tambah (*Value Added*), aktivitas tidak bernilai tambah (*non-Value Added*), serta aktivitas yang diperlukan namun tidak memberikan nilai tambah (*Necessary non-Value Added*). Selain itu, pemetaan ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi potensi terjadinya pemborosan (*waste*) dalam proses pergudangan. Berikut disajikan *current Value Stream Mapping* awal pada proses pergudangan bahan baku pada gambar 2.



Gambar 2. Current Value Stream Mapping

Berdasarkan hasil pemetaan *Current Value Stream Mapping* pada Gambar 1, diperoleh informasi waktu pada setiap tahapan proses pergudangan bahan baku, yaitu proses penerimaan selama 22 menit, pengecekan 16 menit, *Quality Control* 71 menit, penyimpanan sementara 154 menit, pencatatan 26 menit, permintaan material 18 menit, pengeluaran material 27 menit, serta aktivitas administrasi selama 25 menit. Akumulasi keseluruhan waktu proses tersebut menghasilkan *Lead time* sebesar 359 menit, dengan total waktu aktivitas bernilai tambah (*Value Added*) sebesar 66 menit. Berdasarkan nilai tersebut, diperoleh *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 18,38% yang menunjukkan bahwa

efisiensi proses pergudangan bahan baku masih belum optimal karena proporsi aktivitas bernilai tambah relatif kecil dibandingkan dengan total waktu proses, sehingga diperlukan adanya usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi aliran proses pergudangan.

B. Perangkingan Waste Kritis

Identifikasi pemborosan yang paling dominan dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada sepuluh responden yang terlibat langsung dalam aktivitas pergudangan bahan baku, yang terdiri dari empat responden yang berperan dalam proses penerimaan, penyimpanan, pencatatan, hingga pengeluaran material. Selanjutnya, berdasarkan hasil pengisian kuesioner dilakukan perhitungan bobot pada masing-masing jenis pemborosan untuk menentukan tingkat signifikansinya, yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rangking Waste Kritis

No.	Jenis Pemborosan	Responden				Skor	Bobot	Rangking	Rata-Rata
		1	2	3	4				
1.	<i>Waiting</i>	3	3	2	4	12	0,18	1	3
2.	<i>Inventory</i>	2	2	3	3	10	0,15	3	2,5
3.	<i>Transportation</i>	3	2	2	3	10	0,15	3	2,5
4.	<i>Motion</i>	3	2	3	3	11	0,16	2	2,75
5.	<i>Overprocessing</i>	3	2	2	2	9	0,13	5	2,25
6.	<i>Overproduction</i>	2	2	1	3	8	0,12	6	2
7.	<i>Defect</i>	1	2	2	2	7	0,10	7	1,75

Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner yang diisi oleh staf yang terlibat langsung dalam aktivitas pergudangan yang disajikan pada Tabel 1, diketahui bahwa pemborosan *waiting* merupakan pemborosan paling dominan dengan bobot sebesar 0,18 dan menempati peringkat pertama, diikuti oleh pemborosan *motion* dengan bobot sebesar 0,16 pada peringkat kedua, serta pemborosan *inventory* dan *transportation* yang masing-masing memiliki bobot sebesar 0,15 pada peringkat ketiga, sedangkan pemborosan *overprocessing*, *overproduction*, dan *defect* memiliki bobot yang relatif lebih rendah sehingga menunjukkan bahwa pengaruhnya terhadap aktivitas pergudangan lebih kecil, namun tetap perlu diperhatikan dalam upaya perbaikan berkelanjutan.

C. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Setelah diperoleh bobot untuk masing-masing jenis pemborosan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk menentukan alat analisis yang paling sesuai dalam mengidentifikasi pemborosan pada aktivitas pergudangan bahan baku. Perhitungan skor VALSAT dilakukan dengan mengalikan tingkat dominasi masing-masing jenis pemborosan dengan bobot korelasi setiap tools VALSAT, sehingga diperoleh nilai skor yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan tools analisis dengan prioritas tertinggi yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan VALSAT

