
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

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	8

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/licences/by/4.0/legalcode>

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

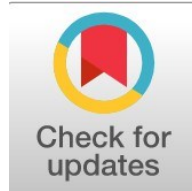
Complete list of editorial team ([link](#))

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

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

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

VSM Reduces Lead Time in Fabrication Material Warehouse Operations: VSM Mengurangi Waktu Tunggu dalam Operasi Gudang Bahan Baku Manufaktur

Regan Fitra Ramadhan, reganfitraramadhan@gmail.com (*)

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

Isna Nugraha, isna.nugraha.ti@upnjatim.ac.id

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

(*) Corresponding author

Abstract

General Background Global competition has increased the strategic role of warehousing within supply chain management, particularly in supporting production reliability and logistics performance. **Specific Background** Fabrication material warehouses in engineering and construction companies often experience inefficiencies caused by non-value-added activities, excessive inventory, transportation constraints, and waiting time. **Knowledge Gap** Empirical studies that systematically integrate Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, and the Waste Assessment Model to quantify and prioritize waste in fabrication material warehouses remain limited. **Aims** This study aims to identify dominant waste types and redesign warehouse activities using a lean warehousing approach at a fabrication material warehouse of PT XYZ. **Results** The current state analysis shows a total lead time of 891 minutes with 557 minutes of value-added time and 11 non-value-added activities. The future state Value Stream Mapping reduces lead time to 689 minutes, indicating a 23% improvement in warehouse activity performance through reduced delay and non-value-added processes. **Novelty** This study combines Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, and the Waste Assessment Model to provide an integrated and structured waste identification framework for fabrication material warehousing. **Implications** The findings offer practical guidance for warehouse layout management, inventory control, and activity synchronization, supporting more efficient material flow and improved operational reliability in fabrication warehouse operations.

Highlights:

- ♦ Non-value-added activities dominated delay and material handling processes within warehouse operations.
- ♦ Integrated mapping and waste analysis enabled measurable time reduction across storage and loading stages.
- ♦ Structured improvement recommendations supported better coordination of material flow and documentation processes.

Keywords: Lean Warehousing, Process Activity Mapping, Waste Assessment Model, Fabrication

Pendahuluan

Industri Persaingan global telah meningkatkan peran logistik pada aktivitas produksi, terutama dalam hal desain, perencanaan dan pengendalian sistem pergudangan. Untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, operasional gudang harus dioptimalkan dengan menghilangkan inefisiensi serta membuatnya dapat diandalkan dalam hal memaksimalkan pekerjaan [1]. Masalah rantai pasok perlu diperhatikan karena berhubungan dengan produktifitas perusahaan, jika pengelolaan rantai pasok sebuah perusahaan berjalan dengan baik maka tujuan perusahaan akan tercapai, dan sebaliknya, jika rantai pasok perusahaan terhambat atau bermasalah maka akan berdampak terhadap produktifitas perusahaan. Supply chain Management (SCM) merupakan salah satu strategi penting dalam membangun keunggulan suatu perusahaan dalam bersaing dengan perusahaan kompetitor [2].

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang Engineering, procurement, and construction (EPC), trading, handling, dan services yang berfokus pada layanan Operation al dan maintenance (O&M) crusher batubara. Berdiri sejak tahun 2020 di Gresik, Jawa Timur. Melalui lini usahanya, BRAINS menyediakan layanan engineering, procurement, and construction yang profesional dengan produk seperti spare part mekanikal dan elektrikal untuk coal crushing plant (CCP) dan barge loading conveyors (BLC), desain engineering, fabrikasi, serta penyewaan scaffolding. BRAINS telah sukses mengelola berbagai proyek besar di Indonesia, termasuk di sektor pertambangan, pembangkit listrik, dan infrastruktur logistik, serta terus berinovasi untuk mendukung kemajuan industri dan menciptakan masa depan yang berkelanjutan [4].

Kasus Beberapa permasalahan di warehouse PT XYZ dengan ukuran warehouse 20 meter x 40 meter dan 3/4 total dari warehouse raw material dan 1/4 bagian dari workshop machine (stationer, cut blender, gtaw argon), adanya kegiatan non value added atau pemborosan yaitu pada kategori over purchasing material plate 25mm sebanyak 6 dengan berat 471kg per plate dengan 2400mm panjang x 2400mm lebar, material flatbar dengan total 50 flatbar, serta material fabrikasi seperti H-Beam, CNP, UNP, dan Pipe. Sedangkan untuk kategori Inventory yang terdampak dari pembelian plate yang di tumpuk menjadi 2 plate setiap tumpukannya membuat berkurangnya kapasitas penyimpanan sebanyak 7200mm x 2400mm, sedangkan untuk kategori Transportasi yang terdampak karena berkurangnya kapasitas warehouse akhirnya mempersulit akselerasi forklift saat pemindahan material seperti H-Beam dan pipe 6" dari raw material warehouse menuju workshop machine membutuhkan waktu 35 menit yang seharusnya hanya 15 menit karena harus memindahkan material yang menghalangi jalan forklift. Sedangkan untuk kategori Motion atau pergerakan yang tidak efektif dari pekerja saat mengambil flange joint 6" dan berjalan dari workshop timur ke workshop barat karena harus konfirmasi ke office workshop setiap pengambilan. Hal ini menunjukkan perlunya analisis dan perbaikan proses agar aktivitas gudang dapat berjalan efektif dan efisien terhadap permintaan proyek [3].

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan, metode yang diusulkan untuk menyelesaikan masalah yaitu menggunakan pendekatan lean warehousing. Lean digunakan untuk menghilangkan pemborosan dalam proses sehingga dapat mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas [3]. Lean warehousing adalah sebuah konsep yang membutuhkan perbaikan proses pergudangan yang konstan, sistem atis, berkelanjutan dan sebagai konsep pengurangan limbah dalam rantai pasokan hulu atau hilir, tergantung pada lokasi dan fungsi gudang dalam rantai pasokan. Lean warehousing difokuskan pada permintaan pesanan yang sesuai dan efisien. Ini melibatkan meminimalkan aktivitas yang tidak menambah nilai di semua operasi gudang: receiving, storing, taking orders, packing dan Shipping [4]. Value Stream Mapping (VSM) Pemetaan Aliran Nilai (VSM) dianggap sebagai salah satu pilar di antara alat dan metode filosofi lean karena, dengan memetakan dan mengelompokkan aliran informasi dan material yang timbul dari proses, VSM bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur sumber aktivitas yang tidak menambah nilai (pemborosan) [5]. [6].

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan bidang supply chain management terutama menggambar peta aliran nilai saat ini (current state map) dari seluruh proses yang ada di gudang, mulai dari mengidentifikasi proses aliran pergudangan dengan Value Stream Mapping (VSM), kemudian mengidentifikasi pemborosan menggunakan tujuh pemborosan (7 waste) yang terjadi pada proses pergudangan menggunakan metode waste assessment model (WAM). Metode WAM digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan pada aliran pergudangan dan waste assesment questionnaire (WAQ). Setelah dilakukan analisis penyebab pemborosan, kemudian. Langkah selanjutnya adalah menyusun rekomendasi perbaikan menggunakan 5W+1H. Pengoptimalan dilakukan agar proses pekerjaan yang dilakukan pada gudang material fabrikasi dapat dimaksimalkan, serta proses pengelolaan dalam gudang menjadi lebih efektif dan efisien sehingga meminimalisir pemborosan (waste). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan perbaikan terkait aliran aktivitas pergudangan pada PT BRAINS yang nantinya berujung pada peningkatan kepuasan konsumen[7]. [8]. [9].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis-jenis pemborosan (waste) yang terjadi pada aktivitas gudang material fabrikasi di PT XYZserta memberikan usulan perbaikan dengan pendekatan lean warehousing [10]. Selain itu, penelitian ini juga mengukur efektivitas strategi pengendalian material yang diterapkan, serta aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada kinerja gudang setelah implementasi metode. Penelitian ini diharapkan memberi rekomendasi strategis untuk mengefektifkan kegiatan gudang, mereduksi bahkan mengeliminasi waiting time, dan meningkatkan produktivitas irantai pasok [11].

Metode

Dalam supply chain management yang mengintegrasikan perencanaan, pengelolaan, dan pengendalian aliran barang, jasa, informasi, dan uang dari pemasok bahan baku hingga produk sampai ke konsumen akhir secara efisien dan efektif. SCM tidak hanya mencakup proses fisik seperti produksi dan distribusi, tetapi juga koordinasi informasi dan hubungan antar pihak yang terlibat, mulai dari supplier , produsen, distributor, retailer, hingga pelanggan [12]. Praktek supply chain

management memiliki dampak positif pada keunggulan kompetitif, dalam scm terdapat metode Lean warehousing juga dapat didefinisikan sebagai konsep pengurangan limbah dalam rantai pasokan hulu atau hilir, tergantung pada lokasi dan fungsi gudang dalam rantai pasokan, untuk menangani pelanggan pada waktu dan tempat yang tepat. Lean warehousing difokuskan pada permintaan pesanan yang sesuai dan efisien, ini melibatkan meminimalkan aktivitas yang tidak menambah nilai di semua operasi gudang: receiving, storing, taking orders, packing dan Shipping [13].

Tahap pertama dari penelitian yang dilakukan pada PT XYZ ini adalah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan. Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data primer. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, wawancara informal, dan kuesioner. Data-data tersebut menjadi dasar untuk analisis dalam upaya menentukan strategi pengendalian stok yang optimal.

Langkah selanjutnya menggunakan visual stream mapping untuk memperbaiki proses cycle time yang secara jelas bagaimana proses beroperasi dengan waktu yang detail di setiap langkah kegiatan. VSM juga berfungsi untuk menganalisis proses dan perbaikan (improvement) dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi waktu yang dihabiskan untuk kegiatan NVA. Banyak penelitian menyarankan untuk mempergunakan VSM sebagai alat visual terbaik yang dapat menggambarkan aliran informasi serta sangat berguna untuk memahami aliran nilai dan waste [14]. Tujuan klasifikasi ini adalah mengidentifikasi aktivitas pada alur pergudangan. Terdapat tiga bagian utama dalam current state map dan future state map pada VSM. Ketiga bagian utama tersebut antara lain aliran proses produksi/material, aliran informasi, dan garis waktu (timeline). VSM dapat dibentuk dengan melakukan tiga tahapan utama, antara lain memilih produk atau keluarga produk (product family) tertentu sebagai target perbaikan, membuat current state map, dan membuat future state map. Dalam praktiknya, tentunya VSM memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut merupakan kelebihan dari VSM [10].

