

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 3 (2026): July
DOI: 10.21070/ijins.v27i3.2009

Table Of Contents

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

Originality Statement

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

Conflict of Interest Statement

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

Copyright Statement

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

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 3 (2026): July
DOI: 10.21070/ijins.v27i3.2009

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

Waste Identification and Improvement in Raw Material Procurement Processes: Identifikasi dan Perbaikan Pemborosan dalam Proses Pengadaan Bahan Baku

Ari Vera Hardiyanti, ariverahardiyanti4@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

Nur Rahmawati, rahmawatinur1987@gmail.com

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

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Efficient raw material procurement is essential for maintaining manufacturing flow, operational stability, and supply chain performance. **Specific Background:** PT XYZ, a steel plate and pipe fabrication company, faced procurement inefficiencies caused by non-value-added activities, delayed supplier delivery, limited storage capacity, repeated inspection, material returns, and suboptimal warehouse arrangement. **Knowledge Gap:** Previous studies have widely applied Value Stream Mapping to production processes, yet limited attention has been given to raw material procurement in steel fabrication, particularly through integrated waste mapping and risk prioritization. **Aims:** This study aimed to identify procurement waste and formulate targeted process recommendations using Value Stream Mapping, Failure Mode and Effect Analysis, and the 5W+1H framework. **Results:** The current condition showed a total lead time of 482 minutes, dominated by non-value-added activities. Waiting, defect, and overprocessing were the most critical waste categories, with Risk Priority Number values of 336, 315, and 252, respectively. Future Value Stream Mapping reduced total lead time to 318 minutes, yielding a 164-minute reduction. **Novelty:** The study integrates VSM and FMEA to connect process visualization with risk-based priority setting in raw material procurement. **Implications:** The findings provide a structured basis for supplier coordination, material quality standardization, inspection simplification, administrative streamlining, and procurement efficiency in steel fabrication operations.

Highlights:

- ◆ Initial duration decreased from 482 to 318 after redesign.
- ◆ Waiting, defects, and overprocessing carried the highest risk priorities.
- ◆ The 5W+1H framework directed supplier, quality, inspection, and administration actions.

Keywords: Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Raw Material Procurement, Value Stream Mapping (VSM)

Published date: 2026-06-19

Pendahuluan

Dalam lingkungan industri yang semakin kompetitif, perusahaan manufaktur dituntut untuk mengelola operasional secara efektif dan efisien agar tetap memiliki daya saing. Salah satu faktor yang berperan penting dalam menjaga kelancaran proses produksi adalah ketersediaan bahan baku yang tepat dari segi jumlah, kualitas, serta waktu kedatangan [1]. Pengelolaan pengadaan bahan baku yang kurang optimal dapat menyebabkan terganggunya aliran produksi dan meningkatnya biaya operasional perusahaan [2]. Pengadaan bahan baku tidak hanya berkaitan dengan aktivitas pembelian, tetapi juga mencakup pengendalian aliran material sejak diterima dari pemasok hingga siap digunakan dalam proses produksi. Apabila koordinasi antara pemasok, gudang, dan bagian produksi tidak berjalan dengan baik, maka akan muncul berbagai bentuk pemborosan seperti waktu tunggu, penumpukan persediaan, serta aktivitas berulang yang tidak memberikan nilai tambah [3]. Oleh karena itu, pengelolaan pengadaan bahan baku menjadi bagian penting dalam sistem rantai pasok karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi operasional perusahaan [4].

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang rekayasa konstruksi serta fabrikasi plat dan pipa baja. Dalam pelaksanaan operasionalnya, perusahaan masih menghadapi beberapa kendala pada proses pengadaan bahan baku, seperti keterlambatan pengiriman dari pemasok, keterbatasan kapasitas penyimpanan, serta penataan material yang belum optimal. Selain itu, material yang tidak sesuai spesifikasi menyebabkan perlunya inspeksi ulang dan proses retur, sehingga memperpanjang lead time dan meningkatkan beban kerja. Kondisi tersebut menunjukkan adanya aktivitas yang belum efisien dalam aliran pengadaan bahan baku.

Untuk mengidentifikasi sumber pemborosan secara menyeluruh, diperlukan pendekatan yang mampu memetakan aliran proses secara terintegrasi. *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk memvisualisasikan aliran material dan informasi sehingga aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah dapat diidentifikasi dengan jelas [5]. Metode ini dipilih karena mampu memvisualisasikan seluruh tahapan proses dalam satu peta yang mudah dipahami sehingga memudahkan penentuan arah perbaikan [6]. Selain itu, analisis risiko dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan prioritas penanganan berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya, serta kemampuan deteksi suatu kegagalan [7]. Integrasi kedua metode tersebut memungkinkan perusahaan memfokuskan perbaikan pada area yang memiliki dampak paling signifikan terhadap efisiensi proses [8].

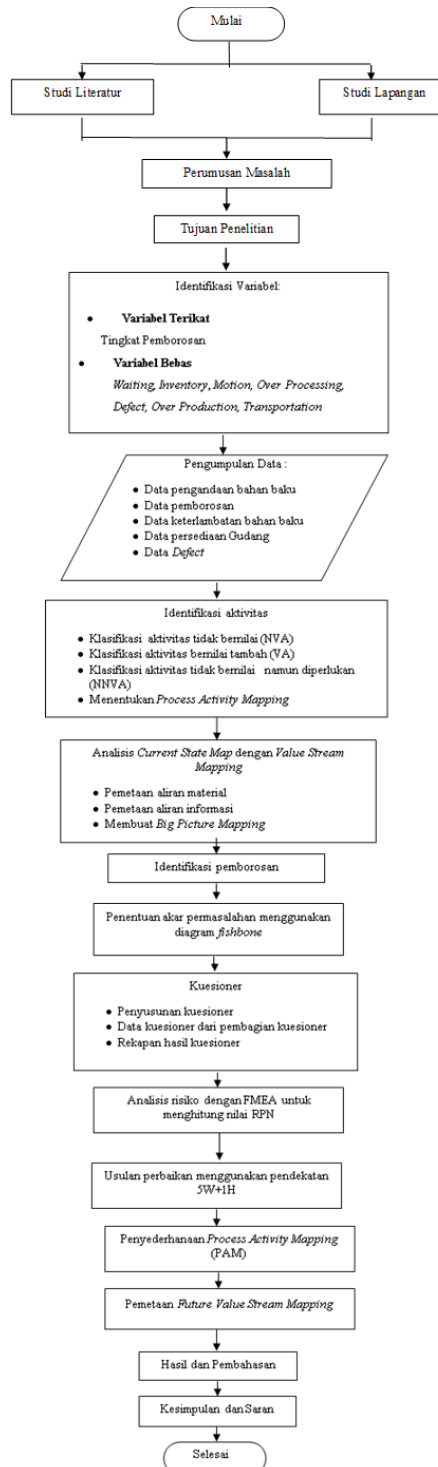
Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan VSM efektif dalam mengidentifikasi pemborosan, namun sebagian besar penelitian masih berfokus pada proses produksi utama dan belum banyak mengkaji tahapan pengadaan bahan baku, khususnya pada industri fabrikasi baja [9]. Selain itu, kombinasi pendekatan lean dengan FMEA terbukti mampu membantu dalam penentuan prioritas perbaikan secara sistematis [10]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pemborosan pada proses pengadaan bahan baku di PT XYZ melalui integrasi VSM dan FMEA, sehingga dapat dirumuskan rekomendasi perbaikan yang lebih terarah dalam meningkatkan efisiensi proses.

