

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED 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	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/licences/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 4 (2026): October
DOI: 10.21070/ijins.v27i4.2200

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

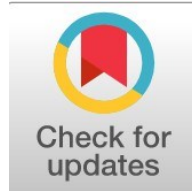
Complete list of editorial team ([link](#))

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

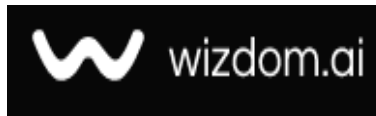
How to submit to this journal ([link](#))

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

Projected Lead Time Reduction Through RFID In Sustainable Finished Goods Warehousing: Pengurangan Lead Time Melalui Penerapan RFID Pada Pergudangan Produk Jadi Yang Berkelanjutan

Kadek Dina Kusuma Paramita, 22032010217@student.upnjatim.ac.id (*)

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

Farida Pulansari, farida.ti@upnjatim.ac.id

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

Andyas Mukti Pradanarka, dyasmukti.ft@upnjatim.ac.id

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

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Finished goods warehousing is critical to maintaining smooth product distribution, while operational waste can constrain process efficiency and sustainability. **Specific Background:** Conventional warehouse operations characterized by manual recording and product-position checking create problems related to loading errors, inventory accuracy, repeated activities, unnecessary movement, and transportation. **Knowledge Gap:** Existing warehouse processes require an integrated approach capable of identifying operational waste while simultaneously considering economic, social, and environmental dimensions. **Aims:** This study analyzes current finished goods warehouse operations using Sustainable Value Stream Mapping (SUS-VSM) and designs a future state based on Radio Frequency Identification (RFID), supported by Process Activity Mapping, waste identification, and root cause analysis. **Results:** Five waste categories were identified: defect, transportation, inventory, motion, and overprocessing. The current state recorded a lead time of 10,387.87 minutes and an average efficiency of 67.43%, whereas the proposed RFID-based state recorded 9,948.27 minutes, representing an approximately 2.74% reduction, with average efficiency reaching 73%. **Novelty:** The study integrates SUS-VSM with an RFID-based future-state warehouse design that considers economic, social, and environmental dimensions. **Implications:** The proposed configuration provides a structured basis for reducing warehouse waste, improving inventory management, and supporting more efficient and sustainable finished goods operations.

Highlights:

- Five waste categories were detected: defect, transportation, inventory, motion, and overprocessing.
- Average process efficiency rises from 67.43% to 73% under the proposed state.
- Total processing duration falls from 10,387.87 to 9,948.27 minutes.

Keywords : RFID, Sustainability, Sustainable Value Stream Mapping, Warehouse.

Published date: 2026-09-28

Pendahuluan

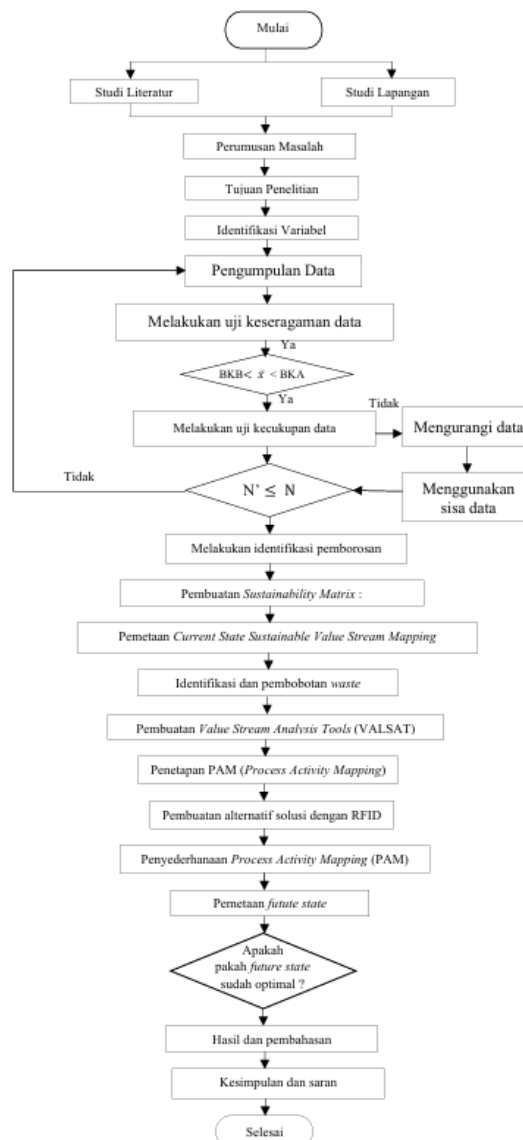
Efisiensi operasional gudang memainkan peran penting dalam menjaga kelancaran proses penyimpanan, pengelolaan, serta distribusi produk. Gudang menjadi salah satu fasilitas pendukung yang berfungsi sebagai tempat menyimpan berbagai jenis material, mulai dari bahan baku, barang setengah jadi, suku cadang maupun produk jadi sebelum didistribusikan ke tahap berikutnya [1]. Manajemen pergudangan yang efisien dan efektif mampu membantu perusahaan dalam menekan biaya dan meningkatkan profit. Manajemen pergudangan sebagai bagian penting dalam operasional bisnis yang meliputi pengaturan barang mulai dari penerimaan, penyimpanan, hingga pengeluaran barang [2]. Proses seperti penerimaan barang, penyimpanan, pencatatan stok, hingga pengiriman produk harus dilakukan secara terstruktur dan terintegrasi agar dapat meminimalkan terjadinya suatu kesalahan operasional [3]. Permasalahan operasional yang dapat muncul antara lain adanya perbedaan antara data inventaris pada sistem dan data stok fisik di gudang, keterlambatan dalam proses distribusi, meningkatnya potensi kesalahan dalam proses pengambilan barang, dll. Hal ini juga berpotensi menimbulkan pemborosan waktu, tenaga kerja, serta biaya operasional yang lebih besar [4].