Pemborosan	Bobot	Mapping Tools							
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS	
<i>Overproduction</i>	0,12	0,12	0,36		0,12	0,36	0,36		
<i>Waiting</i>	0,18	1,61	1,61	0,18		0,54	0,54		
<i>Transport</i>	0,15	1,34						0,15	
<i>Inappropriate processing</i>	0,13	1,21		0,40	0,13		0,13		
<i>UnNecessary Inventory</i>	0,15	0,45	1,34	0,45		1,34	0,45	0,15	
<i>UnNecessary Motion</i>	0,16	1,48	0,16						
<i>Defect</i>	0,10	0,10			0,94				
Total Bobot		6,31	3,48	1,03	1,19	2,24	1,48	0,30	

Berdasarkan hasil perhitungan skor, diperoleh bahwa *tools Process Activity Mapping* (PAM) memiliki nilai tertinggi dibandingkan *tools* lainnya, sehingga digunakan sebagai alat analisis pada tahap selanjutnya.

D. Perhitungan *Process Activity Mapping* (PAM)

Pada tahap awal *Process Activity Mapping* (PAM), seluruh aktivitas dalam aliran pergudangan bahan baku diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA), dan *Necessary Non Value Added* (NNVA). Selain itu, aktivitas tersebut juga dikelompokkan berdasarkan jenis prosesnya, meliputi *operation*, *transportation*, *inspection*, *storage*, dan *delay*. Pengelompokan ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai aliran proses serta mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sehingga dapat menjadi fokus dalam upaya perbaikan dan peningkatan efisiensi yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan *Process Activity Mapping* (PAM)

No	Aktivitas	Frekuensi	Presentase	Waktu	Presentase
1	<i>Value Added</i> (VA)	6	14%	66	18%
2	<i>Non-Value Added</i> (NVA)	6	14%	61	17%
3	<i>Necessary Non-Value Added</i> (NNVA)	32	73%	232	65%
	Jumlah	44	100%	359	100%
1	<i>Operation</i>	17	39%	79	22%
2	<i>Transportation</i>	5	11%	64	18%
3	<i>Inspection</i>	15	34%	113	31%
4	<i>Storage</i>	2	5%	46	13%
5	<i>Delay</i>	5	11%	57	16%
	Jumlah	44	100%	359	100%

Berdasarkan tabel tersebut, total aktivitas pergudangan terdiri dari 44 aktivitas dengan total waktu 359 menit, di mana aktivitas *operation* mendominasi dengan 17 aktivitas (39%) dan waktu 79 menit (22%), diikuti oleh *inspection* sebanyak 15 aktivitas (34%) dengan waktu terbesar yaitu 113 menit (31%), kemudian *transportation* dan *delay* masing-masing sebesar 11% dengan waktu 64 menit (18%) dan 57 menit (16%), serta *storage* paling sedikit yaitu 2 aktivitas (5%) dengan waktu 46 menit (13%). Tabel tersebut menyajikan hasil perhitungan jumlah aktivitas serta waktu yang dibutuhkan untuk setiap jenis aktivitas berdasarkan *Process Activity Mapping* awal di perusahaan, sehingga dari hasil tersebut terlihat bahwa masih terdapat beberapa aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan berpotensi untuk dioptimalkan guna meningkatkan efisiensi proses.

E. Identifikasi Pemborosan Menggunakan 5 *Whys*

Untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya pemborosan pada aliran proses pergudangan bahan baku, dilakukan analisis akar masalah melalui kegiatan *brainstorming* bersama pihak perusahaan dengan menggunakan metode 5 *Whys*. Dari proses tersebut diperoleh akar penyebab untuk masing-masing pemborosan kritis, yang kemudian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Identifikasi Pemborosan

Aktivitas	<i>Why</i> 1	<i>Why</i> 2	<i>Why</i> 3	<i>Why</i> 4	<i>Why</i> 5 (Akar Penyebab)
Menunggu kesiapan proses pembongkaran material	Pembongkaran belum bisa dilakukan	Alat <i>material handling</i> masih digunakan untuk proses lain	Jumlah alat <i>material handling</i> terbatas	Tidak ada jadwal penggunaan alat <i>material handling</i>	Kurangnya SOP dan penjadwalan penggunaan <i>material handling</i>
Menunggu keputusan tindak lanjut material hasil QC	Proses pemeriksaan QC membutuhkan waktu yang cukup lama	Pemeriksaan dilakukan secara detail sesuai standar	Material harus memenuhi spesifikasi	Material memiliki dimensi besar, variasi spesifikasi dan parameter lainnya	Pemeriksaan menyeluruh sesuai standart penerimaan
Material menunggu proses penyimpanan lanjutan / penyaluran	Material tidak dapat langsung dipindahkan ke gudang	Terjadi antrean pergantian truk di area bongkar muat	Area bongkar muat digunakan secara bergantian	Kapasitas area bongkar muat yang terbatas	Belum adanya pengaturan alur bongkar muat yang standar