Metode

Penelitian ini diawali dengan kegiatan penelusuran literatur serta pengamatan langsung di lapangan untuk memperoleh gambaran awal mengenai permasalahan yang terjadi pada proses pengadaan bahan baku. Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai sumber ilmiah yang berkaitan dengan konsep pemborosan, pengelolaan rantai pasok, *Value Stream Mapping* (VSM), serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Sementara itu, observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait dilakukan guna memahami kondisi aktual proses pengadaan di PT XYZ. Variabel penelitian ditetapkan untuk mempermudah proses analisis. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat pemborosan yang terjadi pada proses pengadaan bahan baku. Adapun variabel bebas mencakup jenis-jenis pemborosan berdasarkan konsep *seven waste*, yaitu *waiting*, *inventory*, *motion*, *overprocessing*, *defect*, *overproduction*, dan *transportation*. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap aktivitas pengadaan, wawancara dengan karyawan yang terlibat, serta penyebaran kuesioner untuk mendukung proses penilaian risiko. Data sekunder bersumber dari dokumen perusahaan, antara lain data pengadaan bahan baku, catatan keterlambatan pengiriman, data persediaan gudang, serta informasi terkait material yang mengalami cacat atau retur.

Tahap analisis dimulai dengan mengidentifikasi seluruh aktivitas dalam alur pengadaan bahan baku, kemudian mengelompokkannya ke dalam kategori *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA), dan *Necessary Non Value Added* (NNVA). Hasil identifikasi tersebut dianalisis menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengetahui distribusi waktu dan jenis aktivitas yang mendominasi proses. Selanjutnya, dilakukan pemetaan kondisi aktual menggunakan *Current State Value Stream Mapping* untuk menggambarkan aliran material dan informasi secara menyeluruh. Berdasarkan hasil pemetaan tersebut, pemborosan yang terjadi diidentifikasi dan dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram *fishbone* guna menemukan akar penyebab permasalahan. Setelah faktor penyebab diidentifikasi, analisis risiko dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Setiap potensi kegagalan dinilai berdasarkan tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), serta kemampuan deteksi (*detection*), kemudian dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan prioritas

penanganan. Sebagai langkah akhir, dirumuskan usulan perbaikan menggunakan pendekatan 5W+1H agar solusi yang dihasilkan lebih terstruktur dan aplikatif. Perbaikan yang diusulkan kemudian divisualisasikan dalam bentuk Future State Value Stream Mapping sebagai gambaran kondisi proses setelah dilakukan penyempurnaan. Tahapan penelitian secara keseluruhan dirangkum dalam diagram alur pemecahan masalah. Penjelasan alur penelitian secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pemecahan Masalah

Hasil dan Pembahasan

A. Data Aliran Proses Pengadaan Bahan Baku

Data Aliran Proses Pengadaan Bahan Baku diperoleh dari hasil observasi langsung terhadap alur pengadaan hingga distribusi produk jadi di PT XYZ. Proses dimulai dari penerimaan bahan baku dari *supplier* dan pemeriksaan kualitas awal oleh *Quality Control* (QC). Material kemudian disimpan di gudang dan diambil sesuai permintaan unit kerja untuk dipersiapkan menuju area fabrikasi. Tahap fabrikasi meliputi pemotongan plat baja, pengelasan, dan perakitan plat serta pipa baja. Setelah proses produksi selesai, dilakukan pemeriksaan kualitas akhir oleh QC sebelum produk disimpan sebagai produk jadi dan dikirim ke lokasi tujuan. Gambar akan ditampilkan sebagaimana pada gambar 1.



Gambar 1. Data Aliran Proses Pengadaan Bahan Baku

B. Process Activity Mapping

Process Activity Mapping (PAM) merupakan metode yang digunakan dalam teknik industri untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai seluruh aktivitas dalam suatu proses [11]. Berdasarkan hasil pemetaan PAM pada proses pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi di PT XYZ, diketahui bahwa aliran proses masih didominasi oleh aktivitas *Non Value Added* (NVA) dan *Necessary Non Value Added* (NNVA), khususnya pada aktivitas pemeriksaan, pemindahan material, dan waktu menunggu. Aktivitas *Value Added* (VA) terutama terdapat pada proses inti seperti pemotongan, pengelasan, perakitan, serta pengiriman produk. Kondisi ini menunjukkan masih adanya potensi pemborosan sehingga diperlukan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi proses. Data akan ditampilkan sebagaimana pada gambar 1.

Tabel 1. Process Activity Mapping

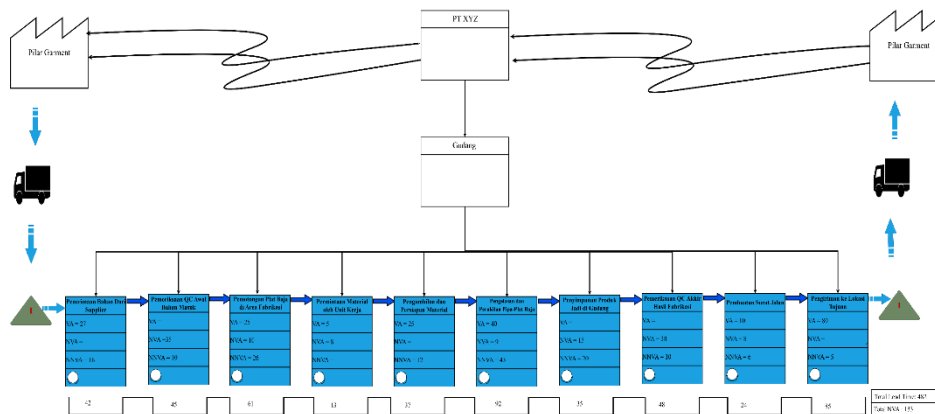
1. Penerimaan Bahan Dari Supplier				Aktivitas				
No	Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas	O	T	I	S	D
1.1	Material dari supplier tiba di area penerimaan	8	VA					D
1.2	Petugas memverifikasi jumlah dan jenis material sesuai dokumen PO	9	NNVA			I		
1.3	Pemeriksaan kondisi fisik bahan (gores, karat, atau cacat)	12	VA			I		
1.4	Pencatatan hasil pemeriksaan pada form manual	6	NNVA	O				
1.5	Input data penerimaan bahan ke sistem gudang	7	VA	O				
2. Pemeriksaan QC Awal Bahan Masuk								
2.1	QC melakukan inspeksi visual dan pengukuran ketebalan material	15	NVA			I		
2.2	Material yang tidak sesuai disisihkan untuk retur	10	NNVA		T			