Langkah Identifikasi pemborosan terpenting yang perlu segera diperbaiki, yang membuat perlu identifikasi pemborosan. Waste Assessment Model (WAM) ialah model guna menseederhanakan pencarian permasalahan pemborosan serta mengidentifikasi guna mengeliminasi pemborosan. Seven Waste Relationship hubungan tertentu atau saling ketergantungan antara semua limbah, dan hubungan ini secara langsung atau tidak langsung dihasilkan oleh dampak dari masing-masing jenis limbah [7]. Waste Relationship Matrix (WRM) digunakan sebagai standar analisis untuk mengukur hubungan antara waste yang dihasilkan. Baris ini menunjukkan dampak masing-masing waste pada enam jenis waste yang lain. Kolom ini memperlihatkan waste yang terkena dampak enam waste yang lain. Matriks diagonal memperlihatkan nilai hubungan paling tinggi [15].

Adapun menurut klasifikasi pembobotan pada WAM sebagai berikut [15]:

Tabel 1. Rentang Skor Ketertarikan Antar Waste

Range	Type of Relationship	Symbol	Bobot
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A	10
13-16	<i>Especially Important</i>	E	8
9-12	<i>Important</i>	I	6
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O	4
1-4	<i>Unimportant</i>	U	3
0	<i>No Relationship</i>	X	0

Kemudian klasifikasi aktivitas tersebut di eliminasi menggunakan Process Activity Mapping. Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk memetakan proses produksi yang terjadi dan menganalisis pemborosan (Waste). Selain itu alat ini merupakan kunci dalam melakukan detailed mapping untuk proses pemesanan. Proses ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi lead time, aliran fisik dan aliran material di dalam pabrik maupun diluar pabrik pada rantai logistik. PAM dibuat berdasarkan proses dan waktu yang dialami oleh sebuah produk dimulai dari raw material hingga proses penyimpanan produk jadi pada bagian warehouse [16]. Adapun menurut [17] tahapan dan formula perhitungan pada tabel sebagai berikut:

1. Operation (Jumlah Operation)/(Jumtal Total) x 100% = %
2. Transportation (Jumlah Transportation)/(Jumtal Total) x 100% = %
3. Inspection (Jumlah Inspection)/(Jumtal Total) x 100% = %
4. Storage (Jumlah Storage)/(Jumtal Total) x 100% = %
5. Delay (Jumlah Delay)/(Jumtal Total) x 100% = %

Setelah persentase waste dari yang terbesar hingga yang terkecil didapat, selanjutnya menggunakan fishbone diagram untuk menunjukan efek atau akibat dari waste tersebut pada setiap kategori. Fishbone Diagram merupakan teknik pemecahan masalah yang membantu untuk berpikir melalui banyak kemungkinan sebab-sebab dari suatu masalah yang ingin diselesaikan. Fishbone bisa digunakan saat kita ingin melakukan identifikasi terhadap penyebab masalah yang memungkinkan dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berpikir pada rutinitas. Penjabaran dan hasil identifikasi dari metode ini berbentuk menyerupai kerangka tulang ikan yang meliputi bagian kepala, sirip, dan duri. Bagian kepala digunakan untuk meletakkan permasalahan yang akan diidentifikasi, sedangkan bagian sirip dan duri digunakan untuk meletakkan penyebab dari permasalahannya [18].

Selain itu, untuk memperoleh rekomendasi yang jelas dan rinci pada setiap Tindakan pada waste menggunakan 5W+1h.

5W+1H merupakan sebuah konsep rumusan pertanyaan yang biasa digunakan untuk memecahkan masalah dengan hasil berupa jawaban-jawaban untuk menentukan tujuan (goal). Metode ini tidak hanya digunakan sebagai penelitian pada dunia akademik atau pendidikan, namun juga digunakan pada dunia Non-akademik, contohnya adalah seperti dalam dunia bisnis. Sehingga metode 5W+1H bisa menjadi alternatif untuk solusi tersebut [19]. Langkah ini sangat penting agar hasil penelitian dapat menjadi rekomendasi untuk perusahaan di masa mendatang.

Hasil dan Pembahasan

A. Pengumpulan Data

Adapun pengolahan data yang diperlukan dalam pengklasifikasian yang akan diolah menggunakan metode Visual Stream Mapping. Pada Tabel 2 merupakan data waktu proses pergudangan dan jenis aktivitas pada setiap detail pada PT XYZ sebagai berikut:

Tabel 2. Data Waktu Proses Pergudangan

No	Detail Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas
Penerimaan Material (Receiving)			
1	<i>Driver</i> memarkirkan truk pada area dekat pembongkaran	17	<i>Transportation</i>
2	<i>Driver</i> menyerahkan surat jalan pada karyawan gudang	3	<i>Operation</i>
3	Pengecekan kesesuaian surat jalan dengan jumlah <i>ordering</i> perusahaan	5	<i>Inspection</i>
4	Operator mempersiapkan <i>forklift</i>	37	<i>Operation</i>
5	<i>Quality control</i> spesifikasi <i>material</i> yang diterima	20	<i>Inspection</i>
6	Proses bongkar <i>material</i> menggunakan <i>forklift</i>	65	<i>Operation</i>
7	Memvalidasi dokumen surat jalan dengan tanda tangan dan stempel perusahaan	6	<i>Operation</i>
8	Memberikan salah satu surat jalan kepada <i>driver</i>	2	<i>Operation</i>
Penempatan Material (Storage)			
9	Mencari lokasi untuk penempatan <i>material</i>	22	<i>Delay</i>
10	Menata <i>material</i> kecil agar <i>material</i> yang lebih besar bisa diletakkan	16	<i>Delay</i>
11	Pemindahan <i>material</i> sesuai dengan area penempatan menggunakan <i>crane</i>	46	<i>Transportation</i>
12	Pemindahan <i>material</i> menggunakan <i>forklift</i> ke area yang tidak dijangkau <i>crane</i>	75	<i>Transportation</i>
13	Penempatan <i>material</i> kecil pada box atau pallet	31	<i>Operation</i>
14	Menunggu <i>forklift</i> dikembalikan setelah digunakan	8	<i>Delay</i>
Pencatatan Material (Record)			
15	Menghitung dan mencatat jumlah <i>material</i> yang tersedia pada gudang	25	<i>Operation</i>
16	Memvalidasi kecocokan jumlah fisik <i>material</i> dan jumlah pada sistem gudang	12	<i>Inspection</i>
17	Membuat laporan update stok harian	5	<i>Operation</i>
Penyortiran dan Pengambilan Barang (Sort & Picking)			
18	Menunggu <i>delivery order</i> dari divisi PPIC	10	<i>Delay</i>
19	Melakukan pengecekan dokumen <i>delivery order</i>	5	<i>Inspection</i>
20	Mencari jenis <i>material</i> yang telah di fabrikasi sesuai dengan pesanan <i>delivery order</i>	27	<i>Operation</i>
21	Mengecek kondisi <i>material assembly (part)</i> yang akan diproses	12	<i>Inspection</i>
22	Mengambil <i>material assembly (part)</i> yang dipesan pada gudang menggunakan <i>crane</i>	51	<i>Transportation</i>
23	Menunggu perhitungan total volume <i>part</i> dari divisi <i>engineering</i>	18	<i>Delay</i>
24	Menunggu konfirmasi armada yang digunakan untuk pengiriMan dari divisi <i>procurement</i>	36	<i>Delay</i>

Pemrosesan Barang (Processing)			
25	Menyiapkan <i>packing list part</i> sesuai <i>delivery order</i>	15	Operation
26	Menyiapkan <i>hardfile</i> gambar teknik <i>assembly part</i> yang akan di <i>erection</i>	15	Operation
27	Pengecekan <i>part material (Quality control)</i> sebelum ditata yang selanjutnya akan dimuat	24	Inspection
28	Memberi insutruksi pada <i>helper part</i> apa saja yang harus ditata sesuai urutan muat (<i>loading</i>)	12	Delay
29	Menata <i>material assembly (part)</i> yang telah disortir agar volume armada bisa dimaksimalkan	16	Operation
Pemuatan Barang (Loading)			
30	Menunggu konfirmasi identitas <i>driver</i> dan armada dari vendor logistik	7	Delay
31	Menunggu armada menentukan posisi yang efektif di gudang	19	Delay
32	Mengecek surat sehat <i>driver</i>	5	Operation
33	Menunggu operator menyiapkan <i>forklift</i>	37	Delay
34	Pemuatan meterial ke armada	112	Operation
35	Penataan <i>material</i> yang sudah diatas armada agar tidak melebar melebihi ukuran armada	14	Operation
36	Menyiapkan <i>delivery notification</i> sesuai <i>quantity</i> dan <i>gross weight part</i> dan tanda tangan yang bersangkutan	15	Operation
37	Proses negosiasi dengan vendor dan kesanggupan <i>driver</i> jika <i>material</i> besi melebihi panjang/lebar armada	15	Delay
Pengiriman Barang (Trucking/Shipping)			
38	Penyerahan dokumen surat jalan kepada <i>driver</i>	3	Operation
39	Dokumentasi bentuk dan posisi kanan kiri atas armada setelah proses muat, plat nomer armada, <i>driver</i>	18	Operation
40	Memberikan informasi kepada satpam gudang akan ada armada keluar area gudang lewat HT	3	Operation
41	Pengecekan satpam pada surat jalan armada yang akan keluar area gudang	7	Inspection
TOTAL WAKTU		891	

Pada Tabel 2 merupakan data waktu pergudangan dan telah di klasifikasikan kategori aktivitasnya pada PT XYZ.

Tabel 3. Data Informasi Total Waktu Aktivitas Pergudangan

No	Aktivitas	Waktu (Menit)
1	Penerimaan Barang (Receiving)	155
2	Penempatan Barang (Storage)	198
3	Pencatatan Barang (Record)	42
4	Penyortiran dan Pengemasan Barang (Sort and Repacking)	159
5	Pemrosesan Barang (Processing)	82
6	Pemuatan Barang (Loading)	224
7	Pengiriman Barang (Shipping)	31
		891

Pada Tabel 3 merupakan jumlah waktu pergudangan pada setiap kategori aktivitasnya pada PT XYZ dengan total lead time 891 menit.