Aktivitas	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5 (Akar Penyebab)
Menunggu kesiapan material di area penyimpanan	Material masih didalam <i>transport</i> /truk	Pembongkaran belum selesai	Bongkar muat dilakukan bertahap	Alat <i>material handling</i> terbatas	Ketersediaan unit <i>material handling</i> belum mencukupi kebutuhan proses bongkar muat
Mencatat ketidaksesuaian material untuk ditindaklanjuti	Pencatatan dilakukan terpisah	Data masih belum terintegrasi	Proses pencatatan dilakukan manual	Sistem pencatatan belum optimal	Digitalisasi pencatatan belum distandarkan
Melakukan pengecekan ulang kesesuaian data <i>input</i>	Data dicatat secara manual	Kesalahan pencatatan data	Sistem belum terintegrasi	Terjadi <i>double input</i>	Digitalisasi sistem belum penuh
Melakukan pencatatan data material masuk secara manual	Kesalahan penginputan	Kurangnya ketelitian dalam penginputan data	Penginputan dilakukan secara manual	Sistem belum memiliki fitur validasi otomatis	Sistem belum mendukung validasi data secara otomatis
Memindahkan material yang lolos ke area <i>dumping</i>	Jarak pemindahan jauh	Area <i>dumping</i> jauh dari area bongkar	<i>Layout</i> yang tidak efisien	Terbatasnya ruang gudang	Evaluasi penataan belum dilakukan

F. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan disusun sebagai langkah untuk meminimalkan pemborosan yang terjadi pada aliran proses pergudangan bahan baku di perusahaan. Penyusunan usulan tersebut didasarkan pada hasil analisis akar penyebab pemborosan yang diperoleh melalui metode 5 *Whys*. Selanjutnya, rekomendasi perbaikan dirumuskan dengan mengacu pada beberapa akar permasalahan utama yang telah berhasil diidentifikasi yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Usulan Perbaikan

Aktivitas	Akar Penyebab (5 <i>Whys</i>)	Usulan Perbaikan yang Bisa Dilakukan
Menunggu kesiapan proses pembongkaran material	Kurangnya SOP dan penjadwalan penggunaan <i>material handling</i>	Menyusun jadwal bongkar muat dengan batas waktu tertentu agar penggunaan alat <i>material handling</i> lebih teratur dan tidak saling menunggu.
Menunggu keputusan tindak lanjut material hasil QC	Pemeriksaan menyeluruh sesuai standart penerimaan	Mengelompokkan proses pemeriksaan QC berdasarkan jenis dan dimensi material agar pemeriksaan dapat dilakukan lebih efisien dan mengurangi waktu tunggu.
Material menunggu proses penyimpanan	Belum adanya pengaturan alur bongkar muat yang standar	Menetapkan alur bongkar muat yang jelas sehingga material tidak terlalu lama tertahan di area bongkar muat.
Menunggu kesiapan material di area penyimpanan	Unit <i>material handling</i> tidak mencukupi kebutuhan proses bongkar muat	Melakukan penambahan jumlah <i>material handling</i> agar proses pembongkaran material menjadi lebih lancar dan tidak menimbulkan penumpukan di dalam truk.
Mencatat ketidaksesuaian material untuk ditindaklanjuti	Digitalisasi pencatatan belum distandarkan	Mendigitalisasi pencatatan ketidaksesuaian material menggunakan sistem ERP agar data lebih terintegrasi dan mengurangi pencatatan berulang.
Melakukan pengecekan ulang kesesuaian data <i>input</i>	Digitalisasi sistem belum penuh	Mendigitalisasi pengelolaan data material menggunakan sistem <i>Enterprise Resource Planning</i> (ERP) sehingga data tersimpan dalam satu sistem terintegrasi dan proses pengecekan serta penginputan ulang data dapat diminimalkan.