2.3	Petugas menunggu konfirmasi dari pemasok atas hasil retur	20	NVA						D
3. Pemotongan Plat Baja di Area Fabrikasi									
3.1	Set up alat potong dan pengecekan dimensi awal	14	NNVA	O					
3.2	Proses pemotongan plat baja sesuai ukuran desain	25	VA	O					
3.3	Pemeriksaan hasil potongan dan pembersihan sisa material	12	NNVA			I			
3.4	Pemindahan hasil potongan ke area las	10	NVA		T				
4. Permintaan Material oleh Unit Kerja									
4.1	Permintaan material dikirim melalui sistem	5	VA	O					
4.2	Petugas mengecek ketersediaan material	8	NVA			I			
5. Pengambilan dan Persiapan Material									
5.1	Pengambilan material dari rak penyimpanan	15	VA		T				
5.2	Penyiapan material di area staging	12	NNVA						D
5.3	Pemeriksaan ulang jenis dan jumlah material sebelum dikirim	10	NVA			I			
6. Pengelasan dan Perakitan Pipa-Plat Baja									
6.1	Set up alat las dan peralatan bantu	15	NNVA						D
6.2	Proses pengelasan dan penyambungan komponen	40	VA	O					
6.3	Penyimpanan sementara sisa material hasil pemotongan dan penyesuaian QC	9	NVA					S	
6.4	Pemeriksaan ulang hasil pengelasan	18	NNVA			I			
6.5	Pemindahan hasil las ke area QC	10	NVA		T				
7. Penyimpanan Produk Jadi di Gudang									
7.1	Penataan hasil fabrikasi ke rak penyimpanan	12	NNVA					S	
7.2	Pencatatan hasil penyimpanan di form stock	8	NNVA	O					
7.3	Penataan ulang karena keterbatasan ruang	15	NVA					S	
8. Pemeriksaan QC Akhir Hasil Fabrikasi									
8.1	QC melakukan inspeksi akhir terhadap dimensi dan tampilan	20	NVA			I			
8.2	Pencatatan hasil QC akhir dan laporan ke bagian produksi	10	NNVA	O					

8.3	Rework ringan untuk bagian las yang tidak sempurna	18	NVA	O				
9. Pembuatan Surat Jalan								
9.1	Menyusun data surat jalan (jenis, jumlah, dan tujuan pengiriman)	10	VA	O				
9.2	Pencocokan ulang data surat jalan dengan dokumen	8	NVA			I		
9.3	Cetak surat jalan dan tanda tangan kepala gudang	6	NNVA	O				
10. Pengiriman ke Lokasi Tujuan								
10.1	Pengangkutan material ke kendaraan pengiriman	20	VA			T		
10.2	Proses pengiriman ke lokasi tujuan	60	VA			T		
10.3	Konfirmasi penerimaan oleh pelanggan	5	NNVA					D

C. Current Value Stream Mapping

Menurut Vian dan Landeghem, *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan alat yang digunakan untuk memudahkan proses implementasi lean dengan cara membantu mengidentifikasi tahapan-tahapan dalam suatu aliran proses, baik aliran material maupun aliran informasi, sehingga pemborosan dapat terlihat secara menyeluruh [12]. Berdasarkan hasil pemetaan *Current State Value Stream Mapping* pada proses pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi di PT XYZ, diketahui bahwa total *lead time* proses mencapai 482 menit. Dari keseluruhan waktu tersebut, aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added/NVA*) mencapai 133 menit, yang sebagian besar terjadi pada tahap pemeriksaan, penyimpanan, serta aktivitas menunggu dan pemindahan material. Kondisi ini menunjukkan bahwa aliran proses masih belum efisien dan terdapat peluang perbaikan untuk mengurangi pemborosan serta meningkatkan efektivitas sistem produksi. Berikut gambar 2. Hasil dari *Current Steam Mapping*.



Gambar 2. Current Value Steam Mapping

D. Identifikasi Pemborosan

Identifikasi pemborosan dilakukan berdasarkan hasil pemetaan aktivitas menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM) dengan mengacu pada konsep *Seven Waste*. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemborosan yang terjadi pada proses pengadaan bahan baku di PT XYZ meliputi:

1. **Defect**

Terjadi akibat diterimanya material yang tidak sesuai spesifikasi, seperti ketebalan tidak standar dan cacat permukaan. Kondisi ini menyebabkan aktivitas penyisihan, retur, serta memicu pemborosan waiting dan overprocessing.

2. *Waiting*

Merupakan pemborosan paling dominan, terjadi akibat keterlambatan pemasok, menunggu konfirmasi retur, serta menunggu ketersediaan material sebelum proses fabrikasi dilanjutkan. Hal ini meningkatkan lead time dan menurunkan produktivitas.

3. *Transportation*

Ditunjukkan oleh pemindahan material berulang dari gudang ke area fabrikasi serta jarak perpindahan yang cukup jauh. Aktivitas ini tidak memberikan nilai tambah dan menambah waktu proses.

4. *Inventory*

Terjadi akibat pemesanan bahan baku melebihi kebutuhan aktual sehingga menimbulkan penumpukan material dan peningkatan biaya penyimpanan.

5. *Overproduction*

Ditunjukkan oleh pengadaan material dalam jumlah besar sebagai antisipasi keterlambatan pemasok, yang berdampak pada meningkatnya inventory dan transportation.

6. *Overprocessing*

Terlihat pada pemeriksaan kualitas dan pencatatan yang dilakukan berulang, termasuk *rework* ringan pada hasil las, sehingga menambah waktu proses tanpa meningkatkan nilai produk.

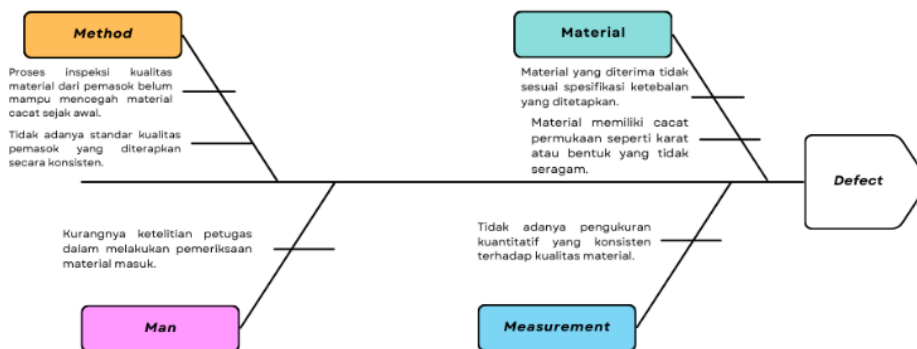
7. *Motion*

Terjadi akibat gerakan operator yang tidak perlu, seperti pencarian material dan bolak-balik pengambilan bahan, yang menyebabkan inefisiensi kerja.