PT XYZ merupakan industri yang bergerak dalam bidang produksi pakan ternak. Sistem manajemen pergudangan yang diterapkan PT XYZ saat ini masih dilakukan secara konvensional dengan proses pencatatan dan pengecekan posisi barang yang sebagian besar dilakukan secara manual. Dalam proses pengeluaran produk, perusahaan menerapkan prinsip *First In First Out* (FIFO) untuk memastikan produk yang lebih dahulu masuk ke gudang akan dikeluarkan terlebih dahulu. Produk yang diproduksi diantaranya pakan ayam, pakan itik, pakan sapi, pakan babi, pakan kucing, pakan kuda, pakan burung, dll dengan sistem *make to stock*.

Permasalahan yang terjadi adalah kesalahan dalam proses *loading*, terutama salah muat (*misloading*) dan salah jumlah. Salah muat dan salah jumlah termasuk dalam kategori *waste of defect* (cacat) dan *waste of correction* (pengerjaan ulang). Salah muat terjadi karena banyaknya jenis pakan yang harus diproses sehingga operator kurang teliti dalam pengecekan, sehingga jenis pakan yang dimuat tidak sesuai dengan permintaan. Selama tahun 2025, terjadi salah muat sebanyak 24 buah keluhan. Selain itu, kesalahan jumlah sering terjadi ketika kebocoran atau kerusakan produk yang tidak segera diperhitungkan dan diganti, sehingga jumlah yang dimuat tidak sesuai dengan data yang tercatat. Selama tahun 2025, terjadi salah jumlah sebanyak 49 buah keluhan. Kondisi tersebut berdampak terhadap aspek ekonomi, khususnya pada indikator *quality* karena menurunkan rendahnya tingkat akurasi proses yang mengakibatkan adanya aktivitas koreksi dan penanganan keluhan. Selain itu, proses serah terima produk ke gudang masih dilakukan secara manual sehingga data harus dimasukkan kembali ke dalam sistem. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya pengulangan proses pencatatan. Hal tersebut termasuk dalam kategori *waste of overprocessing*. Kondisi ini juga mengakibatkan informasi persediaan (stok) yang tidak akurat dan stok tidak diperbaharui secara *real time*. Hal tersebut termasuk dalam *waste of inventory*. Selain itu penempatan kavling produk yang belum memiliki lokasi penyimpanan yang tetap menyebabkan posisi barang sering berubah dan tidak terstandarisasi. Hal tersebut termasuk kategori *waste of defect*. Ketidakpastian lokasi ini mendorong operator untuk bolak-balik melakukan pengecekan berulang terhadap posisi barang sebelum pemindahan dilakukan. Hal tersebut termasuk dalam kategori *waste of motion*. Kondisi tersebut berdampak pada aspek sosial, khususnya pada indikator beban kerja, karena operator harus menanggung beban kerja yang lebih tinggi akibat sistem yang belum terstandarisasi, sehingga risiko *human error* dan kelelahan kerja semakin meningkat. Penempatan kavling produk yang belum memiliki lokasi penyimpanan tetap juga menyebabkan *forklift* harus melakukan pencarian lokasi terlebih dahulu sebelum proses pemindahan dilakukan. Kondisi tersebut mengakibatkan *forklift* harus bergerak secara berulang dan menempuh jarak yang lebih panjang. Hal tersebut termasuk *waste of transportation*. Kondisi tersebut berdampak pada aspek lingkungan, khususnya pada indikator *fuel consumption* karena semakin jauh dan semakin sering *forklift* bergerak secara tidak efisien maka konsumsi bahan bakar yang digunakan semakin tinggi. Peningkatan konsumsi bahan bakar ini secara langsung berdampak pada indikator *emission factors*, dimana semakin banyak fuel yang digunakan, maka emisi yang dihasilkan juga semakin besar. Meskipun hal tersebut terjadi di area internal perusahaan, namun dampaknya tetap berpengaruh terhadap kualitas pelayanan kepada konsumen. Sehingga diperlukan evaluasi secara menyeluruh terhadap sistem pengelolaan gudang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode yang tidak hanya mampu mengidentifikasi suatu pemborosan dalam proses operasional secara menyeluruh serta mengevaluasi dampaknya terhadap aspek keberlanjutan perusahaan. Dengan demikian, digunakan pendekatan *Sustainable Value Stream Mapping* (SUS-VSM) dan mengusulkan penerapan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID). *Sustainable Value Stream Mapping* (SUS-VSM) adalah metode yang berguna untuk memetakan dan menganalisis aliran proses dengan tujuan mengidentifikasi suatu pemborosan dan ketidakefisienan. Metode ini mempertimbangkan dampak berkelanjutan, termasuk aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sehingga perbaikan yang dilakukan tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mendukung praktik berkelanjutan [5]. Sedangkan teknologi RFID adalah teknologi identifikasi dan pengumpulan data otomatis yang memanfaatkan gelombang radio untuk mengirimkan informasi antara tag yang terpasang pada objek dengan perangkat pembaca (*reader*). Hal ini memungkinkan pengumpulan data yang lebih cepat serta visibilitas pergerakan barang secara *real time* [6]. Selain mempercepat proses operasional, teknologi ini juga meningkatkan keandalan data sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan efektif [7]. Jika dibandingkan dengan sistem barcode, RFID memiliki keunggulan karena tidak memerlukan visibilitas langsung untuk melakukan identifikasi [8].