Aktivitas	Akar Penyebab (5 <i>Whys</i>)	Usulan Perbaikan yang Bisa Dilakukan
Melakukan pencatatan data material masuk secara manual	Sistem belum mendukung validasi data secara otomatis	Menerapkan sistem ERP untuk pencatatan material masuk sehingga proses <i>input</i> data menjadi terintegrasi, dilengkapi fitur validasi otomatis, serta dapat mengurangi kesalahan pencatatan.
Memindahkan material yang lolos ke area <i>dumping</i>	Evaluasi penataan <i>layout</i> belum dilakukan	Mengatur jalur perpindahan material di area gudang agar proses pemindahan tidak mengganggu aktivitas lainnya.

G. Perhitungan *Process Activity Mapping* (PAM) Usulan

Process Activity Mapping (PAM) usulan dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi aktivitas pergudangan setelah penerapan usulan perbaikan. Hasil pemetaan ini digunakan untuk mengetahui perubahan jumlah aktivitas serta distribusi persentase pada setiap jenis aktivitas yang terjadi. Berikut disajikan tabel perhitungan jumlah dan persentase masing-masing aktivitas usulan sebagai dasar dalam menilai peningkatan efisiensi proses yang disajikan pada Tabel 6.

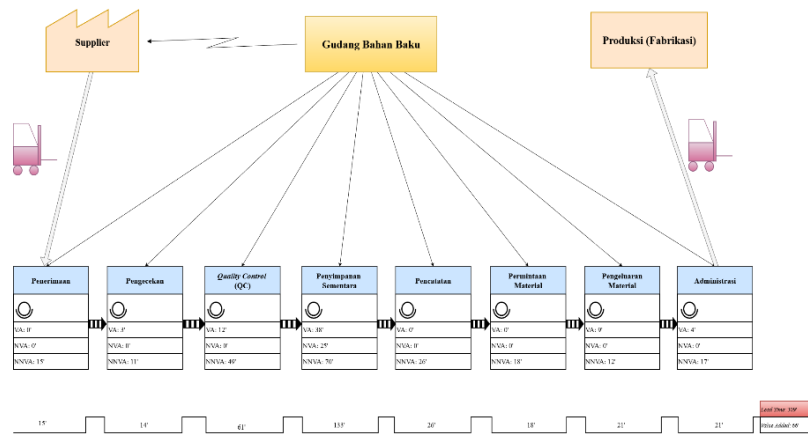
Tabel 6. Perhitungan *Process Activity Mapping* Usulan

No	Aktivitas	Frekuensi	Presentase	Waktu	Presentase
1	<i>Value Added</i> (VA)	6	15%	66	19%
2	<i>Non-Value Added</i> (NVA)	1	3%	25	8%
3	<i>Necessary Non-Value Added</i> (NNVA)	32	82%	218	72%
	Jumlah	39	100%	309	100%
1	<i>Operation</i>	16	41%	72	23%
2	<i>Transportation</i>	5	13%	53	17%
3	<i>Inspection</i>	15	38%	113	37%
4	<i>Storage</i>	2	5%	46	15%
5	<i>Delay</i>	1	3%	25	8%
	Jumlah	39	100%	309	100%

Berdasarkan tabel *Process Activity Mapping* (PAM) usulan, total aktivitas berjumlah 39 dengan waktu proses 309 menit, di mana aktivitas *Value Added* (VA) sebesar 15% (66 menit), *Non Value Added* (NVA) hanya 3% (25 menit), dan *Necessary Non Value Added* (NNVA) masih mendominasi sebesar 82% (218 menit), menunjukkan bahwa meskipun pemborosan murni sudah minim, aktivitas yang belum memberi nilai tambah secara langsung masih cukup tinggi; dari sisi jenis aktivitas, *operation* (41%) dan *inspection* (38%) mendominasi jumlah aktivitas, dengan waktu terbesar terdapat pada *inspection* sebesar 37% (113 menit), sehingga dapat disimpulkan bahwa proses pemeriksaan masih menjadi penyumbang waktu terbesar dan berpotensi untuk dioptimalkan guna meningkatkan efisiensi keseluruhan proses.