E. *Fishbone Diagram*

Analisis akar penyebab pemborosan dilakukan dengan menggunakan diagram sebab-akibat untuk mengelompokkan faktor-faktor yang memengaruhi setiap jenis waste. Pengelompokan difokuskan pada aspek metode kerja, sumber daya manusia, material, peralatan, serta sistem pengukuran agar penyebab utama dapat diidentifikasi secara lebih terstruktur[13].

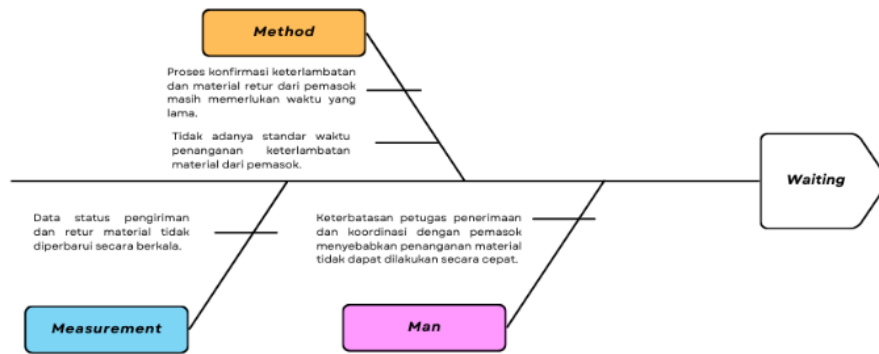
1. *Defect*



Gambar 3. *Fishbone Defect*

Permasalahan kualitas material dipengaruhi oleh belum konsistennya standar inspeksi dan kurangnya pengendalian spesifikasi dari pemasok. Selain itu, keterbatasan pengukuran kualitas secara kuantitatif serta kurangnya ketelitian saat pemeriksaan menyebabkan material yang tidak sesuai tetap masuk ke proses berikutnya. Kondisi ini meningkatkan risiko retur dan keterlambatan produksi.

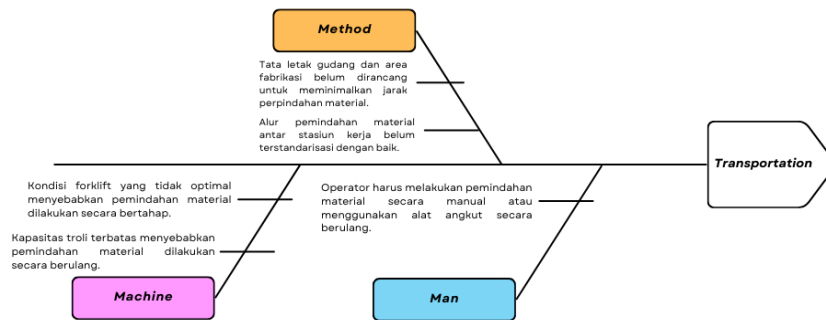
2. Waiting



Gambar 4. Fishbone Waiting

Waktu tunggu terutama dipicu oleh lambatnya proses konfirmasi keterlambatan dan retur material dari pemasok. Koordinasi yang belum optimal serta belum adanya standar waktu penanganan yang jelas memperpanjang proses penerimaan bahan. Akibatnya, aliran material terhenti dan berdampak pada tertundanya aktivitas fabrikasi.

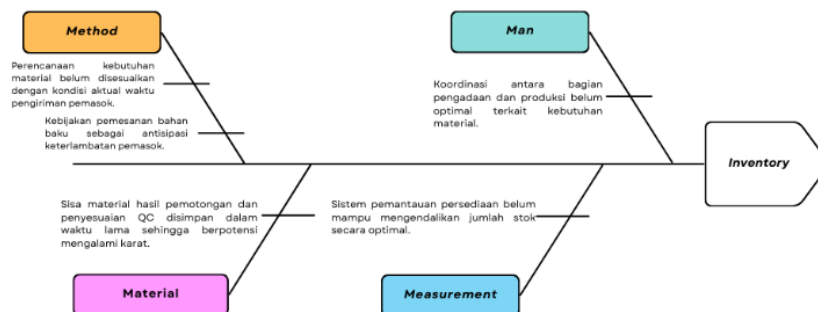
3. Transportation



Gambar 5. Fishbone Transportation

Berdasarkan analisis diagram fishbone, pemborosan *transportation* disebabkan oleh faktor *method*, *machine*, dan *man*. Dari aspek *method*, tata letak gudang dan area fabrikasi belum dirancang untuk meminimalkan jarak perpindahan material serta alur perpindahan antar stasiun kerja belum terstandarisasi dengan baik. Dari sisi *machine*, kondisi *forklift* yang kurang optimal dan kapasitas trolly yang terbatas menyebabkan perpindahan material dilakukan secara bertahap dan berulang. Sementara itu, dari aspek *man*, operator harus melakukan perpindahan material secara manual atau menggunakan alat angkut berulang kali. Kondisi ini meningkatkan waktu proses dan tidak memberikan nilai tambah terhadap produk.

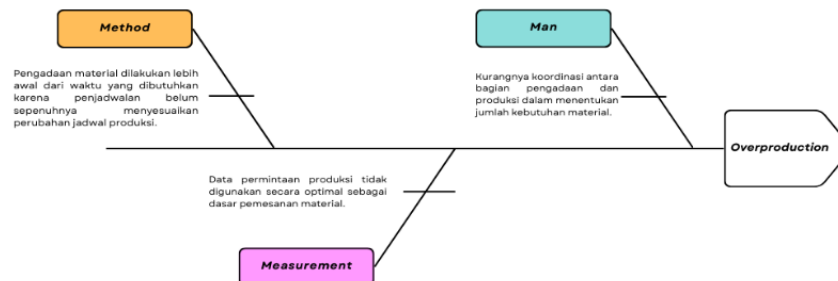
4. Inventory



Gambar 6. Fishbone Inventory

Penumpukan material di gudang dipengaruhi oleh kebijakan pemesanan sebagai langkah antisipasi keterlambatan pemasok. Selain itu, perencanaan kebutuhan material belum sepenuhnya disesuaikan dengan kondisi aktual produksi. Dampaknya adalah meningkatnya biaya penyimpanan serta risiko penurunan kualitas material selama disimpan.

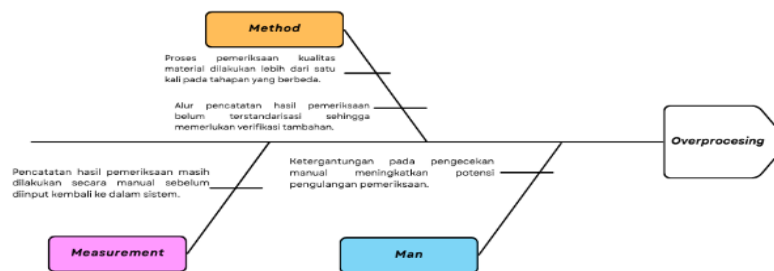
5. Overproduction



Gambar 8. Fishbone Overproduction

Pengadaan material dalam jumlah lebih besar dari kebutuhan aktual disebabkan oleh ketidaksinkronan antara jadwal produksi dan proses pembelian. Informasi permintaan produksi belum dimanfaatkan secara optimal sebagai dasar pemesanan, sehingga jumlah material yang datang tidak selalu sesuai kebutuhan.