Metode



Hasil dan Pembahasan

A. Pengolahan Data *Sustainable Value Stream Mapping* (SUS-VSM)

Tahapan ini berfokus pada penilaian keberlanjutan yang ditinjau dalam tiga dimensi yaitu dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial. Dimensi ekonomi diukur menggunakan indikator *time* dan *quality*. Dimensi lingkungan diukur melalui konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) dan emisi yang dihasilkan dari operasional *forklift* dalam menjalankan aktivitas pergudangan. Pada dimensi sosial diukur menggunakan analisis beban kerja (*workload analysis*) pada pergudangan.

1. Dimensi Ekonomi

Aspek ekonomi dalam matriks *Sustainable Value Stream Mapping* digunakan untuk mengevaluasi kinerja proses berdasarkan indikator ekonomi [9]. Pada dimensi ekonomi, indikator yang digunakan meliputi *time* dan *quality*. Indikator *time* diukur dengan perbandingan antara *Value Added time* terhadap total *lead time* yang terjadi dalam sistem pergudangan. Sedangkan indikator *quality* yang diukur berdasarkan tingkat kesalahan atau *defect* yang terjadi selama proses operasional berlangsung.

a. Indikator *time*

Indikator *time* menggunakan data waktu pada aktivitas yang bernilai tambah (*time in Value Added activities*), total waktu (*total time*), waktu pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*time in Non Value Added activities*) yang diukur menggunakan *stopwatch*. Berikut merupakan rekapitulasi waktu aktivitas pergudangan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Waktu Aktivitas Pergudangan

No	Tahapan Proses	VA (Menit)	NVA (Menit)	NNVA (Menit)	CT (Menit)
1	Penerimaan produk	10,97	3,20	2,86	17,03
2	Penempatan produk	0	25,05	6,66	31,70
3	Pencatatan dan Administrasi	128,81	0	246,27	375,1
4	Penyimpanan Produk	1087,14	0	7226,54	8.313,67
5	Pemeriksaan Kualitas	1.473,23	0	3,43	1.476,66
6	Pengeluaran Produk	80,95	42,62	50,16	173,73
Total		2.781,10	70,86	7535,91	10.387,87

$$TE = \frac{VAT}{TT} \times 100 \quad (1)$$

$$TE = \frac{2781,10}{10387,87} \times 100\% = 26,7\% \quad (2)$$

Keterangan :

TE = *Time Efficiency*

VAT = *Time In Value Added Activities*

TT = *Total Time*

b. Indikator *quality*

Dimensi ekonomi juga dianalisis melalui indikator *quality* yang menunjukkan sejauh mana proses pergudangan mampu menghasilkan *output* yang sesuai dengan standar. Indikator *quality* menjadi salah satu aspek penting dalam penilaian keberlanjutan dimensi ekonomi karena kesalahan yang terjadi dalam proses operasional secara langsung berdampak pada efisiensi biaya, kelancaran distribusi produk, dll. Berikut merupakan rekapitulasi waktu proses pergudangan yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Waktu Aktivitas Pergudangan

Bulan	Jumlah Defect	Total Material
Januari	3.532	846.207
Februari	4.730	844.177

Bulan	Jumlah <i>Defect</i>	Total Material
Maret	6.668	1.074.834
April	4.157	875.793
Mei	3.989	915.808
Juni	3.819	971.342
Juli	4.789	964.186
Agustus	5.061	913.713
September	5.231	1.012.025
Oktober	5.991	1.086.359
November	5.584	1.055.281
Desember	6.688	1.124.464
Jumlah	60.239	11.684.189

$$QE = 1 - \left(\frac{ND}{TM} \right) \times 100 \quad (3)$$

$$QE = 1 - \left(\frac{60239}{11684189} \right) \times 100 = 99\% \quad (4)$$

Keterangan :

QE = *Quality Efficiency*
 ND = *Number Of Defect*
 TM = *Total Material*

2. Dimensi Sosial

Dimensi sosial menjadi salah satu aspek penting karena kondisi ketenagakerjaan yang tidak seimbang dapat berdampak langsung terhadap produktivitas, kesejahteraan, serta keselamatan pekerja dalam jangka panjang. Dengan memetakan aspek sosial dengan aliran material dan informasi, perusahaan dapat mengidentifikasi aktivitas yang berpotensi menimbulkan kelelahan berlebihan, tekanan kerja, serta bahaya keselamatan yang dapat timbul dan tidak terlihat [10]. Pengukuran dimensi sosial pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Workload Analysis* (WLA). Indikator beban kerja (*workload*) menggunakan data waktu yang dibutuhkan (*required time*) dan data kapasitas waktu yang tersedia (*available time*). Berikut merupakan rekapitulasi *Workload Analysis* (WLA) pada setiap proses yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Waktu Aktivitas Pergudangan

Aktivitas	WLA (%)
Penerimaan Produk	45,63%
Penempatan Produk	10,54%
Pencatatan dan Administrasi	6,94%
Penyimpanan Produk	2,69%
Pemeriksaan Kualitas	50,87%
Pengeluaran Produk	43,66%

$$WLA = \frac{RT}{AT} \times 100\% \quad (5)$$

$$WLA = \frac{33558}{44100} \times 100\% = 75,38\% \quad (6)$$

Keterangan :