H. *Future Value Stream Mapping*

Pemetaan *Future Value Stream Mapping* dilakukan dengan menganalisis aliran proses pergudangan berdasarkan kondisi usulan, baik dari sisi aliran material maupun aliran informasi, sebagai hasil dari penerapan perbaikan dan penyederhanaan melalui *Process Activity Mapping* (PAM). Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi proses pergudangan setelah usulan perbaikan diterapkan serta menggambarkan aliran yang diharapkan menjadi lebih efisien, sehingga dapat menunjukkan perubahan yang terjadi dalam sistem pergudangan perusahaan secara menyeluruh yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Future Value Stream Mapping

Berdasarkan pemetaan *Future Value Stream Mapping* usulan, diperoleh total *Lead time* sebesar 309 menit dengan waktu *Value Added* (VA) 66 menit sehingga menghasilkan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 21,36%. Nilai ini menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan kondisi awal serta menandakan bahwa penerapan usulan perbaikan berhasil mengurangi pemborosan waktu, di mana *Lead time* berkurang sebesar 50 menit dari 359 menit menjadi 309 menit. Hal ini mengindikasikan bahwa aliran proses pergudangan menjadi lebih efisien dan aktivitas yang tidak bernilai tambah berhasil diminimalkan. Kondisi ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [17] yang menyatakan bahwa penerapan pendekatan *lean* melalui *Value Stream Mapping* mampu meningkatkan nilai *Process Cycle Efficiency* (PCE) dan menurunkan *Lead time* secara signifikan melalui pengurangan aktivitas *non-Value Added*, sehingga menghasilkan aliran material yang lebih efektif dan efisien. Selain itu, penerapan *lean warehouse* dengan metode *Value Stream Mapping* juga terbukti menghasilkan nilai PCE yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya.

Simpulan

Penelitian pada PT XYZ mengidentifikasi beberapa jenis pemborosan, dengan dominasi pada *waiting*, *transportation*, dan *motion* yang berdampak pada tingginya aktivitas *non-Value Added* serta rendahnya nilai awal *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebesar 18,38%, yang menunjukkan bahwa proses belum berjalan optimal. Analisis menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) menunjukkan bahwa peneliti masih menemukan aktivitas yang dapat dihilangkan atau disederhanakan, terutama pada kategori *Non-Value Added* (NVA) dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Peneliti kemudian menyusun usulan perbaikan berdasarkan analisis akar masalah menggunakan metode 5 *Whys* dengan fokus pada penyederhanaan alur proses, pengurangan waktu tunggu, serta peningkatan koordinasi antarbagian. Implementasi usulan tersebut berhasil menurunkan *lead time* dari 359 menit menjadi 309 menit dan meningkatkan nilai PCE dari 18,38% menjadi 21,36% atau mengalami peningkatan sebesar 14%. Hasil ini menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan mampu meningkatkan efisiensi proses secara signifikan, meskipun masih berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan mempertimbangkan aspek biaya implementasi agar lebih optimal secara ekonomis. Penelitian ini memberikan kontribusi sebagai acuan dalam penerapan *lean warehouse* untuk meminimalkan pemborosan, namun masih terbatas pada aspek operasional dan belum mempertimbangkan analisis biaya serta keberlanjutan jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan analisis ekonomi dan pendekatan berbasis teknologi guna memperoleh hasil yang lebih optimal.

Referensi

1. I. Samuel, A. B. Hasan Jan, and I. D. Palandeng, "Analisis Penerapan Manajemen Pergudangan pada Gudang PT Trakindo Utama Manado," *J. EMBA J. Ris. Ekon. Manaj. Bisnis Akunt.*, vol. 11, no. 4, pp. 677–685, Nov. 2023, doi: 10.35794/emba.v11i4.51036.
2. F. Firdaus, R. T. Yusnita, and D. M. Pauzy, "Pengaruh Desain Produk dan Desain Proses terhadap Kualitas Produk (Survei pada Karyawan PT Wijaya Agape Tasikmalaya)," *J. Nuansa Publ. Ilmu Manaj. dan Ekon. Syariah*, vol. 1, no. 3, pp. 50–67, Sep. 2023, doi: 10.61132/nuansa.v1i3.207.
3. G. Richards, *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, 3rd ed. London, U.K.: Kogan Page, 2017.
4. Widowati, F. Y. Sari, and Sutardjo, "Proses Aliran Raw Material di Departemen Warehouse Raw Material PT Samcon Indonesia," *J. Teknologika*, vol. 12, no. 1, May 2022, doi: 10.51132/teknologika.v12i1.148.
5. S. Erliyana and A. L. Pambudi, "Pengaruh Strategi Logistik terhadap Kinerja Perusahaan," *J. Transma*, vol. 1, no. 1, pp. 73–79, Jan. 2025, doi: 10.22487/jimut.v1i2.19.