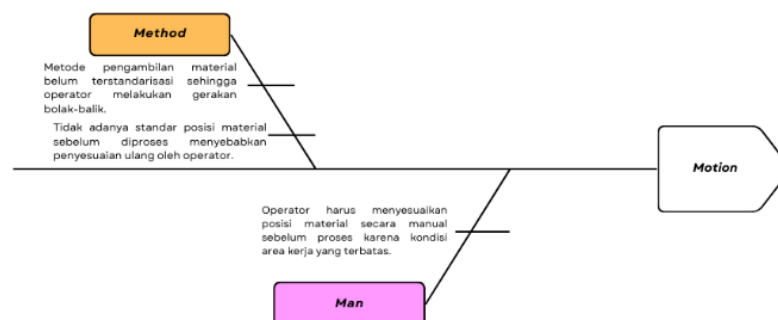
6. Overprocessing



Gambar 9. Fishbone Overprocessing

Proses inspeksi dan pencatatan yang dilakukan lebih dari satu kali memperpanjang alur kerja. Penggunaan sistem manual sebelum input digital menyebabkan aktivitas verifikasi tambahan yang sebenarnya tidak meningkatkan nilai produk, tetapi menambah durasi proses.

7. Motion



Gambar 10. Fishbone Motion

Berdasarkan analisis diagram *fishbone*, pemborosan *motion* disebabkan oleh faktor *method* dan *man*. Dari aspek *method*, metode pengambilan material belum terstandarisasi dan belum terdapat standar posisi material sebelum diproses, sehingga operator sering melakukan gerakan bolak-balik serta penyesuaian ulang. Dari sisi *man*, operator

harus menyesuaikan posisi material secara manual akibat keterbatasan area kerja. Kondisi ini menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan menurunkan efisiensi kerja.

F. Failure Mode Effect And Analysis

Untuk menentukan prioritas penanganan pemborosan yang telah diidentifikasi, penelitian ini menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini dimanfaatkan untuk mengevaluasi tingkat risiko dari setiap permasalahan berdasarkan tiga parameter utama, yaitu tingkat dampak terhadap proses (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), serta kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum menimbulkan gangguan yang lebih luas[14]. Pada penelitian ini, penilaian dilakukan terhadap masing-masing jenis pemborosan yang terjadi dalam proses pengadaan bahan baku di PT XYZ. Setiap faktor penyebab dianalisis berdasarkan kondisi aktual di lapangan, kemudian diberikan skor sesuai tingkat pengaruhnya terhadap kelancaran proses. Nilai Risk Priority Number (RPN) diperoleh melalui hasil perkalian ketiga parameter tersebut, yang selanjutnya digunakan untuk menyusun urutan prioritas penanganan risiko[15]. Nilai RPN diperoleh dari perkalian ketiga parameter, yaitu:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Semakin besar nilai RPN yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula urgensi permasalahan tersebut untuk segera ditangani. Pendekatan ini membantu perusahaan dalam memfokuskan sumber daya pada risiko yang memiliki dampak paling signifikan terhadap efisiensi proses pengadaan dan stabilitas produksi. Dengan demikian, keputusan perbaikan dapat dilakukan secara lebih terarah dan berbasis tingkat kekeritisan risiko yang terukur. Berikut merupakan hasilnya pada tabel 3.

Tabel 2. Risk Priority Number

Waste	Jenis Pemborosan	Sebab Pemborosan (Fishbone)	Efek Pemborosan	S	O	D	RPN
Waiting	Menunggu penanganan material di area penerimaan akibat keterlambatan pengiriman	Proses konfirmasi keterlambatan dan penanganan retur material dari pemasok masih memerlukan waktu lama; data status pengiriman dan retur material tidak diperbarui secara berkala; keterbatasan petugas penerimaan dan koordinasi dengan pemasok menyebabkan penanganan tidak cepat	Lead time pengadaan meningkat; jadwal produksi terganggu; aktivitas fabrikasi tertunda karena menunggu material/keputusan	8	7	6	336
Defect	Material yang diterima tidak sesuai spesifikasi (ketebalan dan kondisi permukaan)	Proses inspeksi kualitas material dari pemasok belum mampu mencegah material cacat sejak awal; tidak ada standar kualitas pemasok yang konsisten; material tidak sesuai spesifikasi ketebalan dan memiliki cacat permukaan (karat/bentuk tidak seragam); kurangnya ketelitian petugas saat pemeriksaan; tidak ada pengukuran kuantitatif yang konsisten terhadap kualitas material	Terjadi retur material; keterlambatan produksi; peningkatan biaya akibat inspeksi ulang dan pengadaan pengganti; risiko produk tidak sesuai standar meningkat	9	7	5	315

Waste	Jenis Pemborosan	Sebab Pemborosan (Fishbone)	Efek Pemborosan	S	O	D	RPN
<i>Overprocessing</i>	Pemeriksaan dan pencatatan material dilakukan berulang	Pemeriksaan kualitas dilakukan lebih dari satu kali; pencatatan manual dilanjutkan dengan input ulang ke sistem Proses pemeriksaan kualitas dilakukan lebih dari satu kali pada tahapan berbeda; alur pencatatan hasil pemeriksaan belum terstandarisasi sehingga butuh verifikasi tambahan; pencatatan hasil pemeriksaan masih manual sebelum diinput sistem; ketergantungan pada pengecekan manual meningkatkan potensi pengulangan pemeriksaan	Waktu inspeksi bertambah; lead time penerimaan meningkat; beban kerja QC naik; keterlambatan pelepasan material ke proses berikutnya	7	6	6	252
<i>Inventory</i>	Perencanaan kebutuhan material belum disesuaikan dengan waktu pengiriman pemasok; kebijakan pemesanan antisipasi keterlambatan; koordinasi pengadaan-produksi belum optimal; sisa material hasil pemotongan dan penyesuaian QC disimpan lama hingga berpotensi karat; sistem pemantauan persediaan belum mampu mengendalikan jumlah stok secara optimal	Pemesanan bahan baku melebihi kebutuhan aktual; material datang tidak sesuai jadwal sehingga menumpuk; serta sebagai penyimpanan sisa material	Biaya penyimpanan meningkat, ruang kerja menjadi terbatas, dan risiko kerusakan material selama penyimpanan semakin besar Biaya penyimpanan meningkat; ruang gudang/area kerja penuh; pencarian material melambat; risiko penurunan kualitas (karat) dan kerusakan material meningkat	6	7	5	210
<i>Motion</i>	Operator harus mencari material dan melakukan gerakan bolak-balik saat pengambilan	Metode pengambilan material belum terstandarisasi sehingga operator melakukan gerakan bolak-balik; tidak ada standar posisi material sebelum diproses menyebabkan penyesuaian ulang; operator menyesuaikan posisi material manual	Waktu kerja terbuang; kelelahan operator meningkat; produktivitas menurun; proses pengambilan/penyiapan material menjadi lebih lama	5	8	4	160