RT = *Require Time*
 AT = *Available Time*

3. Dimensi Lingkungan

Pengukuran aspek ini memungkinkan perusahaan untuk menentukan strategi perbaikan yang mendukung efisiensi operasional dan keberlanjutan lingkungan [11]. Analisis dimensi lingkungan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dampak operasional pergudangan terhadap lingkungan, khususnya yang bersumber dari penggunaan *forklift* sebagai alat utama dalam proses penanganan material di area gudang. Dimensi lingkungan diukur menggunakan dua indikator yaitu konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) dan emisi karbon yang dihasilkan dari operasional *forklift* selama aktivitas pergudangan berlangsung. Kedua indikator ini dipilih karena *forklift* merupakan sumber utama konsumsi energi dalam lingkungan pergudangan, sehingga pengelolaan konsumsi bahan bakar secara efisien tidak hanya berdampak pada penghematan biaya operasional, tetapi juga berkontribusi terhadap pengurangan emisi yang dihasilkan.

a. Fuel Consumption

Indikator *fuel consumption* menggunakan data bahan bakar yang digunakan (*fuel used*) dan waktu *forklift* beroperasi (*operating time*). Berikut merupakan data *fuel consumption* pada aktivitas pergudangan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi *Fuel Consumption* Pada Aktivitas Pergudangan

Bulan	<i>Fuel Used</i> (L/bulan)	OT (jam/bulan)	<i>Fuel Consumption</i> (L/jam)	Efisiensi (%)
Januari	9.094	1.941,36	4,68	74,72
Februari	10.725	1.922,16	5,58	62,73
Maret	11.299	2.001,74	5,64	62,01
April	9.650	1.860,47	5,19	67,48
Mei	11.121	1.860,47	5,98	58,55
Juni	11.049	1.847,76	5,98	58,53
Juli	15.895	2.103,14	7,56	46,31
Agustus	8.289	2.103,14	3,94	88,80
September	8.120	2.022,25	4,02	87,17
Oktober	9.127	2.184,03	4,18	83,75
November	9.123	2.022,25	4,51	77,58
Desember	9.896	2.103,14	4,71	74,38
Jumlah	123.388	23.971,91	5,15	68,00

$$FC = \frac{FU}{OT} \quad (7)$$

$$FC = \frac{9094}{1941,36} = 4,68 \text{ liter/jam} \quad (8)$$

$$\text{Fuel Consumption efficiency} = \frac{\text{fuel consumption standar}}{\text{fuel consumption actual}} \times 100 \quad (9)$$

$$\text{Fuel Consumption efficiency} = \frac{3,5 \text{ L/jam}}{5,15 \text{ L/jam}} \times 100 = 68\% \quad (10)$$

Keterangan :

FC = *Fuel Consumption*

FU = *Fuel Used*

OT = *Operating Time*

b. Emission

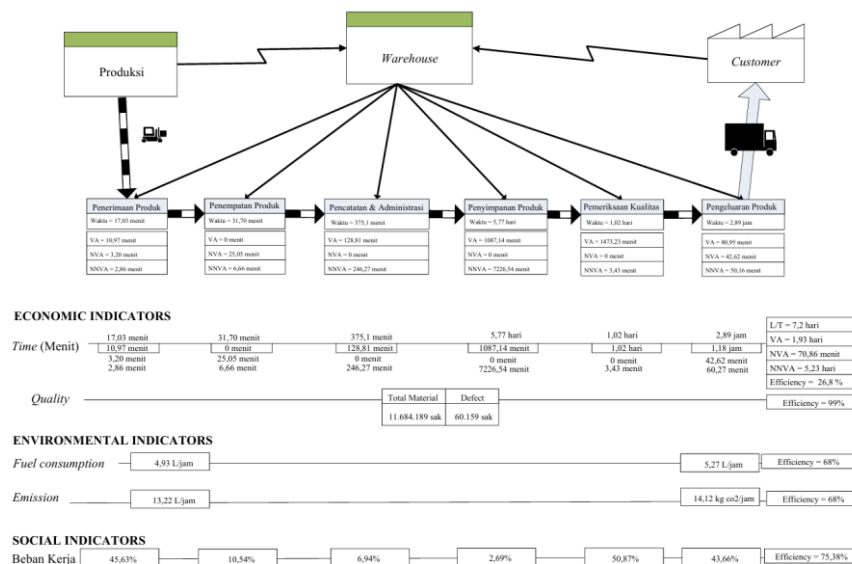
Emisi karbon dihitung berdasarkan total konsumsi bahan bakar solar yang digunakan oleh seluruh *forklift* dengan berdasarkan pada faktor emisi yang ditetapkan oleh IPPC sebesar 2,68 kg Co₂/liter. Analisis emisi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi operasional *forklift* yang dihasilkan dari aktivitas pergudangan, sehingga dapat dijadikan dasar dalam upaya pengendalian dan pengurangan dampak lingkungan secara berkelanjutan. Berikut merupakan *emission* Co₂ yang dihasilkan *forklift* pada aktivitas pergudangan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Emission Pada Aktivitas Pergudangan

Bulan	FC (L/jam)	EF (kg Co ₂ /liter)	Emission CO ₂	Efisiensi (%)
Januari	4,68	2,68	12,55	74,72
Februari	5,58	2,68	14,95	62,73
Maret	5,64	2,68	15,13	62,01
April	5,19	2,68	13,90	67,48
Mei	5,98	2,68	16,02	58,55
Juni	5,98	2,68	16,03	58,53
Juli	7,56	2,68	20,25	46,31
Agustus	3,94	2,68	10,56	88,80
September	4,02	2,68	10,76	87,17
Oktober	4,18	2,68	11,20	83,75
November	4,51	2,68	12,09	77,58
Desember	4,71	2,68	12,61	74,38
	5,15	2,68	13,79	68,00