Tabel 4. Hasil Kuesioner Seven Waste Relationship (SWR)

No	Hubungan Antar Waste	Score				
		R1	R2	R3	R4	R5
1	O_I	10	16	18	20	14
2	O_D	12	6	14	16	9
3	O_M	11	5	18	14	12

4	O_T	14	4	20	12	8
5	O_W	13	7	20	14	18
6	I_O	6	8	18	16	13
7	I_D	7	14	20	10	12
8	I_M	6	12	18	18	12
9	I_T	16	10	16	18	16
10	D_O	6	14	18	12	10
11	D_I	8	16	18	8	12
12	D_M	3	4	16	10	12
13	D_T	4	2	18	12	14
14	D_W	2	6	14	16	8
15	M_I	3	4	16	11	20
16	M_D	4	10	20	14	16
17	M_P	8	14	18	16	15
18	M_W	14	18	20	16	18
19	T_O	12	6	20	8	16
20	T_I	11	10	18	12	14
21	T_D	6	7	14	18	14
22	T_M	13	16	20	16	16
23	T_W	16	17	18	17	15
24	P_O	14	8	16	18	16
25	P_I	16	12	14	16	13
26	P_D	16	17	20	17	16
27	P_M	14	12	20	17	14
28	P_W	16	14	18	14	10
29	W_O	17	5	20	14	12
30	W_I	8	4	16	17	14
31	W_D	4	2	18	14	12

Pada tabel 4 hasil akumulasi skor pada setiap responden dengan formula sebagai berikut:

Score O_I (R1)= Bobot Jawaban Pertanyaan 1 + Bobot Jawaban Pertanyaan 2 + ... + Bobot Jawaban Pertanyaan 6 = 2 + 0 + 2 + 2 + 2 + 2

Score O_I (R1)= 10

Tabel 5. Hasil Kuesioner Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

No	Pertanyaan	R1	R2	R3	R4	R5
Kategori (1) Man						
1	<i>To Motion</i>	1	1	1	1	0,5
2	<i>From Motion</i>	1	1	1	0,5	0,5
3	<i>From Defect</i>	0,5	0,5	1	0,5	1
4	<i>From Motion</i>	1	1	0,5	1	0,5
5	<i>From Motion</i>	0	0,5	0	1	0,5
6	<i>From Defect</i>	1	1	1	1	1
7	<i>From Processing</i>	1	0	0	0,5	0,5
Kategori (2) Material Fabrikasi						
8	<i>To Waiting</i>	1	0,5	1	0,5	1
9	<i>From Waiting</i>	1	1	1	1	1
10	<i>From Transportation</i>	1	0,5	1	0,5	0,5

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13491

11	<i>From Inventory</i>	1	1	1	0,5	1
12	<i>From Inventory</i>	1	1	1	1	1
13	<i>From Defect</i>	0,5	1	1	1	0,5
14	<i>From Inventory</i>	0	1	0	1	0
15	<i>From Waiting</i>	0,5	0	0	0,5	1
16	<i>To Defect</i>	0,5	0,5	0	0,5	0,5
17	<i>From Defect</i>	0,5	1	0	0,5	0
18	<i>From Transportation</i>	1	0,5	0	0,5	1
19	<i>To Motion</i>	0	0	0	0	0
20	<i>From Waiting</i>	1	1	1	1	1
21	<i>From Motion</i>	1	1	1	1	1
22	<i>From Transportation</i>	1	1	1	1	1
23	<i>From Defect</i>	1	0	1	1	1
24	<i>From Motion</i>	1	1	1	1	1
25	<i>From Inventory</i>	1	0	1	0,5	1
26	<i>From Inventory</i>	1	0,5	0	0	1
27	<i>To Waiting</i>	1	1	1	0,5	0,5
28	<i>From Defect</i>	0	1	0	0	1
29	<i>From Waiting</i>	1	0,5	1	1	0,5
30	<i>From Overpurchase</i>	1	0,5	0	0,5	1
31	<i>To Motion</i>	1	1	1	1	1
Kategori (3) Machine and Equipment						
32	<i>From Processing</i>	1	1	1	0,5	0,5
33	<i>To Waiting</i>	0,5	1	1	0,5	0,5
34	<i>From Processing</i>	1	1	1	1	0,5
35	<i>From Transportation</i>	1	1	1	1	1
36	<i>To Motion</i>	1	1	1	1	1
37	<i>From Overpurchase</i>	1	0,5	0	0,5	0
38	<i>From Waiting</i>	0,5	1	0	0	0
39	<i>From Waiting</i>	1	0,5	1	1	1
40	<i>To Defect</i>	0	0	0	0	0
41	<i>From Waiting</i>	0	0	0	0,5	0
42	<i>To Motion</i>	0	0,5	0	0	0
43	<i>From Processing</i>	1	1	1	0,5	0
Kategori (4) Method						
44	<i>To Transportation</i>	1	1	1	0,5	0,5
45	<i>From Motion</i>	1	1	1	1	1
46	<i>From Waiting</i>	1	1	1	1	1
47	<i>To Motion</i>	1	1	1	1	1
48	<i>To Waiting</i>	1	1	1	1	1
49	<i>To Defect</i>	1	1	1	1	1
50	<i>From Motion</i>	1	0,5	1	0,5	1
51	<i>From Defect</i>	1	1	1	0,5	0,5
52	<i>From Motion</i>	1	0	1	0,5	0,5

53	To Waiting	1	1	1	1	0,5
54	From Processing	1	1	1	0,5	1
55	From Processing	1	1	1	0,5	1
56	To Defect	1	0,5	1	1	0,5
57	From Inventory	1	1	1	1	1
58	To Transportation	1	1	1	1	1
59	To Motion	1	1	1	1	1
60	To Transportation	1	1	1	1	1
61	To Motion	1	1	1	1	1
62	To Motion	1	0	1	1	0,5
63	From Motion	1	0,5	1	0	1
64	From Motion	0	1	1	1	1
65	From Motion	1	0,5	1	1	1
66	From Overpurchase	0,5	1	1	0,5	0,5
67	From Processing	1	1	1	0,5	1
68	From Defect	1	0,5	0	1	1

Tabel 6. Klasifikasi dan Total Waktu VA, NVA, dan NNVA

No	Kategori	Aktivitas	Waktu (Menit)
1	Receiving	Value Added (VA)	76
		Non Value Added (NVA)	37
		Necessary Non Value Added (NNVA)	42
2	Storage	Value Added (VA)	168
		Non Value Added (NVA)	30
		Necessary Non Value Added (NNVA)	0
3	Record	Value Added (VA)	5
		Non Value Added (NVA)	12
		Necessary Non Value Added (NNVA)	25
4	Sort & Picking	Value Added (VA)	95
		Non Value Added (NVA)	64
		Necessary Non Value Added (NNVA)	0
5	Processing	Value Added (VA)	46

		Non Value Added (NVA)	12
		Necessary Non Value Added (NNVA)	24
		Value Added (VA)	146
6	Loading	Non Value Added (NVA)	37
		Necessary Non Value Added (NNVA)	34
		Value Added (VA)	21
7	Shipping	Non Value Added (NVA)	3
		Necessary Non Value Added (NNVA)	7
		Value Added (VA)	7

Dari hasil klasifikasi aktivitas pergudangan dan didapat jumlah aktivitas serta waktu pada setiap klasifikasi dapat ditunjukkan pada gambar 1 yang menunjukkan jumlah waktu Value Added, Non Value Added, serta Necessary Non Value Added pada setiap kategori kegiatan.

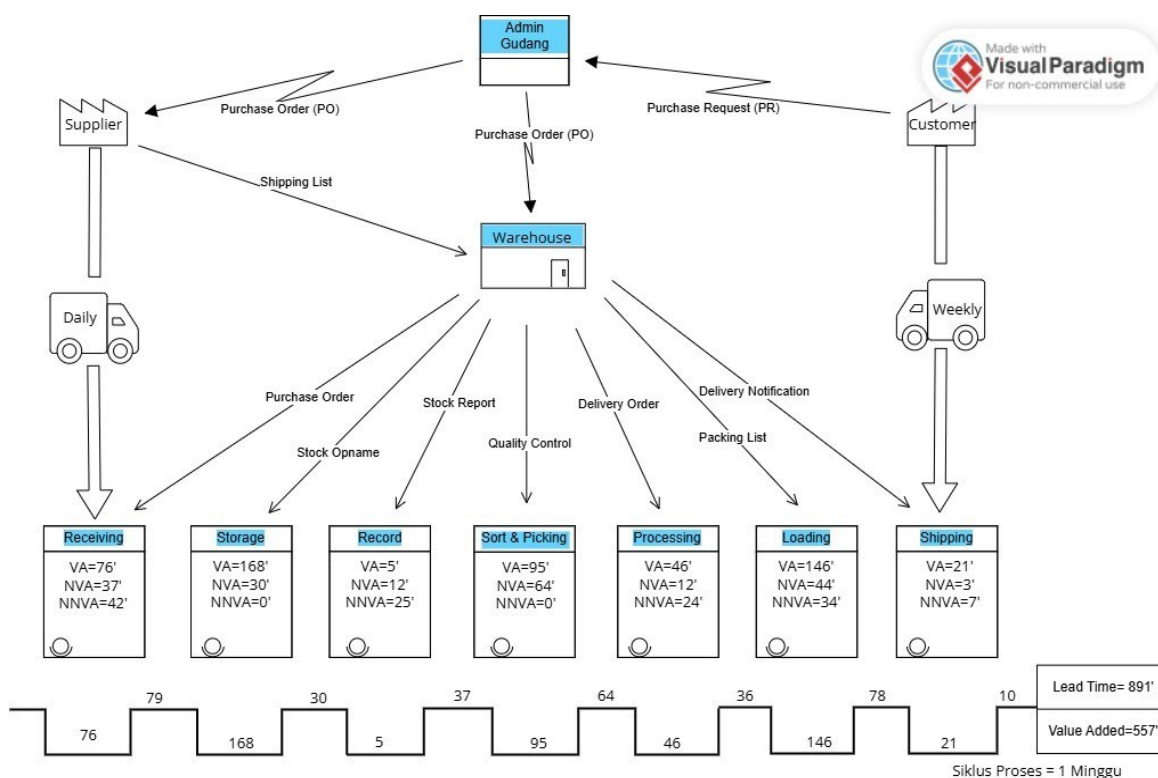


Figure 1. Current Value Stream Mapping

B. Metode Process Activity Mapping

Metode Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk memetakan proses produksi yang terjadi dan menganalisis pemborosan (Waste). Selain itu alat ini merupakan kunci dalam melakukan detailed mapping untuk proses pemesanan. Proses ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi lead time, aliran fisik dan aliran material di dalam pabrik maupun diluar pabrik pada rantai logistik. PAM dibuat berdasarkan proses dan waktu yang dialami oleh sebuah produk dimulai dari raw material hingga proses penyimpanan produk jadi pada bagian warehouse [16]. Adapun hasil klasifikasi metode PAM sebagai berikut:

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13491

Tabel 7. Proses Activity Mapping (PAM)