<i>Waste</i>	Jenis Pemborosan	Sebab Pemborosan (<i>Fishbone</i>)	Efek Pemborosan	S	O	D	RPN
		karena kondisi area kerja terbatas					
<i>Transportation</i>	Pemindahan material berulang menggunakan forklift atau troli	Tata letak gudang dan area fabrikasi belum dirancang untuk meminimalkan jarak; alur perpindahan material antar stasiun kerja belum terstandarisasi; kondisi forklift tidak optimal sehingga pemindahan bertahap; kapasitas troli terbatas menyebabkan pemindahan berulang; operator sering memindahkan material manual/berulang	Waktu proses bertambah, penggunaan alat angkut meningkat, serta risiko kerusakan material selama pemindahan semakin tinggi. Waktu perpindahan meningkat; utilisasi operator dan alat angkut tidak efisien; potensi keterlambatan proses karena material handling berlebih	6	6	4	144
<i>Overproduction</i>	Pengadaan material dilakukan terlalu awal dan dalam jumlah berlebih	Pengadaan dilakukan lebih awal karena penjadwalan belum menyesuaikan perubahan jadwal produksi; kurangnya koordinasi pengadaan dan produksi dalam menentukan jumlah kebutuhan; data permintaan produksi tidak digunakan optimal sebagai dasar pemesanan	Terjadi pengadaan berlebih; menambah penumpukan persediaan; biaya penyimpanan naik; aliran material menjadi tidak efisien	7	5	6	210

Selanjutnya, disajikan hasil rekapitulasi nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada tabel 4. yang telah dihitung berdasarkan parameter *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Rekapitulasi ini disusun secara berurutan mulai dari nilai RPN tertinggi hingga terendah, dengan tujuan untuk menunjukkan prioritas risiko yang perlu segera ditangani. Urutan tersebut menjadi dasar dalam menentukan fokus perbaikan pada proses pengadaan bahan baku di PT XYZ.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi

Waste	Subwaste	RPN	Level
Waiting	Proses konfirmasi keterlambatan dan penanganan retur material dari pemasok masih memerlukan waktu lama; data status pengiriman dan retur material tidak diperbarui secara berkala; keterbatasan petugas penerimaan dan koordinasi dengan pemasok menyebabkan penanganan tidak cepat	336	Sangat Tinggi
Defect	Proses inspeksi kualitas material dari pemasok belum mampu mencegah material cacat sejak awal; tidak ada standar kualitas pemasok yang konsisten; material tidak sesuai spesifikasi ketebalan dan memiliki cacat permukaan (karat/bentuk tidak seragam); kurangnya ketelitian petugas saat pemeriksaan; tidak ada pengukuran kuantitatif yang konsisten terhadap kualitas material	315	Sangat Tinggi
Overprocessing	Pemeriksaan kualitas dilakukan lebih dari satu kali; pencatatan manual dilanjutkan dengan input ulang ke sistem Proses pemeriksaan kualitas dilakukan lebih dari satu kali pada tahapan berbeda; alur pencatatan hasil pemeriksaan belum terstandarisasi sehingga butuh verifikasi tambahan; pencatatan hasil pemeriksaan masih manual sebelum diinput sistem; ketergantungan pada pengecekan manual meningkatkan potensi pengulangan pemeriksaan	252	Tinggi
Inventory	Pemesanan bahan baku melebihi kebutuhan aktual; material datang tidak sesuai jadwal sehingga menumpuk; serta sebagai penyimpanan sisa material	210	Tinggi
Overproduction	Pengadaan dilakukan lebih awal karena penjadwalan belum menyesuaikan perubahan jadwal produksi; kurangnya koordinasi pengadaan dan produksi dalam menentukan jumlah kebutuhan; data permintaan produksi tidak digunakan optimal sebagai dasar pemesanan	210	Tinggi
Motion	Metode pengambilan material belum terstandarisasi sehingga operator melakukan gerakan bolak-balik; tidak ada standar posisi material sebelum diproses menyebabkan penyesuaian ulang; operator menyesuaikan posisi material manual karena kondisi area kerja terbatas	160	Sedang
Transportation	Tata letak gudang dan area fabrikasi belum dirancang untuk meminimalkan jarak; alur perpindahan material antar stasiun kerja belum terstandarisasi; kondisi forklift tidak optimal sehingga pemindahan bertahap; kapasitas troli terbatas menyebabkan pemindahan berulang;	144	Sedang

Hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan adanya perbedaan tingkat kekeritisan antar pemborosan yang terjadi pada proses pengadaan bahan baku di PT XYZ. Nilai RPN yang lebih tinggi mencerminkan kombinasi dampak yang besar terhadap proses, frekuensi kejadian yang relatif sering, serta rendahnya kemampuan deteksi sebelum permasalahan berkembang lebih jauh. Pemborosan dengan nilai RPN tertinggi menunjukkan risiko yang paling berpengaruh terhadap peningkatan lead time dan gangguan jadwal produksi. Permasalahan tersebut tidak hanya berdampak pada satu tahapan, tetapi berpotensi memengaruhi keseluruhan aliran material dalam sistem pengadaan. Oleh karena itu, risiko dengan nilai RPN terbesar ditetapkan sebagai prioritas utama dalam penyusunan strategi perbaikan. Sementara itu, pemborosan dengan nilai RPN yang lebih rendah tetap perlu dikendalikan, namun tingkat urgensinya tidak sebesar risiko utama. Urutan prioritas berdasarkan nilai RPN memberikan dasar yang lebih objektif dalam menentukan fokus perbaikan, sehingga langkah yang diambil dapat lebih terarah dan efektif dalam meningkatkan efisiensi proses pengadaan bahan baku.

G. Usulan Perbaikan Menggunakan 5W + 1H

Setelah dilakukan pengolahan dan analisis data berdasarkan informasi yang diperoleh dari perusahaan, selanjutnya disusun rekomendasi perbaikan untuk menentukan pemborosan yang perlu ditangani terlebih dahulu atau diprioritaskan. Penentuan prioritas pemborosan tersebut dilakukan menggunakan pendekatan 5W+1H sebagai kerangka dalam merumuskan usulan perbaikan yang sistematis dan terarah.