B. Pemetaan Current Sustainable Value Stream Mapping (SUS-VSM)

Current state adalah gambaran mengenai kondisi aktual suatu proses mulai dari aliran material dan informasi sebelum perbaikan [12]. Pemetaan *Current State Sustainable Value Stream Mapping* dilakukan dengan menganalisa aliran proses pergudangan sebelum dilakukan tahapan perbaikan dan analisa informasi pergudangan melalui pengamatan langsung dan diskusi dengan bagian gudang *finished goods* PT XYZ. Pemetaan ini mencakup aliran proses, waktu proses, serta indikator keberlanjutan yang meliputi dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Pemetaan *Current Sustainable Value Stream Mapping* dilakukan melalui analisis aliran proses pergudangan awal, analisis informasi gudang, dan analisis *sustainability* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Current Sustainable Value Stream Mapping

C. Process Activity Mapping (PAM)

PAM digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan setiap aktivitas yang terjadi dalam aliran proses [13]. Setiap aktivitas diklasifikasikan berdasarkan kategori O (*operation*) yaitu aktivitas pengerjaan produk secara langsung, T (*Transportation*) yaitu pemindahan material atau produk dari satu lokasi ke lokasi lain, I (*Inspection*) merupakan

aktivitas pemeriksaan atau pengecekan kualitas dan kuantitas produk, S (*Storage*) yang menggambarkan kondisi produk yang disimpan dalam suatu area tertentu, serta *Delay* (D) merupakan aktivitas penundaan atau menunggu yang terjadi dalam proses. Selain itu, setiap aktivitas juga dikelompokkan berdasarkan jenis aktivitasnya yaitu *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA), dan *Necessary Non Value Added* (NNVA) [14]. Adapun *Process Activity Mapping* (PAM) pada tahap awal yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Process Activity Mapping* (PAM) Awal

No	Kode	Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas	Aktivitas				
					O	T	I	S	D
	1. Penerimaan Produk								
1	A1	Proses pengambilan sak pakan pada robot	0,23	NNVA	O				
2	A2	Pemeriksaan kondisi karung sebelum dipindahkan	0,31	VA			I		
3	A3	Operator <i>forklift</i> mendata laporan hasil bagging yang akan masuk ke gudang untuk diserahkan ke pihak gudang	10,02	VA			I		
4	A4	Proses pengantaran barang dari produksi ke gudang	1,33	NNVA		T			
5	A5	<i>Forklift</i> kembali dari gudang ke produksi	1,30	NNVA		T			
6	A6	Pengambilan dan peletakan pallet untuk robot	0,64	VA	O				
7	A7	Operator <i>forklift</i> melakukan pencarian lokasi kavling	3,20	NVA					D
	2. Penempatan Produk								
8	B1	Penumpukan pakan ternak pada gudang	0,34	NNVA				S	
9	B2	Laporan hasil bagging masuk gudang diberikan kepada petugas gudang	2,09	NNVA			I		
10	B3	Pembongkaran <i>stapel</i> pallet pada gudang	4,22	NNVA	O				
11	B4	Pemeriksaan stabilitas tumpukan	25,05	NVA			I		
	3. Pencatatan dan Administrasi								
12	C1	Pencocokan jumlah pengiriman produksi dengan gudang	4,17	NNVA			I		
13	C2	Proses memasukkan data pada buku produksi setelah pencocokan	15,56	VA	O				
14	C3	Proses penginputan data stok pada WMS untuk 1 shift setelah pencocokan	30,02	VA	O				
15	C4	Proses penulisan data sebagai input PPIC	5,65	VA	O				
16	C5	Perhitungan jumlah sak pakan pada gudang	50,07	VA			I		
17	C6	Perhitungan jumlah sak pakan yang bocor	21,75	VA			I		
18	C7	Proses penginputan data kebocoran pada laporan stok harian	5,77	VA	O				
19	C8	Monitoring stok di gudang	242,10	NNVA	O				
	4. Proses Penyimpanan Barang								
20	D1	Proses penyimpanan sak pakan	7.217	NNVA				S	

No	Kode	Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas	Aktivitas				
					O	T	I	S	D
21	D2	Proses fumigasi pada pakan	1,083	VA	O				
22	D3	Pengecekan hasil fumigasi oleh tim <i>Quality Control</i>	9,54	NNVA			I		
23	D4	Monitoring suhu & kelembapan	4,64	VA			I		
5. Proses Pemeriksaan Kuaalitas									
24	E1	Proses penentuan layak jual oleh QC	1,443	VA			I		
25	E2	Operator gudang mengecek status <i>batch</i> (UU) melalui WMS sebagai syarat sebelum DO	3,43	NNVA			I		
26	E3	QC melakukan MBE (<i>Material Body Examination</i>) untuk pengecekan stok fisik	30,23	VA			I		
6. Proses Pengeluaran Produk									
27	F1	Sopir truk melakukan pendaftaran pada pos 6	2,12	VA	O				
28	F2	Petugas menyerahkan KIM (Kartu Izin Masuk) kepada driver truk	0,23	NNVA	O				
29	F3	Sopir truk melakukan pengambilan DO (<i>Delivery Order</i>) pada loket sales	5,25	NNVA	O				
30	F4	Sopir truk melakukan penimbangan truk kosong	1,95	VA			I		
31	F5	Sopir truk melakukan antri pada area loading	28,42	NVA					D
32	F6	Sopir truk melakukan tap in konfirmasi masuk area loading	0,03	VA	O				
33	F7	Tenaga muat melakukan pengecekan kebersihan sak pakan	0,94	NNVA			I		
34	F8	Tenaga muat melakukan tap kebersihan untuk truk	0,90	NNVA	O				
35	F9	Operator <i>forklift</i> melakukan picking sesuai order	35,45	VA	O				
36	F10	Pemindahan lokasi pakan	12,01	NVA		T			
37	F11	Petugas <i>forklift</i> melakukan konfirmasi lokasi penyimpanan pakan pada operator lapangan	2,19	NVA	O				
38	F12	Petugas melakukan penyusunan/penataan produk ke dalam truk	35,39	VA	O				
39	F13	Operator <i>forklift</i> melakukan <i>staging</i> (memposisikan barang di area pemuatan)	0,92	NNVA		T			
40	F14	Proses pencatatan jumlah loading oleh pekerja outsourcing	0,57	VA	O				
41	F15	Proses pemindahan barang dari staging ke lokasi terdekat untuk barang parsial	0,78	NNVA		T			
42	F16	Sopir truk melakukan tap out untuk konfirmasi muatan selesai	0,03	VA	O				
43	F17	Sopir truk melakukan timbang keluar	1,84	VA			I		
44	F18	Proses antri menuju area timbang	6,67	NNVA					D