6. R. K. Widya and R. P. Ramdan, "Pengaruh Implementasi Lean dan Warehouse Management System terhadap Kinerja Logistik pada Industri FMCG PT XYZ," *J. Ilm. MEA*, vol. 9, no. 1, pp. 547–566, 2025, doi: 10.31955/mea.v9i1.4947.
7. W. Isnaini, *Lean Production*. Madiun, Indonesia: UNIPMA Press, 2022.
8. P. Ketchanchai, K. Tangchaidee, and N. Kongprasert, "Lean Warehouse Management through Value Stream Mapping: A Case Study of Sugar Manufacturing Company in Thailand," in *Int. Conf. Ind. Eng. Appl.*, 2021, p. 647, doi: 10.1109/ICIEA52957.2021.9436732.
9. N. P. Harensa and F. Pulansari, "Analysis of Finished Product Warehouse Activity Flow Using Lean Warehouse Method," *Inf. Technol. Eng. J.*, vol. 10, no. 1, pp. 29–38, Jun. 2025, doi: 10.24235/itej.v10i1.202.
10. Harrington, *A Warehouse Organized*. Norway: Publifeye, 2025.
11. L. Pratiwi and E. P. Widjajati, "Analisis Pemborosan pada Proses Aliran Pergudangan PT FLSmidth Indonesia dengan Metode Lean Warehousing," *J. Tek. Mesin Ind. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 4, pp. 124–135, Dec. 2023, doi: 10.55606/jtmei.v2i4.2993.
12. E. Wirawan, F. N. Hana, B. Febriyanto, Purwanti, R. E. Saputra, and A. Z. Al-Faritsy, "Optimalisasi Proses Produksi di Balerina Fashion melalui Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM dan PAM," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 82–92, Dec. 2024, doi: 10.58169/saintek.v3i2.666.
13. Kelvin, S. Rahayu, and P. E. Yuliana, "Penggunaan Value Stream Analysis Tools (VALSAT) dan Waste Assessment Model (WAM) untuk Mereduksi Waste pada Pabrik Timah di Pasuruan," *J. Inf. Syst. Graph. Hosp. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–7, Apr. 2024, doi: 10.37823/insight.v6i1.335.
14. Rusdiana and O. A. Fitra, "Analisa Manajemen Risiko Laboratorium Farmasetika untuk Persyaratan ISO 9001:2015 Menggunakan Metode 5 Why Analysis," *J. Farm. Indones.*, vol. 4, no. 1, Mar. 2023, doi: 10.61609/afamedis.v4i1.71.
15. Z. F. Ikatrinasari and I. Nurjaman, "Warehouse Management Analysis with Value Stream Mapping and 5S to Improve Efficiency Process Productivity," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2485, no. 1, Aug. 2023, doi: 10.1063/5.0105918.
16. Maryadi, T. Tamalika, M. Ardaysi, H. Mz, and Azhari, "Improvement Performa Gudang Medium Mile dengan Menggunakan Value Stream Mapping: Case Study Warehouse Medium Mile di Kota Palembang," *Bisnis dan Kewirausahaan*, vol. 3, no. 1, pp. 40–48, Feb. 2023, doi: 10.55606/jurimbik.v3i1.360.
17. H. Barry, Y. E. N. Chandra, and F. Rachmanisa, "Analisis Lean Warehouse untuk Meminimalisir Waste dan Dampaknya pada Proses Inbound Warehouse PT XYZ," in *Semin. Nas. Inov. Vokasi (SNIV)*, vol. 2, no. 1, 2023. [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sniv/article/view/369>. Accessed: Apr. 9, 2026.