Tabel 4. Usulan Perbaikan 5W+1H

Jenis Waste	Subwaste	What	Why	Where	When	Who	How
Waiting	Menunggu konfirmasi keterlambatan & retur	Penegasan jadwal & kewajiban konfirmasi pemasok	Mengurangi waktu tunggu pengadaan	Hubungan perusahaan-pemasok	Sejak penerbitan PO	Purchasing	Menetapkan jadwal tegas & konfirmasi awal
Defect	Material tidak sesuai spesifikasi	Standar kualitas tertulis & mekanisme retur	Mencegah cacat material masuk produksi	Proses pengadaan & penerimaan	Saat pemesanan & penerimaan	QC	Mencantumkan kriteria kualitas & kesepakatan retur
Overprocessing	Pemeriksaan & pencatatan berulang	Penandaan material lolos inspeksi	Menghindari pemeriksaan ulang	Area penerimaan	Setelah inspeksi awal	QC	Memberi label/penanda fisik
Inventory	Penumpukan bahan & sisa material	Penetapan batas safety stock	Mengurangi penumpukan & biaya simpan	Gudang	Sejak perencanaan stok	Gudang	Monitoring stok & kontrol sisa material
Overproduction	Pemesanan melebihi kebutuhan	Penyesuaian jumlah sesuai kebutuhan aktual	Mencegah pengadaan berlebih	Proses pengadaan	Saat penentuan jumlah	Purchasing	Kesepakatan jadwal & kualitas dengan pemasok
Motion	Gerakan bolak-balik operator	Penetapan titik material tetap	Mengurangi gerakan tidak perlu	Area kerja	Sebelum produksi	Operator	Menentukan posisi material siap proses
Waiting	Pemindahan material berulang	Standardisasi alur & optimasi alat angkut	Mengurangi perpindahan tidak efisien	Gudang & fabrikasi	Saat pemindahan	Operator Gudang	Menetapkan alur seragam & optimasi forklift/troli

Berdasarkan hasil analisis pemborosan menggunakan pendekatan 5W+1H, usulan perbaikan difokuskan pada tujuh jenis waste yang teridentifikasi dalam proses pengadaan bahan baku. Setiap usulan dirumuskan dengan mempertimbangkan aspek tindakan yang dilakukan (*what*), alasan perbaikan (*why*), lokasi penerapan (*where*), waktu pelaksanaan (*when*), pihak yang bertanggung jawab (*who*), serta mekanisme implementasi (*how*). Perbaikan pada *waste waiting* dan *defect* difokuskan pada penguatan koordinasi dan kejelasan standar dengan pemasok. Sementara itu, *waste overprocessing*, *motion*, dan *transportation* diarahkan pada penyederhanaan alur kerja dan pengurangan aktivitas yang tidak bernilai tambah. Adapun *waste inventory* dan *overproduction* dikendalikan melalui penyesuaian jumlah pemesanan dan pengaturan batas persediaan. Pendekatan ini diharapkan mampu mengurangi pemborosan secara sistematis dan meningkatkan efisiensi proses pengadaan bahan baku.

H. Penyederhanaan *Process Activity Mapping*

Tabel 5. Penyederhanaan *Process Activity Mapping*

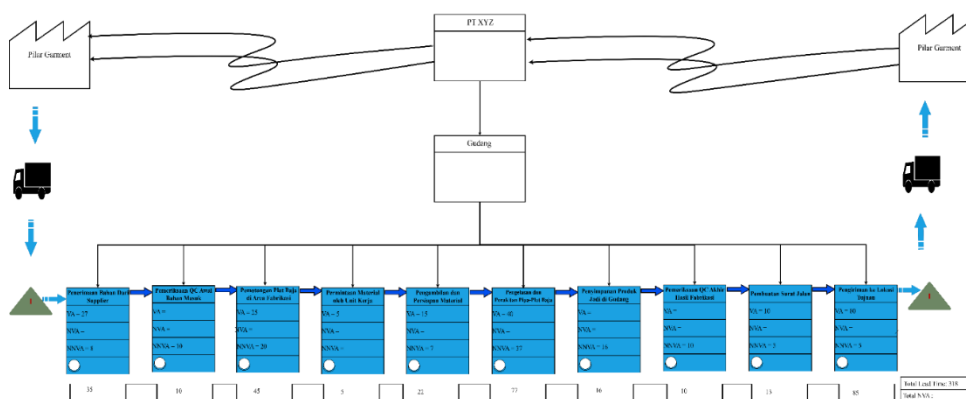
1. Penerimaan Bahan Dari Supplier				Aktivitas				
No	Aktivitas	Waktu (Menit)	Jenis Aktivitas	O	T	I	S	D
1.1	Material dari supplier tiba di area penerimaan	8	VA					D
1.2	Petugas memverifikasi jumlah dan jenis material sesuai dokumen PO	5	NNVA			I		

1.3	Pemeriksaan kondisi fisik bahan (gores, karat, atau cacat)	12	VA			I		
1.4	Pencatatan hasil pemeriksaan pada form manual	3	NNVA	O				
1.5	Input data penerimaan bahan ke sistem gudang	7	VA	O				
2. Pemeriksaan QC Awal Bahan Masuk								
2.1	Material yang tidak sesuai disisihkan untuk retur	10	NNVA		T			
3. Pemotongan Plat Baja di Area Fabrikasi								
3.1	Set up alat potong dan pengecekan dimensi awal	8	NNVA	O				
3.2	Proses pemotongan plat baja sesuai ukuran desain	25	VA	O				
3.3	Pemeriksaan hasil potongan dan pembersihan sisa material	12	NNVA			I		
4. Permintaan Material oleh Unit Kerja								
4.1	Permintaan material dikirim melalui sistem	5	VA	O				
5. Pengambilan dan Persiapan Material								
5.1	Pengambilan material dari rak penyimpanan	15	VA		T			
5.2	Penyiapan material di area staging	7	NNVA					D
6. Pengelasan dan Perakitan Pipa-Plat Baja								
6.1	Set up alat las dan peralatan bantu	9	NNVA					D
6.2	Proses pengelasan dan penyambungan komponen	40	VA	O				
6.3	Pemeriksaan ulang hasil pengelasan	18	NNVA			I		
7. Penyimpanan Produk Jadi di Gudang								
7.1	Penataan hasil fabrikasi ke rak penyimpanan	12	NNVA					S
7.2	Pencatatan hasil penyimpanan di form stock	4	NNVA	O				
8. Pemeriksaan QC Akhir Hasil Fabrikasi								
8.1	QC melakukan inspeksi akhir terhadap dimensi dan tampilan	20	NVA			I		
8.2	Pencatatan hasil QC akhir dan laporan ke bagian produksi	10	NNVA	O				
9. Pembuatan Surat Jalan								

9.1	Menyusun data surat jalan (jenis, jumlah, dan tujuan pengiriman)	10	VA	O				
9.2	Cetak surat jalan dan tanda tangan kepala gudang	3	NNVA	O				
10. Pengiriman ke Lokasi Tujuan								
10.1	Pengangkutan material ke kendaraan pengiriman	20	VA		T			
10.2	Proses pengiriman ke lokasi tujuan	60	VA		T			
10.3	Konfirmasi penerimaan oleh pelanggan	5	NNVA					D

Berdasarkan hasil pemetaan *Process Activity Mapping* (PAM) pada proses pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk, diperoleh total waktu proses sebesar 308 menit. Aktivitas yang tergolong *Value Added* (VA) terutama terdapat pada proses inti seperti pemotongan plat baja (25 menit), pengelasan dan perakitan (40 menit), serta proses pengiriman ke lokasi tujuan (60 menit). Sementara itu, aktivitas *Necessary Non Value Added* (NNVA) mendominasi pada tahap pemeriksaan, pencatatan, penyimpanan, dan penyiapan material, seperti inspeksi akhir (20 menit) dan pencatatan laporan (10 menit).