No	Kode	Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas	Aktivitas				
					O	T	I	S	D
45	F19	Pembuatan dokumen surat jalan pada timbang keluar berdasarkan hasil timbang	1,89	VA	O				
46	F20	Truk melakukan <i>Gate Out</i> meninggalkan area perusahaan	1,28	NNVA		T			
47	F21	Pengecekan <i>Delivery Order</i> (DO) pada supir truk yang bermasalah	3,31	NNVA			I		
48	F22	Pengecekan CCTV untuk pengecekan kesalahan loading	29,88	NNVA			I		
49	F23	Penjahitan sak pakan yang mengalami kebocoran	1,68	VA	O				

D. Usulan Perbaikan

Penyusunan usulan perbaikan ini didasarkan pada analisis akar penyebab masalah menggunakan diagram *fishbone*, sehingga setiap rekomendasi yang diberikan berfokus pada penanganan permasalahan mendasar yang ditemukan dalam proses operasional gudang. Berikut merupakan usulan perbaikan yang direkomendasikan berdasarkan akar permasalahan :

1. Pertama, penetapan standar prosedur penataan tumpukan sak pakan, sehingga penataan sejak awal sudah sesuai standar dan tidak perlu dilakukan pemeriksaan stabilitas secara berulang.
2. Kedua, melakukan penetapan sistem penjadwalan kedatangan truk yang terstruktur agar tidak terjadi penumpukan antrian di area loading pada waktu yang bersamaan.
3. Ketiga, diusulkan penggantian bahan bakar *forklift* dari solar menjadi biodiesel karena penggunaan biodiesel mampu menurunkan emisi dibandingkan solar. Selain itu dapat diterapkan berupa usulan pergantian forklift konvensional menjadi forklift listrik sebagai alternatif perbaikan pada dimensi lingkungan.
4. Keempat, diusulkan integrasi teknologi RFID dengan Warehouse Management System (WMS) yang telah digunakan untuk mendukung pencatatan data secara *real time* dan otomatis.

RFID yang terintegrasi dengan *Warehouse Management System* (WMS) merupakan usulan perbaikan yang utama karena mampu untuk mengatasi berbagai akar penyebab permasalahan yang berkaitan dengan visibilitas inventori, verifikasi penerimaan barang, dan pengelolaan lokasi penyimpanan. Untuk menggambarkan usulan solusi tersebut, dikembangkan *user interface* yang dapat dilihat pada Gambar 3..



Gambar 3. Perancangan Usulan Antarmuka (User Interface)

E. Penyederhanaan *Process Activity Mapping* (PAM)

Penyederhanaan *Process Activity Mapping* (PAM) dengan menghilangkan aktivitas yang terindikasi sebagai *Non Value Added* (NVA) berdasarkan hasil analisis *current state*. Berikut merupakan hasil penyederhanaan *Process Activity Mapping* (PAM) yang dapat dilihat pada Tabel 7.

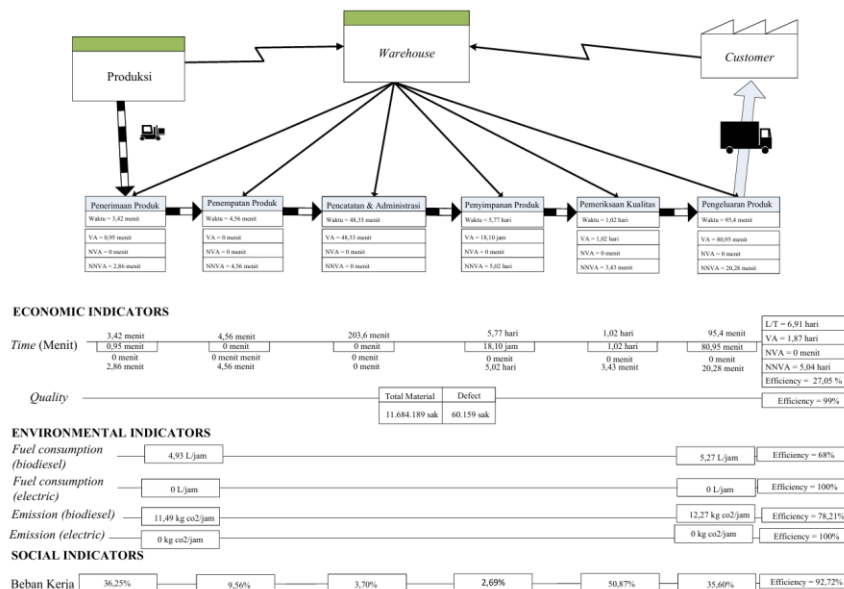
Tabel 7. Penyederhanaan *Process Activity Mapping* (PAM)