No	Detail Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas					Klasifikasi Aktivitas
			O	T	I	S	D	
Penerimaan Material (Receiving)								
1	Driver memarkirkan truk pada area dekat pembongkaran	17	O	T	I	S	D	NNVA
2	Driver menyerahkan surat jalan pada karyawan gudang	3	O	T	I	S	D	VA
3	Pengecekan kesesuaian surat jalan dengan jumlah <i>ordering</i> perusahaan	5	O	T	I	S	D	NNVA
4	Operator mempersiapkan forklift	37	O	T	I	S	D	NVA
5	Quality control spesifikasi material yang diterima	20	O	T	I	S	D	NNVA
6	Proses bongkar material menggunakan forklift	65	O	T	I	S	D	VA
7	Memvalidasi dokumen surat jalan dengan tanda tangan dan stempel perusahaan	6	O	T	I	S	D	VA
8	Memberikan salah satu surat jalan kepada driver	2	O	T	I	S	D	VA
Penempatan Material (Storage)								
9	Mencari lokasi untuk penempatan material	22	O	T	I	S	D	NVA
10	Menata material kecil agar material yang lebih besar bisa diletakkan	16	O	T	I	S	D	VA
11	Pemindahan material sesuai dengan area penempatan menggunakan crane	46	O	T	I	S	D	VA
12	Pemindahan material menggunakan forklift ke area yang tidak dijangkau crane	75	O	T	I	S	D	VA
13	Penempatan material kecil pada box atau pallet	31	O	T	I	S	D	VA
14	Menunggu forklift dikembalikan setelah digunakan	8	O	T	I	S	D	NVA
Pencatatan Material (Record)								
15	Menghitung dan mencatat jumlah material yang tersedia pada gudang	25	O	T	I	S	D	NNVA
16	Memvalidasi kecocokan jumlah fisik material dan jumlah pada sistem gudang	12	O	T	I	S	D	NVA
17	Membuat laporan update stok harian	5	O	T	I	S	D	VA
Penyortiran dan Pengambilan Barang (Sort & Picking)								
18	Menunggu <i>delivery order</i> dari divisi PPIC	10	O	T	I	S	D	NVA
19	Melakukan pengecekan dokumen <i>delivery order</i>	5	O	T	I	S	D	VA
20	Mencari jenis material yang telah di fabrikasi sesuai dengan pesanan <i>delivery order</i>	27	O	T	I	S	D	VA
21	Mengecek kondisi material assembly (part) yang akan diproses	12	O	T	I	S	D	VA
22	Mengambil material assembly (part) yang dipesan pada gudang menggunakan crane	51	O	T	I	S	D	VA
23	Menunggu perhitungan total volume part dari divisi engineering	18	O	T	I	S	D	NVA
24	Menunggu konfirmasi armada yang digunakan untuk pengiri <i>Man</i> dari divisi procurement	36	O	T	I	S	D	NVA
Pemrosesan Barang (Processing)								

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13491

25	Menyiapkan packing list part sesuai <i>delivery order</i>	15	O	T	I	S	D	VA
26	Menyiapkan hardfile gambar teknik assembly part yang akan di erection	15	O	T	I	S	D	VA
27	Pengecekan part material (quality control) sebelum ditata yang selanjutnya akan dimuat	24	O	T	I	S	D	NNVA
28	Memberi insutruksi pada helper part apa saja yang harus ditata sesuai urutan muat (loading)	12	O	T	I	S	D	NVA
29	Menata material assembly (part) yang telah disortir agar volume armada bisa dimaksimalkan	16	O	T	I	S	D	VA
Pemuatan Barang (Loading)								
30	Menunggu konfirmasi identitas driver dan armada dari vendor logistik	7	O	T	I	S	D	NVA
31	Menunggu armada menentukan posisi yang efektif di gudang	19	O	T	I	S	D	NNVA
32	Mengecek surat sehat driver	5	O	T	I	S	D	VA
33	Menunggu operator menyiapkan forklift	37	O	T	I	S	D	NVA
34	Pemuatan meterial ke armada	112	O	T	I	S	D	VA
35	Penataan material yang sudah diatas armada agar tidak melebar melebihi ukuran armada	14	O	T	I	S	D	VA
36	Menyiapkan <i>delivery</i> notification sesuai quantity dan gross weight part dan tanda tangan yang bersangkutan	15	O	T	I	S	D	VA
37	Proses negosiasi dengan vendor dan kesanggupan driver jika material besi melebihi panjang/lebar armada	15	O	T	I	S	D	NNVA
PengiriMan Barang (Trucking/Shipping)								
38	Penyerahan dokumen surat jalan kepada driver	3	O	T	I	S	D	VA
39	Dokumentasi bentuk dan posisi kanan kiri atas armada setelah proses muat, plat nomer armada, driver	18	O	T	I	S	D	VA
40	Memberikan informasi kepada satpam gudang akan ada armada keluar area gudang lewat HT	3	O	T	I	S	D	NVA
41	Pengecekan satpam pada surat jalan armada yang akan keluar area gudang	7	O	T	I	S	D	NNVA
TOTAL WAKTU		891	17	4	7	2	11	

Keterangan:

- Operation (O) merupakan aktivitas yang memiliki nilai tambah dan biaya.
- Delay (D) merupakan aktivitas menunggu atau tanpa aktivitas.
- Transportation (T) merupakan aktivitas perpindahan atau pergerakan spare-part yang dapat diminimalisir.
- Inspection (I) peerupakan aktivitas pemeriksaan atau pengecekan spare- part dan data/berkas,
- Storage (S) merupakan aktivitas menyimpan yang mengharuskan untuk menunggu atau tanpa aktivitas.
- Value added (VA) adalah proses perubahan atau transformasi suatu produk dari keadaan semula menjadi keadaan yang memiliki nilai tambah.
- Non Value added (NVA) adalah aktivitas yang tidak mengakibatkan penambahan, perubahan keadaan sehingga memnyebabkan hambatan bagi aktivitas yang lain.

h. Necessary Non Value added (NNVA) adalah kegiatan yang masih penting dan perlu untuk dilakukan, tetapi aktivitas tersebut tidak memiliki nilai tambah.

Hasil dari pengolahan Process Activity Mapping (PAM) yaitu detail pengelompokan jenis aktivitas dan waktu keseluruhan aktivitas pergudangan mulai dari proses receiving hingga Shipping. Kemudian dilakukan perhitungan persentase pada setiap kelompok aktivitas tersebut. Hasil perhitungan setiap kelompok aktivitas adalah sebagai berikut:

1. Persentase setiap aktivitas

a. Operation

$$\frac{17}{41} \times 100\% = 41\%$$

b. Transportation

$$\frac{4}{41} \times 100\% = 10\%$$

c. Inspection

$$\frac{7}{41} \times 100\% = 17\%$$

d. Storage

$$\frac{2}{41} \times 100\% = 5\%$$

e. Delay

$$\frac{11}{41} \times 100\% = 27\%$$

2. Persentase waktu setiap aktivitas

a. Operation

$$\frac{349}{891} \times 100\% = 39\%$$

b. Transportation

$$\frac{189}{891} \times 100\% = 21\%$$

c. Inspection

$$\frac{85}{891} \times 100\% = 10\%$$

d. Storage

$$\frac{47}{891} \times 100\% = 5\%$$

e. Delay

$$\frac{221}{891} \times 100\% = 25\%$$

Hasil dari perhitungan persentase frekuensi dan waktu tiap aktivitas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Persentase Frekuensi dan Waktu Aktivitas Gudang

No	Aktivitas	Frekuensi	Persentase Frekuensi	Waktu (Menit)	Persentase Waktu
1	Operation	17	41%	349	39%
2	Transportation	4	10%	189	21%
3	Inspection	7	17%	85	10%
4	Storage	2	5%	47	5%
5	Delay	11	27%	221	25%
	Total	41	100%	891	100%

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan frekuensi aktivitas tertinggi yakni pada aktivitas Operation dengan frekuensi sebesar 41% dan waktu yang dibutuhkan sebesar 39% dari keseluruhan aktivitas pergudangan. Setelah itu terdapat aktivitas Inspection sebesar 17% dan waktu yang dibutuhkan sebesar 10%; aktivitas Delay sebesar 27% dengan waktu yang dibutuhkan sebesar 25% aktivitas Transportation sebesar 10% dengan waktu yang dibutuhkan sebesar 21% dan aktivitas Storage sebesar 5% dengan waktu yang dibutuhkan sebesar 5%.

C. Waste Assesment Model (WAM)

Dalam menilai *Seven Waste Relationship* akan menggunakan metode yang telah dikembangkan oleh Rawabdeh [20]. Langkah-langkah dalam pengolahan data SWR berdasarkan hasil pengumpulan data dan diskusi langsung dengan karyawan di lokasi pergudangan adalah sebagai berikut:

Setiap jawaban yang telah terkumpul sesuai Tabel 4.3 diberi bobot sesuai dengan kriteria jawaban yang ada pada tabel 2.1 dan kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan rata-rata total *score* seperti pada tabel berikut.

Perhitungan rata-rata *score* :

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata O_I} &= \frac{R1+R2+R3+R4+R5}{\text{Jumlah Responden}} \\ &= \frac{10+16+18+20+14}{5} \\ &= \frac{78}{5} \\ &= 15,6 \end{aligned}$$

Tabel 9. Jawaban dan Rata-Rata Score Setiap Hubungan Waste

No	Hubungan Antar Waste	Responden					Rata-rata Score
		1	2	3	4	5	
1	O_I	10	16	18	20	14	15.6
2	O_D	12	6	14	16	9	11.4
3	O_M	11	5	18	14	12	12
4	O_T	14	4	20	12	8	11.6
5	O_W	13	7	20	14	18	14.4
6	I_O	6	8	18	16	13	12.2
7	I_D	7	14	20	10	12	12.6
8	I_M	6	12	18	18	12	13.2
9	I_T	16	10	16	18	16	15.2
10	D_O	6	14	18	12	10	12
11	D_I	8	16	18	8	12	12.4
12	D_M	3	4	16	10	12	9
13	D_T	4	2	18	12	14	10
14	D_W	2	6	14	16	8	9.2
15	M_I	3	4	16	11	20	10.8
16	M_D	4	10	20	14	16	12.8
17	M_P	8	14	18	16	15	14.2
18	M_W	14	18	20	16	18	17.2
19	T_O	12	6	20	8	16	12.4
20	T_I	11	10	18	12	14	13
21	T_D	6	7	14	18	14	11.8
22	T_M	13	16	20	16	16	16.2
23	T_W	16	17	18	17	15	16.6
24	P_O	14	8	16	18	16	14.4
25	P_I	16	12	14	16	13	14.2
26	P_D	16	17	20	17	16	17.2
27	P_M	14	12	20	17	14	15.4
28	P_W	16	14	18	14	10	14.4
29	W_O	17	5	20	14	12	13.6