I. Future State Mapping



Gambar 11. Future State mapping

Berdasarkan hasil pemetaan *Future Value Stream Mapping* (VSM), terjadi penurunan total *lead time* dari kondisi awal menjadi 318 menit setelah dilakukan usulan perbaikan. Perbaikan difokuskan pada pengurangan aktivitas *non value added* (NVA) dan penyederhanaan aktivitas *necessary non value added* (NNVA), khususnya pada tahap pemeriksaan, pemindahan material, serta pencatatan administrasi. Proses inti seperti pemotongan, pengelasan, dan pengiriman tetap menjadi aktivitas utama yang memberikan nilai tambah (*Value Added*).

Simpulan

Berdasarkan hasil pemetaan aliran proses menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM), diketahui bahwa aktivitas dalam pengadaan bahan baku di PT XYZ masih didominasi oleh kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Kondisi ini menyebabkan waktu proses menjadi lebih panjang dari yang seharusnya, dengan total *lead time* awal mencapai 482 menit. Pemborosan yang paling berpengaruh terhadap lamanya waktu proses terutama berasal dari aktivitas *waiting*, *defect*, dan *overprocessing*, yang memicu peningkatan waktu tunggu, pemeriksaan berulang, serta penumpukan material pada area kerja dan gudang. Analisis lanjutan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menunjukkan bahwa ketiga jenis pemborosan tersebut memiliki tingkat prioritas risiko tertinggi berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), yaitu *waiting* sebesar 336, *defect* sebesar 315, dan *overprocessing* sebesar 252. Nilai tersebut mencerminkan kombinasi dampak yang signifikan, frekuensi kejadian yang cukup tinggi, serta keterbatasan sistem dalam mendeteksi permasalahan secara dini, sehingga memerlukan perhatian dan penanganan lebih lanjut. Rekomendasi perbaikan disusun melalui pendekatan 5W+1H dengan fokus pada peningkatan koordinasi dengan pemasok, penetapan standar kualitas material yang lebih konsisten, serta

penyederhanaan alur pemeriksaan dan pencatatan administrasi. Setelah dilakukan penyempurnaan proses dan divisualisasikan dalam *Future Value Stream Mapping*, total lead time berhasil ditekan menjadi 318 menit atau berkurang sebesar 164 menit dari kondisi awal. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan kombinasi VSM dan FMEA mampu memberikan dampak nyata dalam mengurangi pemborosan serta meningkatkan efisiensi pengadaan bahan baku di PT XYZ. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena analisis dilakukan berdasarkan periode observasi tertentu dan belum mempertimbangkan dinamika permintaan jangka panjang. Oleh karena itu, penerapan sistem pemantauan persediaan berbasis digital serta evaluasi berkelanjutan terhadap implementasi perbaikan dapat menjadi langkah lanjutan untuk meningkatkan efektivitas pengendalian proses di masa mendatang.

References

1. M. Mustofa, "Optimalisasi Pengadaan Bahan Baku di PT. Trianugrah Metalindo Melalui Pendekatan Just In Time (JIT)," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, vol. 8, no. 3, pp. 2314–2322, 2025, doi: 10.31004/jutin.v8i3.44708.
2. K. A. Zakki and W. Suharso, "Analisis Efisiensi Proses Penerimaan Order dan Pengadaan Bahan Baku dengan Efisiensi Throughput," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 9, no. 2, p. 295, 2025, doi: 10.26798/jiko.v9i2.1652.
3. M. B. Prasetyo and S. N. Ngaini, "Pengaruh Manajemen Rantai Pasok terhadap Daya Saing Melalui Efisiensi Produksi," *Selekta Manajemen: Jurnal Mahasiswa Bisnis dan Manajemen*, vol. 1, no. 4, pp. 209–220, 2022.
4. M. O. Naulibasa, I. Shinta, U. Br. Saribu, and A. D. Saribu, "Strategi Pengadaan Bahan Baku Menggunakan Just In Time," *Economics and Digital Business Review*, vol. 7, no. 1, pp. 219–227, 2025.
5. B. Syaher and W. Setiafandari, "Analisis Proses Produksi Menggunakan Metode Lean Manufacturing pada UMKM Roti Bakar Azhari," *Jurnal Ilmiah Sains Teknologi dan Informasi*, vol. 2, no. 2, pp. 39–51, 2024, doi: 10.59024/jiti.v2i2.746.
6. Costa, "Development of a Value Stream Map to Optimize the Production Process in a Luxury Metal Piece Manufacturing Company," *Processes*, vol. 12, no. 8, 2024, doi: 10.3390/pr12081612.
7. W. A. Sulistiyono and J. A. Saifuddin, "Pengendalian Kualitas dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada Pembongkaran Bahan Baku Impor di PT X," *Sammajiva: Jurnal Penelitian Bisnis dan Manajemen*, vol. 2, no. 1, pp. 30–38, 2024, doi: 10.47861/sammajiva.v2i1.752.
8. Amiruddin, "Implementasi Metode FMEA untuk Mereduksi Cacat Produk pada Proses Produksi Sandal di Departemen Plong," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 10, no. 3, pp. 3–8, 2025.
9. G. A. Fatinnisa and J. A. Saifuddin, "Analysis of Value Stream Mapping (VSM) in the Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste at PT. Karya Indah Medika," *Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management (IJIEM)*, vol. 5, no. 1, p. 234, 2024, doi: 10.22441/ijiem.v5i1.22395.
10. R. Husna, R. Ambarwati, and D. M. Turekulova, "Harnessing Lean and FMEA Techniques to Eliminate Waste and Enhance Performance in Poultry Processing," *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, vol. 9, no. 1, pp. 55–77, 2025, doi: 10.30656/jsmi.v9i1.10078.
11. R. A. Mahen, H. Batubara, and D. Wijayanto, "Identifikasi Waste Melalui Process Activity Mapping dan Pendekatan Lean Manufacturing pada CV. Kreatifika Harapan Terbang Abadi," *Integrated Industrial Engineering and Management Systems*, vol. 7, no. 2, pp. 114–121, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinuntan/issue/view/2162>
12. D. S. Nelfiyanti, "Penerapan Value Stream Mapping Tools dalam Meminimasi Pemborosan Proses Packing Part Disc di Line Service," vol. 10, no. 1, pp. 9–18, 2023.
13. N. M. Meisya, "Pengaruh Fishbone Diagram terhadap Kemampuan Literasi Membaca Peserta Didik di Sekolah Dasar," vol. 6, no. 5, pp. 7950–7957, 2022.
14. W. N. Kaunang and S. M. Khoiroh, "Penerapan Metode FMEA untuk Meningkatkan Kualitas Produk pada Perusahaan Kemasan Plastik," pp. 86–98, 2024.
15. M. Rinoza and F. A. Kurniawan, "Analisa RPN (Risk Priority Number) terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresor Double Screw Menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT XYZ," vol. 17, no. 1, 2021.