No	Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas	Aktivitas				
				O	T	I	S	D
1. Penerimaan Produk								
A1	Proses pengambilan sak pakan pada robot	0,23	NNVA	O				
A2	Pemeriksaan kondisi karung sebelum dipindahkan	0,31	VA			I		
A3	Operator <i>forklift</i> mendata laporan hasil bagging yang akan masuk ke gudang untuk diserahkan ke pihak gudang	0	VA			I		
A4	Proses pengantaran barang dari produksi ke gudang	0,94	NNVA		T			
A5	<i>Forklift</i> kembali dari gudang ke produksi	1,30	NNVA		T			
A6	Pengambilan dan peletakan pallet untuk robot	0,64	VA	O				
2. Penempatan Produk								
B1	Penumpukan pakan ternak pada gudang	0,34	NNVA				S	
B2	Laporan hasil bagging masuk gudang diberikan kepada petugas gudang	0	NNVA			I		
B3	Pembongkaran <i>stapel</i> pallet pada gudang	4,22	NNVA	O				
3. Pencatatan dan Administrasi								
C1	Pencocokan jumlah pengiriman produksi dengan gudang	0	NNVA			I		
C2	Proses memasukkan data pada buku produksi setelah pencocokan	15,16	VA	O				
C3	Proses penginputan data stok pada WMS	0	VA	O				
C4	Proses penulisan data sebagai input PPIC	5,65	VA	O				
C5	Perhitungan jumlah sak pakan pada gudang	0	VA			I		
C6	Perhitungan jumlah sak pakan yang bocor	21,75	VA			I		
C7	Proses penginputan data kebocoran pada laporan stok harian	5,77	VA	O				
C8	Monitoring stok di gudang	176,1	VA	O				
4. Proses Penyimpanan Barang								
D1	Proses penyimpanan sak pakan	7.217	VA				S	
D2	Proses fumigasi pada pakan	1.083	NNVA	O				
D3	Pengecekan hasil fumigasi oleh tim <i>Quality Control</i>	9,54	NNVA			I		
D4	Monitoring suhu & kelembapan	4,64	VA			I		
5. Pemeriksaan Kualitas								
E1	Proses penentuan layak jual oleh QC	1443	VA			I		

No	Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas	Aktivitas				
				O	T	I	S	D
E2	Operator gudang mengecek status <i>batch</i> (UU) melalui WMS sebagai syarat sebelum DO	3,43	NNVA			I		
E3	QC melakukan MBE (<i>Material Body Examination</i>) untuk pengecekan stok fisik	30,23	VA			I		
6. Proses Pengeluaran Produk								
F1	Sopir truk melakukan pendaftaran pada pos 6	2,12	VA	O				
F2	Petugas menyerahkan KIM (Kartu Izin Masuk) kepada driver truk	0,23	NNVA	O				
F3	Sopir truk melakukan pengambilan DO (<i>Delivery Order</i>) pada loket sales	5,25	NNVA	O				
F4	Sopir truk melakukan penimbangan truk kosong	1,95	VA			I		
F6	Sopir truk melakukan tap in konfirmasi masuk area loading	0,03	VA	O				
F7	Tenaga muat melakukan pengecekan kebersihan sak pakan	0,94	NNVA			I		
F8	Tenaga muat melakukan tap kebersihan untuk truk	0,90	NNVA	O				
F9	Operator <i>forklift</i> melakukan picking sesuai order	35,45	VA	O				
F12	Petugas melakukan penyusunan/penataan produk ke dalam truk	35,39	VA	O				
F13	Operator <i>forklift</i> melakukan staging (memposisikan barang di area pemuatan)	0,92	NNVA		T			
F14	Proses pencatatan jumlah loading oleh pekerja <i>outsourcing</i>	0,57	VA	O				
F15	Proses pemindahan barang dari staging ke lokasi terdekat untuk barang parsial	0,78	NNVA		T			
F16	Sopir truk melakukan <i>tap out</i> untuk konfirmasi muatan selesai	0,03	VA	O				
F17	Sopir truk melakukan timbang keluar	1,84	VA			I		
F18	Proses antri menuju area timbang	6,67	NNVA					D
F19	Pembuatan dokumen surat jalan pada timbang keluar berdasarkan hasil timbang	1,89	VA	O				
F20	Truk melakukan <i>Gate Out</i> meninggalkan area perusahaan	1,28	NNVA		T			
F21	Pengecekan <i>Delivery Order</i> (DO) pada supir truk yang bermasalah	3,31	NNVA			I		
F22	Pengecekan CCTV untuk pengecekan kesalahan loading	0	NNVA			I		
F23	Penjahitan sak pakan yang mengalami kebocoran	1,68	VA	O				

F. Pemetaan Future State Sustainable Value Stream Mapping

Pemetaan *Future State* dilakukan untuk menggambarkan kondisi ideal proses setelah dilakukan penerapan usulan perbaikan [15]. Pemetaan ini mencakup aliran proses, waktu proses, serta indikator keberlanjutan yang meliputi dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Berikut merupakan Future State Sustainable Value Stream Mapping yang dapat terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Future State Sustainable Value Stream Mapping