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13491

30	W_I	8	4	16	17	14	11.8
31	W_D	4	2	18	14	12	10

Menentukan tingkat hubungan dari hasil *score* yang sudah didapatkan pada tabel 4.8 sesuai dengan kriteria pada tabel 1 semakin besar total *score* menunjukkan kekuatan hubungan pemborosan seperti yang diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 10. Tingkat Hubungan Antar Pemborosan

No	Hubungan Antar Waste	Rata-rata Score	Hubungan
1	O_I	15.6	E
2	O_D	11.4	I
3	O_M	12	I
4	O_T	11.6	I
5	O_W	14.4	E
6	I_O	12.2	I
7	I_D	12.6	I
8	I_M	13.2	E
9	I_T	15.2	E
10	D_O	12	I
11	D_I	12.4	I
12	D_M	9	I
13	D_T	10	I
14	D_W	9.2	I
15	M_I	10.8	I
16	M_D	12.8	I
17	M_P	14.2	E
18	M_W	17.2	A
19	T_O	12.4	I
20	T_I	13	E
21	T_D	11.8	I
22	T_M	16.2	E
23	T_W	16.6	E
24	P_O	14.4	E
25	P_I	14.2	E
26	P_D	17.2	A
27	P_M	15.4	E
28	P_W	14.4	E
29	W_O	13.6	E
30	W_I	11.8	I
31	W_D	10	I

Tingkat hubungan pemborosan pada tabel diatas selanjutnya dikonversi dalam bentuk Waste Relationship Matrix (WRM) seperti pada tabel berikut:

Tabel 11. Waste Relationship Matrix (WRM)

F/T	O	I	D	M	T	P	W
O	X	I	I	X	I	E	E
I	E	X	I	E	E	X	X
D	I	I	X	I	I	X	I

M	X	I	I	X	X	E	A
T	I	E	I	E	X	X	E
P	E	E	A	E	X	X	E
W	E	I	I	X	X	X	X

Mengonversi WRM pada tabel 4.10 dengan cara mengonversi ke bentuk angka sesuai kriteria pada tabel 2.2. Hasil konversi disebut *waste matrix value* seperti pada tabel berikut:

Berikut diberikan contoh perhitungan pada *waste from overpurchase* (O):

Jumlah From O (baris O) = $0 + 6 + 6 + 0 + 6 + 8 + 8 = 34$

Jumlah To O (kolom O) = $0 + 8 + 6 + 0 + 6 + 8 + 8 = 36$

Persentase From O = $\frac{\text{Jumlah From O}}{\text{Jumlah Score}} \times 100\% = \frac{34}{214} \times 100\% = 16\%$

Persentase To O = $\frac{\text{Jumlah From O}}{\text{Jumlah Score}} \times 100\% = \frac{36}{214} \times 100\% = 17\%$

Tabel 12. Waste Relationship Matrix (WRM)

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	Persentase
O	0	6	6	0	6	8	8	34	16%
I	8	0	6	8	8	0	0	30	14%
D	6	6	0	6	6	0	6	30	14%
M	0	6	6	0	0	e	10	22	10%
T	6	8	6	8	0	0	8	36	17%
P	8	8	10	8	0	0	8	42	20%
W	8	6	6	0	0	0	0	20	9%
Score	36	40	40	30	20	8	40	214	
Persentase	17%	19%	19%	14%	9%	4%	19%		

D. Metode Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Kuesioner waste assessment questionnaire terdiri atas 68 pertanyaan yang terbagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok Man (manusia), material fabrikasi, Machine and equipment (mesin dan peralatan), dan method (metode). Beberapa pertanyaan ditandai dengan “From” yang berarti waste yang terjadi saat ini akan mempengaruhi waste lainnya, sementara beberapa pertanyaan lainnya ditandai dengan “To” yang berarti waste yang terjadi saat ini dipengaruhi oleh waste lainnya. Terdapat 3 pilihan jawaban dengan bobot masing-masing. Jawaban “Ya” diberi bobot 1, jawaban Sedang diberi bobot 0,5 dan jawaban Tidak diberi bobot 0.

Tabel 13. Kuesioner Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Menghilangkan variasi pertanyaan setiap jenis pertanyaan dengan membagi bobot nilai WRM pada tabel 4.14 dengan kelompok pertanyaan (Ni) pada tabel 4.12. Selanjutnya menghitung *score* (Sj) dan Frekuensi (Fj) masing masing *waste* dengan menghilangkan nilai 0 seperti pada tabel dibawah.

Perhitungan nilai *waste* kategori *man*, hubungan *To Motion* adalah sebagai berikut:

1. *To Motion*

a. $Wo.k = \frac{0}{9} = 0$

b. $Wi.k = \frac{8}{9} = 0,89$

c. $Wd.k = \frac{6}{9} = 0,67$

d. $Wm.k = \frac{0}{9} = 0$

e. $Wt.k = \frac{8}{9} = 0,89$

f. $Wp.k = \frac{8}{9} = 0,89$

g. $Ww.k = \frac{0}{9} = 0$

h. $S_j (Wo.k) = S_{wo,k} = 0+0+0,75+...0+1,14+0,75 = 56$

i. $F_j (Wo,k) = n (Wo,k)0 = 45$

Tabel 14. Hasil Pembagian Pembobo dengan Jumlah Pertanyaan

No	Jenis Pertanyaan	Kategori	Ni	Bobot awal untuk setiap jenis waste						
			Wo.k	Wi.k	Wd.k	Wm.k	Wt.k	Wp.k	Ww.k	
1	To Motion	Man	9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
2	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
3	From Defect		8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
4	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
5	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
6	From Defect		8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
7	From Processing		7	1.14	1.14	1.43	1.14	0.00	0.00	1.14
8	To Waiting	Material	5	1.60	0.00	1.20	2.00	1.60	1.60	0.00
9	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
10	From Transportation		4	1.50	2.00	1.50	2.00	0.00	0.00	2.00
11	From Inventory		6	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
12	From Inventory		6	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
13	From Defect		8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
14	From Inventory		6	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
15	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
16	To Defect		4	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	2.50	1.50
17	From Defect		8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
18	From Transportation		4	1.50	2.00	1.50	2.00	0.00	0.00	2.00
19	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
20	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
21	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
22	From Transportation		4	1.50	2.00	1.50	2.00	0.00	0.00	2.00
23	From Defect		8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
24	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
25	From Inventory		6	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
26	From Inventory		6	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
27	To Waiting		5	1.60	0.00	1.20	2.00	1.60	1.60	0.00
28	From Defect		8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
29	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
30	From Overpurchase		3	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.67	2.67
31	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
32	From Processing	Machine and Equipment	7	1.14	1.14	1.43	1.14	0.00	0.00	1.14
33	To Waiting		5	1.60	0.00	1.20	2.00	1.60	1.60	0.00
34	From Processing		7	1.14	1.14	1.43	1.14	0.00	0.00	1.14
35	From Transportation		4	1.50	2.00	1.50	2.00	0.00	0.00	2.00
36	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00

37	From Overpurchase		3	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.67	2.67
38	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
39	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
40	To Defect		4	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	2.50	1.50
41	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
42	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
43	From Processing		7	1.14	1.14	1.43	1.14	0.00	0.00	1.14
44	To Transportation	Method	3	2.00	2.67	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
46	From Waiting		8	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
47	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
48	To Waiting		5	1.60	0.00	1.20	2.00	1.60	1.60	0.00
49	To Defect		4	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	2.50	1.50
50	From Motion		11	0.00	0.73	0.55	0.00	0.73	0.73	0.00
51	From Defect		8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
52	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
53	To Waiting		5	1.60	0.00	1.20	2.00	1.60	1.60	0.00
54	From Processing		7	1.14	1.14	1.43	1.14	0.00	0.00	1.14
55	From Processing		7	1.14	1.14	1.43	1.14	0.00	0.00	1.14
56	To Defect		4	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	2.50	1.50
57	From Inventory		6	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
58	To Transportation		3	2.00	2.67	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
60	To Transportation		3	2.00	2.67	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
62	To Motion		9	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
63	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
64	From Motion		11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
65	From Motion	11	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91	
66	From Overpurchase	3	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.67	2.67	
67	From Processing	7	1.14	1.14	1.43	1.14	0.00	0.00	1.14	
68	From Defect	8	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75	
Score (Sj)				56	62	58	46	43	42	45
Frekuensi (Fj)				45	57	56	34	36	32	36

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa *score* (sj) hasil pembagian jumlah pertanyaan dengan pembobotan awal *waste over-production* adalah 56, *inventory* adalah 62, *defect* adalah 58, *motion* adalah 46, *transportation* adalah 43, *processing* adalah 43, dan *waiting* adalah 45. Sedangkan, frekuensi (fj) hasil pembagian jumlah pertanyaan dengan pembobotan awal yang tidak bernilai nol untuk *waste over-production* adalah 45, *inventory* adalah 57, *defect* adalah 56, *motion* adalah 34, *Transportation* adalah 36, *Processing* adalah 32 dan *waiting* adalah 36.

Memasukkan rata-rata dari hasil kuesioner pada tabel dan mengalikan dengan bobot yang terdapat pada tabel. selanjutnya menghitung *score* (sj) dan frekuensi (fj) masing-masing *waste* dengan mengabaikan nilai 0 seperti pada tabel di bawah dan tabulasi lengkap pada lampiran 7.

Berikut diberikan contoh perhitungan pada tabulasi dibawah.