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan *Sustainable Value Stream Mapping* (SUS-VSM), pemborosan yang terjadi pada aliran proses gudang *finished goods* PT XYZ. Hasil pemetaan mengidentifikasi lima jenis pemborosan yaitu *overprocessing*, *defect*, *transportation*, *motion*, dan *inventory*. Total *lead time* pada kondisi eksisting sebesar 7,2 hari, setelah usulan perbaikan *lead time* berkurang menjadi 6,91 hari. Rekomendasi usulan perbaikan dapat dilakukan dengan menghilangkan beberapa kegiatan antara lain operator *forklift* melakukan pencarian lokasi kavling (A7), pemeriksaan stabilitas tumpukan (B4), sopir truk melakukan antri pada area *loading* (F5), pemindahan lokasi pakan (F10), dan petugas *forklift* melakukan konfirmasi lokasi penyimpanan (F11). Kemudian dilakukan pengurangan waktu pada operator mendata laporan hasil *bagging* (A3), proses pengantaran dari produksi ke gudang (A4), pemberian laporan hasil *bagging* kepada petugas gudang (B2), pencocokan jumlah pengiriman (C1), penginputan data stok pada WMS (C3), perhitungan jumlah sak pakan (C5), dan pengecekan CCTV untuk pengecekan kesalahan *loading* (F22). Sehingga terjadi peningkatan *efficiency* proses pergudangan secara keseluruhan dari 67,43% menjadi 73%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak perusahaan yang telah memberikan izin serta akses data selama proses penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh responden yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk mengisi kuesioner dan memberikan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada seluruh pihak yang membantu hingga penelitian ini dapat terselesaikan.

References

1. K. Shanmugamani and F. Mohamad, "The implementation of warehouse management system (WMS) to improve warehouse performance in business to business (B2B)," *Int. J. Ind. Manag.*, vol. 17, no. 4, pp. 231–239, 2023, doi: 10.15282/ijim.17.4.2023.10091.
2. N. Batarliene and A. Jarasuniene, "Improving the quality of warehousing processes in the context of the logistics sector," *Sustainability*, vol. 16, no. 6, Art. no. 2595, 2024, doi: 10.3390/su16062595.
3. P. A. Akhmad and C. Prawirosastro, "RFID-based warehouse management system for improving inventory accuracy and operational efficiency," *J. Apl. Pelayaran dan Kepelabuhan*, vol. 16, no. 2, pp. 293–309, 2026, doi: 10.30649/japk.v16i2.214.
4. M. Irfan, I. Romli, and H. Herlambang, "Analisis faktor penyebab ketidaksesuaian data stock opname barang H3Y menggunakan metode DMAIC di PT XYZ," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 49–57, 2025, doi: 10.47398/justme.v6i01.117.

5. Putri and Hartini, "Sustainable value stream mapping design to improve sustainability performance of animal feed production process," *J. Novel Carbon Resour. Sci. Green Asia Strategy*, vol. 8, no. 1, pp. 107–116, 2021, doi: 10.5109/4372266.
6. B. Unhelkar, S. Joshi, M. Sharma, S. Prakash, A. Krishna, and M. Prasad, "Enhancing supply chain performance using RFID technology and decision support systems in the Industry 4.0," *Int. J. Inf. Manag. Data Insights*, vol. 2, no. 2, Art. no. 100084, 2022, doi: 10.1016/j.jjimei.2022.100084.
7. Y. Zhang, Y. Lin, and A. Esfahbodi, "Digital transformations of supply chain management via RFID technology," *J. Digit. Econ.*, vol. 4, pp. 251–267, 2025, doi: 10.1016/j.jdec.2025.06.001.
8. J. Kubanova, I. Kubasakova, K. Culik, and L. Stitik, "Implementation of barcode technology to logistics processes of a company," *Sustainability*, vol. 14, no. 2, Art. no. 790, 2022, doi: 10.3390/su14020790.
9. Fitriadi and A. P. M. Ayob, "Continuous improvement strategy in traditional shipyard industry: A holistic approach towards sustainability," *J. Optim. Ind. Eng.*, vol. 16, no. 1, 2023, doi: 10.22094/JOIE.2023.1982419.2052.
10. V. Swarnakar, A. R. Singh, J. Antony, A. Kr, and B. Cudney, "Development of a conceptual method for sustainability assessment in manufacturing," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 158, Art. no. 107403, 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107403.
11. J. K. Y. Lee, H. Gholami, and M. Z. M. Saman, "Sustainability-oriented application of value stream mapping: A review and classification," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 68414–68434, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3077570.
12. Y. El Kihel, A. El Kihel, and S. Embarki, "Optimization of the sustainable distribution supply chain using the lean value stream mapping 4.0 tool: A case study of the automotive wiring industry," *Processes*, vol. 10, Art. no. 1671, 2022, doi: 10.3390/pr10091671.
13. M. R. I. Putra and R. Rochmoeljati, "Analysis of waste in the warehousing process of PT. Asia Plastik using lean warehousing and improvement strategy with Kaizen method," *IJIEM (Indonesian J. Ind. Eng. Manag.)*, vol. 5, no. 2, pp. 437–450, 2024, doi: 10.22441/ijiem.v5i2.22741.
14. P. Paryanto, M. Faizin, and J. Franke, "Improving manufacturing line design efficiency using digital value stream mapping," *J. Manuf. Mater. Process.*, vol. 10, no. 3, pp. 1–28, 2026, doi: 10.3390/jmmp10030098.
15. M. Salwin, I. Jacyna-Golda, and M. Banka, "Using value stream mapping to eliminate waste: A case study of a steel pipe manufacturer," *Energies*, vol. 14, no. 12, Art. no. 3527, 2021, doi: 10.3390/en14123527.