Perhitungan perkalian pemnbobotan (baris 1 jenis pertanyaan To Motion) :

a. $Wo.k = \text{bobot} \times \text{rata-rata jawaban kuesioner} = 0 \times 0,9 = 0$

b. $Wi.k = \text{bobot} \times \text{rata-rata jawaban kuesioner} = 0,8 \times 0,9 = 0,80$

c. $Wd.k = \text{bobot} \times \text{rata-rata jawaban kuesioner} = 0,6 \times 0,9 = 0,60$

- d. $Wm.k = \text{bobot} \times \text{rata-rata jawaban kuesioner} = 0 \times 0,9 = 0$
- e. $Wt.k = \text{bobot} \times \text{rata-rata jawaban kuesioner} = 0,8 \times 0,9 = 0,80$
- f. $Wp.k = \text{bobot} \times \text{rata-rata jawaban kuesioner} = 0,89 \times 0,9 = 0,80$
- g. $Ww.k = \text{bobot} \times \text{rata-rata jawaban kuesioner} = 0 \times 0,9 = 0$
- h. $sj(Wo.k) = S wo,k = 0+0+0,53+...+0+1,03+0,53 = 43$
- i. $fj(Wo,k) = n(Wo,k)0 = 44$

Tabel 15. Hasil Perkalian Pembobotan dengan Rata-rata Jawaban

No	Jenis Pertanyaan	Rata-rata Jawaban	Nilai bobot untuk setiap jenis waste (wj.k)						
			Wo.k	Wi.k	Wd.k	Wm.k	Wt.k	Wp.k	Ww.k
1	To Motion	0.9	0	0.80	0.6	0.00	0.8	0.80	0
2	From Motion	0.8	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.58	0.73
3	From Defect	0.7	0.53	0.53	0.00	0.53	0.53	0.00	0.53
4	From Motion	0.8	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.58	0.73
5	From Motion	0.4	0.00	0.22	0.22	0.00	0.00	0.29	0.36
6	From Defect	1	0.75	0.75	0.00	0.75	0.75	0.00	0.75
7	From Processing	0.4	0.46	0.46	0.57	0.46	0.00	0.00	0.46
8	To Waiting	0.8	1.28	0.00	0.96	1.60	1.28	1.28	0.00
9	From Waiting	1	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
10	From Transportation	0.7	1.05	1.40	1.05	1.40	0.00	0.00	1.40
11	From Inventory	0.9	1.20	0.00	0.90	1.20	1.20	0.00	0.00
12	From Inventory	1	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
13	From Defect	0.8	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60
14	From Inventory	0.4	0.53	0.00	0.40	0.53	0.53	0.00	0.00
15	From Waiting	0.4	0.40	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
16	To Defect	0.4	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	1.00	0.60
17	From Defect	0.4	0.30	0.30	0.00	0.30	0.30	0.00	0.30
18	From Transportation	0.6	0.90	1.20	0.90	1.20	0.00	0.00	1.20
19	To Motion	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	From Waiting	1	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
21	From Motion	1	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
22	From Transportation	1	1.50	2.00	1.50	2.00	0.00	0.00	2.00
23	From Defect	0.8	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60
24	From Motion	1	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
25	From Inventory	0.7	0.93	0.00	0.70	0.93	0.93	0.00	0.00
26	From Inventory	0.5	0.67	0.00	0.50	0.67	0.67	0.00	0.00
27	To Waiting	0.8	1.28	0.00	0.96	1.60	1.28	1.28	0.00
28	From Defect	0.4	0.30	0.30	0.00	0.30	0.30	0.00	0.30
29	From Waiting	0.8	0.80	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
30	From Overpurchase	0.6	0.00	1.20	1.20	0.00	1.20	1.60	1.60
31	To Motion	1	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
32	From Processing	0.8	0.91	0.91	1.14	0.91	0.00	0.00	0.91
33	To Waiting	0.7	1.12	0.00	0.84	1.40	1.12	1.12	0.00
34	From Processing	0.9	1.03	1.03	1.29	1.03	0.00	0.00	1.03
35	From Transportation	1	1.50	2.00	1.50	2.00	0.00	0.00	2.00
36	To Motion	1	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00

37	From Overpurchase	0.4	0.00	0.80	0.80	0.00	0.80	1.07	1.07
38	From Waiting	0.3	0.30	0.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
39	From Waiting	0.9	0.90	0.68	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00
40	To Defect	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	From Waiting	0.1	0.10	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
42	To Motion	0.1	0.00	0.09	0.07	0.00	0.09	0.09	0.00
43	From Processing	0.7	0.80	0.80	1.00	0.80	0.00	0.00	0.80
44	To Transportation	0.8	1.60	2.13	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
45	From Motion	1	0.00	0.55	0.55	0.00	0.00	0.73	0.91
46	From Waiting	1	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
47	To Motion	1	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
48	To Waiting	1	1.60	0.00	1.20	2.00	1.60	1.60	0.00
49	To Defect	1	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	2.50	1.50
50	From Motion	0.8	0.00	0.58	0.44	0.00	0.58	0.58	0.00
51	From Defect	0.8	0.60	0.60	0.00	0.60	0.60	0.00	0.60
52	From Motion	0.6	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.44	0.55
53	To Waiting	0.9	1.44	0.00	1.08	1.80	1.44	1.44	0.00
54	From Processing	0.9	1.03	1.03	1.29	1.03	0.00	0.00	1.03
55	From Processing	0.9	1.03	1.03	1.29	1.03	0.00	0.00	1.03
56	To Defect	0.8	1.20	1.20	0.00	1.20	1.20	2.00	1.20
57	From Inventory	1	1.33	0.00	1.00	1.33	1.33	0.00	0.00
58	To Transportation	1	2.00	2.67	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
59	To Motion	1	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
60	To Transportation	1	2.00	2.67	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
61	To Motion	1	0.00	0.89	0.67	0.00	0.89	0.89	0.00
62	To Motion	0.7	0.00	0.62	0.47	0.00	0.62	0.62	0.00
63	From Motion	0.7	0.00	0.38	0.38	0.00	0.00	0.51	0.64
64	From Motion	0.8	0.00	0.44	0.44	0.00	0.00	0.58	0.73
65	From Motion	0.9	0.00	0.49	0.49	0.00	0.00	0.65	0.82
66	From Overpurchase	0.7	0.00	1.40	1.40	0.00	1.40	1.87	1.87
67	From Processing	0.9	1.03	1.03	1.29	1.03	0.00	0.00	1.03
68	From Defect	0.7	0.53	0.53	0.00	0.53	0.53	0.00	0.53
Score (sj)			43	46	45	35	30	29	32
Frekuensi (ff)			44	55	55	33	34	30	35

Menghitung nilai akhir *Waste Assessment Questionnaire*, diperlukan nilai Pj yang merupakan faktor yang di dapatkan dari persentase *Waste Relationship Matrix* (WRM). Berikut ini hasil akhir perhitungan *Waste Assessment Questionnaire*:

Perhitungan akhir *Waste Assesment Questionnaire* untuk *Overpurchase*:

a. Skor (Yj) $O = \frac{sj}{sj} \times \frac{fj}{fj} = \frac{43}{56} \times \frac{44}{45} = 0,75079$

b. Pj Faktor O = % From O x %To O = 16% x 17% = 0,0272

c. Yj Final = Skor (Yj) O x Pj Faktor O = 0, 75079 x 0,0272

= 0,02042

d. Total Yj Final = $\sum Yj$ Final

= 0.01845+0.01749+0.01845+0.01340+0.00974+=0.00886+0.01127

=0.01749

$$e. \text{Skor (Yj) O} = \frac{Yj \text{ Final O}}{\text{Total Yj Final}} \times 100\% = \frac{0,02042}{0,01749} \times 100\% = 18.90\%$$

Dimana:

Sj = Total untuk nilai bobot *waste* (tabel 4.15)

Sj = Total untuk nilai bobot *waste* (tabel 4.16)

Fj = Frekuensi *waste* bukan o (tabel 4.15)

Fj = Frekuensi *waste* bukan o (tabel 4.16)

Yj = Faktor indikasi awal dari setiap jenis *waste*

Pj = Probabilitas pengaruh antar jenis *waste*

Tabel 16. Hasil Akhir Perhitungan Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Keterangan	O	I	D	M	T	P	W
Yj	0.74304	0.71813	0.75758	0.73397	0.66660	0.64975	0.69410
Pj Factor	0.02484	0.02435	0.02435	0.01826	0.01461	0.01364	0.01623
Yj Final	0.01845	0.01749	0.01845	0.01340	0.00974	0.00886	0.01127
Final Result	18.90%	17.91%	18.89%	13.73%	9.97%	9.07%	11.54%
Ranking	1	3	2	4	6	7	5

Berdasarkan hasil perhitungan Waste Assessment Questionnaire pada proses aliran pergudangan di PT Berkah Anugerah Inti Semesta, diketahui urutan waste tertinggi sampai terendah dengan persentase masing-masing adalah Overpurchase sebesar 18,90%, Defect sebesar 18.89%, Inventory sebesar 17.91%, Motion sebesar 13,73%, Waiting sebesar 11,54%, Transportation sebesar 9.97% dan Processing sebesar 9,07%. Selanjutnya, penyebab terjadinya masing-masing waste akan dibahas lebih mendalam pada sub-bab fishbone diagram.

E. Metode Future Value Stream Mapping

Aktivitas non necessary value added (NNVA) merupakan aktivitas penting namun tidak memberikan nilai tambah. Sehingga proses yang termasuk dalam aktivitas NNVA tidak dapat dihilangkan. Sementara itu, aktivitas non value added (NVA) merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sama sekali, sehingga adanya aktivitas tersebut perlu untuk dieliminasi atau dihilangkan. Aktivitas NVA dan NNVA merupakan aktivitas yang termasuk dalam pemborosan (*waste*). Sehingga adanya aktivitas tersebut sebenarnya tidak perlu dan dapat dihindari karena tidak memberikan nilai tambah pada keseluruhan aktivitas pergudangan. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan untuk mengeliminasi atau meminimumkan pemborosan tersebut. Berikut merupakan tabel aktivitas pergudangan setelah pemberian usulan.

Tabel 17. Hasil Future Stream Mapping

No	Detail Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas					Klasifikasi Aktivitas
			O	T	I	S	D	
Penerimaan Material (Receiving)								
1	Driver memarkirkan truk pada area dekat pembongkaran	17	O	T	I	S	D	NNVA
2	Driver menyerahkan surat jalan pada karyawan gudang	3	O	T	I	S	D	VA
3	Pengecekan kesesuaian surat jalan dengan jumlah <i>ordering</i> perusahaan	5	O	T	I	S	D	NNVA
4	Operator mempersiapkan forklift	37	O	T	I	S	D	NVA
5	Quality control spesifikasi material yang diterima	20	O	T	I	S	D	NNVA
6	Proses bongkar material menggunakan forklift	65	O	T	I	S	D	VA

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13491

7	Memvalidasi dokumen surat jalan dengan tanda tangan dan stempel perusahaan	6	O	T	I	S	D	VA
8	Memberikan salah satu surat jalan kepada driver	2	O	T	I	S	D	VA
Penempatan Material (Storage)								
9	Mencari lokasi untuk penempatan material	22	O	T	I	S	D	NVA
10	Menata material kecil agar material yang lebih besar bisa diletakkan	16	O	T	I	S	D	VA
11	Pemindahan material sesuai dengan area penempatan menggunakan crane	46	O	T	I	S	D	VA
12	Pemindahan material menggunakan forklift ke area yang tidak dijangkau crane	75	O	T	I	S	D	VA
13	Penempatan material kecil pada box atau pallet	31	O	T	I	S	D	VA
14	Menunggu forklift dikembalikan setelah digunakan	8	O	T	I	S	D	NVA
Pencatatan Material (Record)								
15	Menghitung dan mencatat jumlah material yang tersedia pada gudang	25	O	T	I	S	D	NNVA
16	Memvalidasi kecocokan jumlah fisik material dan jumlah pada sistem gudang	12	O	T	I	S	D	NVA
17	Membuat laporan update stok harian	5	O	T	I	S	D	VA
Penyortiran dan Pengambilan Barang (Sort & Picking)								
18	Menunggu <i>delivery order</i> dari divisi PPIC	10	O	T	I	S	D	NVA
19	Melakukan pengecekan dokumen <i>delivery order</i>	5	O	T	I	S	D	VA
20	Mencari jenis material yang telah di fabrikasi sesuai dengan pesanan <i>delivery order</i>	27	O	T	I	S	D	VA
21	Mengecek kondisi material assembly (part) yang akan diproses	12	O	T	I	S	D	VA
22	Mengambil material assembly (part) yang dipesan pada gudang menggunakan crane	51	O	T	I	S	D	VA
23	Menunggu perhitungan total volume part dari divisi engineering	18	O	T	I	S	D	NVA

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.13491

24	Menunggu konfirmasi armada yang digunakan untuk pengiriMan dari divisi procurement	36	O	T	I	S	D	NVA
Pemrosesan Barang (Processing)								
25	Menyiapkan packing list part sesuai <i>delivery order</i>	15	O	T	I	S	D	VA
26	Menyiapkan hardfile gambar teknik assembly part yang akan di erection	15	O	T	I	S	D	VA
27	Pengecekan part material (quality control) sebelum ditata yang selanjutnya akan dimuat	24	O	T	I	S	D	NNVA
28	Memberi insutruksi pada helper part apa saja yang harus ditata sesuai urutan muat (loading)	12	O	T	I	S	D	NVA
29	Menata material assembly (part) yang telah disortir agar volume armada bisa dimaksimalkan	16	O	T	I	S	D	VA
Pemuatan Barang (Loading)								
30	Menunggu konfirmasi identitas driver dan armada dari vendor logistik	7	O	T	I	S	D	NVA
31	Menunggu armada menentukan posisi yang efektif di gudang	19	O	T	I	S	D	NNVA
32	Mengecek surat sehat driver	5	O	T	I	S	D	VA
33	Menunggu operator menyiapkan forklift	37	O	T	I	S	D	NVA
34	Pemuatan meterial ke armada	112	O	T	I	S	D	VA
35	Penataan material yang sudah diatas armada agar tidak melebar melebihi ukuran armada	14	O	T	I	S	D	VA
36	Menyiapkan <i>delivery</i> notification sesuai quantity dan gross weight part dan tanda tangan yang bersangkutan	15	O	T	I	S	D	VA
37	Proses negosiasi dengan vendor dan kesanggupan driver jika material besi melebihi panjang/lebar armada	15	O	T	I	S	D	NNVA
PengiriMan Barang (Trucking/Shipping)								
38	Penyerahan dokumen surat jalan kepada driver	3	O	T	I	S	D	VA

39	Dokumentasi bentuk dan posisi kanan kiri atas armada setelah proses muat, plat nomer armada, driver	18	O	T	I	S	D	VA
40	Memberikan informasi kepada satpam gudang akan ada armada keluar area gudang lewat HT	3	O	T	I	S	D	NVA
41	Pengecekan satpam pada surat jalan armada yang akan keluar area gudang	7	O	T	I	S	D	NNVA
TOTAL WAKTU		689	16	4	6	2	2	

Keterangan:

- *Operation* (O) merupakan aktivitas yang memiliki nilai tambah dan biaya.
- *Delay* (D) merupakan aktivitas menunggu atau tanpa aktivitas.
- *Transportation* (T) merupakan aktivitas perpindahan atau pergerakan *spare-part* yang dapat diminimalisir.
- *Inspection* (I) peerupakan aktivitas pemeriksaan atau pengecekan *spare- part* dan data/berkas,
- *Storage* (S) merupakan aktivitas menyimpan yang mengharuskan untuk menunggu atau tanpa aktivitas
- *Value added* (VA) adalah proses perubahan atau transformasi suatu produk dari keadaan semula menjadi keadaan yang memiliki nilai tambah.
- *Non Value added* (NVA) adalah aktivitas yang tidak mengakibatkan penambahan, perubahan keadaan sehingga menyebabkan hambatan bagi aktivitas yang lain.
- *Necessary Non Value added* (NNVA) adalah kegiatan yang masih penting dan perlu ubtuk dilakukan, tetapi aktivitas tersebut tidak memiliki nilai tambah.
- o : Keterangan kegiatan Overpurchase
- Teks bercetak merah: Kegiatan *Non Value added* (NVA) yang dieliminasi

Berikut merupakan penjelasan terkait perbaikan dari tabel 4.11 di atas.

1. Aktivitas Receiving / Penerimaan Barang

Pada aktivitas ke-4 yaitu “Operator mempersiapkan atau *set up forklift* dan peralatan untuk dilakukan *material handling*” dapat dihilangkan dengan cara mempersiapkan *forklift* dan peralatan lain sebelum barang datang, karena perintah kerja untuk operator akan diberikan setiap pagi. Maka waktu pada aktivitas ke-4 menjadi 0 menit.

2. Aktivitas Storage / Penempatan Barang

a. Pada aktivitas ke-9 yaitu “mencari lokasi untuk penempatan material” dapat dihilangkan dengan cara membuat *name tag board* di setiap area penyimpanan dan membuat denah tetap untuk memberikan petunjuk area tiap penyimpanan material. Sehingga pekerja tidak perlu mencari lokasi untuk penempatan barang. Maka waktu pada aktivitas ke-9 menjadi 0 menit.

b. Pada aktivitas ke-14 yaitu “Menunggu *forklift* dikembalikan setelah digunakan” dapat dihilangkan dengan cara menempatkan posisi *forklift* pada tempat yang strategis agar mudah dijangkau untuk digunakan untuk proses selanjutnya. Maka waktu pada aktivitas ke-14 menjadi 0 menit.

3. Aktivitas Record / Pencatatan Barang

Pada aktivitas ke-16 yaitu “Memvalidasi kecocokan jumlah stok fisik di sistem dengan aktual di gudang” dapat dihilangkan dengan cara menggunakan bantuan teknologi seperti *barcode* serta selalu *update* keluar masuk material dengan keccocokan *packing list* untuk memudahkan rekapitulasi data produk dan mempercepat aktivitas laporan update stok. Maka waktu pada aktivitas ke-16 menjadi 0 menit.

4. Aktivitas Sort and Picking / Menyortir dan Memilih Material

a. Pada aktivitas ke-18 yaitu “Menunggu dokumen *delivery order* (DO) dari PPIC” dapat dihilangkan dengan cara menggunakan sistem semacam ERP yang akan melakukan *update* secara *real time* pada saat PPIC mengkonfirmasi pemesanan. Sehingga pekerja tidak perlu menunggu dokumen *delivery order* (DO). Maka waktu pada aktivitas ke-18 menjadi 0 menit.

b. Pada aktivitas ke-23 yaitu “Menunggu perhitungan total volume *part* dari divisi *engineering*” dapat dihilangkan dengan cara membuat rekapitulasi volume material dan kecocokan volume armada sebelum staff gudang mengambil material. Sehingga pekerja tidak perlu lagi menunggu material mana yang aka diproses selanjutnya. Maka waktu pada aktivitas ke-23

menjadi 0 menit.

c. Pada aktivitas ke-24 yakni “Menunggu konfirmasi armada yang digunakan untuk pengiriman dari divisi *procurement*” dapat dilakukan secara bersamaan dengan aktivitas ke-23, yakni ketika divisi engineering menghitung volume dan mendapat kesimpulan total volume material seharusnya divisi procurement memvalidasi armada yang dibutuhkan agar saat processing material tidak terhambat. Sehingga waktu pekerja gudang tidak terbuang. Maka waktu untuk menunggu konfirmasi armada yang digunakan menjadi 0 menit.

5. Aktivitas *Processing*/Pemrosesan Barang

Pada aktivitas ke-28 yaitu “Memberi insutruksi pada *helper part* apa saja yang harus ditata sesuai urutan muat (*loading*)” dapat dihilangkan dengan cara menggunakan teknologi otomatisasi seperti ERP dan *name tag* material agar lebih mudah, serta menghindari terjadinya proses *delay* dan komunikasi dapat terkoordinasi dengan baik. Maka waktu pada aktivitas ke-28 menjadi 0 menit.

6. Aktivitas *Loading*/Pemuatan Barang

a. Pada aktivitas ke-30 yaitu “Menunggu konfirmasi identitas driver dan armada dari vendor logistik” dapat dihilangkan dengan cara pengecekan konfirmasi identitas saat proses *loading* secara bersamaan namun sebelumnya harus mendapat konfirmasi plat nomer armada sebelum armada tersebut berada di lokasi. Maka waktu pada aktivitas ke-30 menjadi 0 menit.

b. Pada aktivitas ke-33 yaitu “Menunggu operator menyiapkan *forklift*” dapat dihilangkan dengan cara menyiapkan *forklift* 30 menit sebelum armada datang dilokasi serta menyiapkan peralatan loading sebelum armada datang agar waktu proses dapat di minimasi. Maka waktu pada aktivitas ke-33 menjadi 0 menit.

7. Aktivitas *Shipping*/Pengiriman Material Fabrikasi

Pada aktivitas ke-40 yaitu “Memberikan informasi kepada satpam gudang akan ada armada keluar area gudang lewat HT” dapat dihilangkan dengan cukup pengecekam surat jalan yang telah di tanda tangani penanggung jawab gudang dan identitas armada (plat nomer) sesuai. Maka waktu pada aktivitas ke-40 menjadi 0 menit

Tabel 18. Perbandingan Proses Aliran Pergudangan Sebelum dan Setelah Perbaikan

Jenis Perbandingan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Persentase Perbaikan (%)
Jumlah Aktivitas	41	30	27%
Value Added (VA)	22	22	0%
Non Value Added (NVA)	11	0	100%
Necessary Non Value Added (NNVA)	8	8	0%
Lead Time	891	689	23%

Berdasarkan tabel perbandingan diatas, dapat diketahui bahwa terdapat penyerdehanaan proses dimana terjadi pengurangan dari 41 aktivitas menjadi sebanyak 30 aktivitas dengan presentase perbaikan 27%. Berdasarkan aktivitas *value added* (VA) serta *necessary non-value added* (NNVA) tidak terdapat pengurangan aktivitas dikarenakan dibutuhkan pada aktivitas pergudangan. Namun, pada aktivitas *non-value added* (NVA) dieliminasi sebanyak 11 aktivitas karena tidak memiliki nilai tambah dan harus dihilangkan agar aktivitas pergudangan menjadi lebih efisien serta menghilangkan pemborosan dengan presentase perbaikan 100%. Adapun terjadi perubahan waktu dimana sebelumnya keseluruhan aktivitas pergudangan membutuhkan waktu selama 891 menit. Setelah adanya usulan perbaikan, waktu yang dibutuhkan berkurang menjadi 689 menit dengan presentase perbaikan 23%.

Adapun hasil dan pembahasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Dengan pemetaan kondisi awal pada gambar menggunakan *current value stream mapping*. Didapatkan bahwa total *lead time* keseluruhan aktivitas gudang pada PT Berkah Anugerah Inti Semesta yaitu sebesar 891 menit dengan total *value added time* sebesar 557 menit dengan siklus proses pergudangan mingguan yaitu dimulai dari pesanan masuk sampai barang diterima oleh konsumen, hasil tersebut menunjukan bahwa proses pergudangan yang berjalan tidak efisien akibat waktu yang lama yang disebabkan oleh aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah atau pemborosan (*waste*). Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis 7 *waste* untuk mengetahui pemborosan yang paling sering terjadi agar bisa diberikan usulan perbaikan.

Analisis *lean warehousing* menggunakan metode *waste assessment model* (WAM) didapatkan tiga jenis pemborosan dengan tingkat presentase tertinggi yang dapat dilihat pada tabel dan gambar tentang hasil peringkat pemborosan atau *waste*. Pada proses pergudangan di PT Berkah Anugerah Inti Semesta yaitu pertama, *waste overpurchase* (O) dengan presentase sebesar 18,90%, kedua, *waste defect* (D) dengan presentase sebesar 18,89%, dan ketiga, *waste inventory* dengan presentase 17,91%.

Waste inventory terjadi karena kesalahan dalam membaca dan menghitung *order* serta kurang teliti dalam melakukan perhitungan *stock* menjadi penyebab menjadi penyebab *overpurchase*, kemudian *waste overpurchase* terjadi dikarenakan

sistem administrasi manual sehingga memperlambat proses berikutnya dan tidak dilakukan stok *opname* secara rutin, dan *buffer stock* berlebihan serta adanya banyaknya material melebihi toleransi dimensi. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *fishbone diagram* yang dapat dilihat pada gambar sampai dengan gambar untuk mengetahui sebab akibat dari pemborosan tersebut. Dari hasil tersebut diberikan usulan perbaikan menggunakan metode 5W+1H yang tertera pada tabel sampai dengan tabel yaitu antara lain dengan membuat name tag board (papan keterangan) untuk memudahkan mencari dan memahami tata letak penyimpanan gudang dapat di deteksi, Membuat jadwal *stock opname* secara rutin serta menambahkan sistem *interface*, kemudian pemanfaatan sistem ERP untuk mengsinkronisasi semua aktivitas yang dilakukan dalam gudang, dan memperbaiki SOP perusahaan untuk memastikan kegiatan berjalan dengan efektif dan efisien serta menciptakan perbaikan yang berkelanjutan.

Dari usulan perbaikan yang diajukan selanjutnya dilakukan pemetaan kondisi terkini yang dapat dilihat pada gambar dengan menggunakan *Future Value Stream Mapping* dengan mengidentifikasi aktivitas berdasarkan VA, NNVA, dan NVA. Kemudian didapatkan bahwa *lead time* lebih optimal menjadi 689 menit dengan siklus proses pergudangan mingguan mulai dari pesanan sampai dengan barang diterima konsumen. Kondisi ini dilakukan dengan mengeleminasi *Non Value Added* (NVA) pada proses pergudangan. Sehingga aktivitas *Delay* dapat direduksi dan proses aktivitas pergudangan meningkat sebesar 23% dari kondisi awal.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada metode *lean warehousing* (7 waste) yaitu *Inventory, Defect, Over-purchase, Transportation, Motion, Waiting*, dan *Excess-processing* diketahui bahwa 3 waste yang memiliki tingkat pengaruh terbesar antara lain waste overpurchase (O) dengan presentase sebesar 18,90%, kedua, waste defect (D) dengan presentase sebesar 18,89%, dan ketiga, waste inventory (I) dengan presentase 17,91%. Berdasarkan analisis menggunakan value stream mapping dan process activity mapping, didapatkan bahwa total lead time keseluruhan aktivitas gudang pada kondisi awal yaitu sebesar 891 menit dengan total value added time sebesar 557 menit, sehingga perlu dilakukan eliminasi kegiatan non value added sebanyak 11 aktivitas. Pada future Value Stream Mapping didapatkan bahwa lead time berkurang menjadi 689 menit. Sehingga aktivitas delay dapat direduksi dan proses aktivitas pergudangan meningkat sebesar 23% dari kondisi awal. Adapun prioritas usulan perbaikan antara lain membuat name tag board (papan keterangan) untuk memudahkan mencari dan memahami tata letak penyimpanan gudang dapat di deteksi, Membuat jadwal *stock opname* secara rutin serta menambahkan sistem *interface*, kemudian pemanfaatan sistem ERP untuk mengsinkronisasi semua aktivitas yang dilakukan dalam gudang, dan memperbaiki SOP perusahaan untuk memastikan kegiatan berjalan dengan efektif dan efisien serta menciptakan perbaikan yang berkelanjutan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan.

Dari usulan perbaikan yang diajukan selanjutnya dilakukan pemetaan kondisi terkini yang dapat dilihat pada gambar dengan menggunakan *Future Value Stream Mapping* dengan mengidentifikasi aktivitas berdasarkan VA, NNVA, dan NVA. Kemudian didapatkan bahwa *lead time* lebih optimal menjadi 689 menit dengan siklus proses pergudangan mingguan mulai dari pesanan sampai dengan barang diterima konsumen. Kondisi ini dilakukan dengan mengeleminasi *Non Value Added* (NVA) pada proses pergudangan. Sehingga aktivitas *Delay* dapat direduksi dan proses aktivitas pergudangan meningkat sebesar 23% dari kondisi awal.

References

1. S. Nurulita, C. Ramadhanti, and I. Pramestiana, "Analysis of Lean Warehouse Implementation to Minimize Waste Using Value Stream Mapping and Fishbone Diagram," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol. 9, no. 2, 2023, doi: 10.33197/jitter.vol9.iss2.2023.1003.
2. F. Romanto, F. Handoko, and Kiswandono, "Supply Chain Operation Reference Method as Supply Chain Performance Analysis at Pandjie Sugar Factory," *Jurnal Valtech*, vol. 5, no. 1, pp. 107–113, 2022. [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/valtech/article/view/4628>
3. R. H. Suherman and C. B. Nawanglupi, "Lean Manufacturing Implementation for Inspection Process Improvement in Coordinate Measuring Machine Area," *Journal of Integrated Systems*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.28932/jis.v6i1.6159.
4. R. A. Prasetyo, D. Herwanto, and A. E. Nugraha, "Proposed Shared Storage Method for Warehouse Stock Layout at PT XYZ," *Go-Integratif Journal of Systems Engineering*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.35261/gijtsi.v2i2.5652.
5. L. L. P. Chika and F. de L. Nunes, "Logistics Flow Analysis in the Light of VSM 4.0: A Case Study in a Distribution Center in Brazil," *Observatorio de la Economia Latinoamericana*, vol. 22, no. 2, p. e3122, 2024, doi: 10.55905/oelv22n2-039.
6. F. Fadhilah, R. F. Suryawan, L. Suryaningsih, and L. Lestari, "Warehouse Theory Applied in Warehousing Processes: A Review of Four Aspects," *Journal of Transportation, Logistics, and Aviation*, vol. 1, no. 2, pp. 153–156, 2022, doi: 10.52909/jtla.v1i2.63.
7. A. Irawan and B. Putra, "Identification of Critical Waste in Plastic Pallet Production Using the Waste Assessment Model at PT XYZ," *Jurnal Senopati*, vol. 3, no. 1, pp. 20–29, 2021, doi: 10.31284/j.senopati.2021.v3i1.2098.
8. S. Audina and A. Bakhtiar, "Auxiliary Raw Material Inventory Control Using Min-Max Stock Method at PT Mitsubishi Chemical Indonesia," *J@ti Undip Journal of Industrial Engineering*, vol. 16, no. 3, pp. 161–168, 2021, doi: 10.14710/jati.16.3.161-168.
9. E. Michelle and F. Azzahra, "Spare Part Inventory Control Analysis of Kind-13 General Metalc at PT Indocement Tungal Prakarta Tbk Cirebon Plant," *J@ti Undip Journal of Industrial Engineering*, vol. 13, no. 4, 2024.
10. P. S. Langit and R. Insanita, "Lean Service Practice Through Value Stream Mapping in Food and Beverage Service Department of Hotel X," *Jurnal Manajemen dan Usahawan Indonesia*, vol. 45, no. 2, pp. 94–110, 2022.
11. N. Hernandoko and P. W. Laksono, "Inventory Control Using ABC Classification and Min-Max Stock Method in Armored Vehicle Body Hull Manufacturing at PT XYZ," *E3S Web of Conferences*, vol. 465, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202346502009.

12. Bangun et al., Supply Chain Management. Bandung, Indonesia: Widina Bhakti Persada Bandung, 2023.
13. D. S. Prasetyo, A. Emaputra, and C. I. Parwati, "Supply Chain Management Performance Measurement Using the SCOR Model in Small and Medium Enterprises," *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (PASTI)*, vol. 15, no. 1, 2021.
14. Nurlaelah, Value Stream Mapping Implementation in Simple Housing Projects in Indonesia. Bandung, Indonesia: ITK Press, 2023.
15. Q. Izzah, I. Saeful, and Zulkarnain, "Packaging Waste Identification Using Value Stream Mapping at PT XYZ," *Journal of Printing and Packaging Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2023.
16. Y. U. Kasanah and P. P. Suryadhini, "Identification of Activity Waste on PSR Production Floor Using Process Activity Mapping and Waste Assessment Model," *Jurnal Intech Teknik Industri*, vol. 7, no. 2, pp. 95–102, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i2.3880.
17. J. Kembro and D. Naslund, "Information Sharing in Supply Chains: Myths and Reality," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 51, no. 1, pp. 49–67, 2021, doi: 10.1108/IJPDLM-08-2019-0265.
18. I. Irhami and T. M. A. Pandria, "Root Cause Analysis of Low Raw Water Level Using 5-Why and Fishbone Diagram at WTP PT PLN UPK Nagan Raya," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 7, no. 3, pp. 3414–3420, 2022, doi: 10.32672/jse.v7i3.4413.
19. E. Wirawan and Minto, "Implementation of PDCA and 5-Why Analysis in WTP Section at PT Kebun Tebu Mas," *Journal of Innovation and Industrial Management Research*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.33752/invantri.v1i01.1825.
20. R. Gustriansyah, N. Suhandi, F. Antony, and A. Sanmorino, "Single Exponential Smoothing Method to Predict Sales of Multiple Products," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1175, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012036.