

Aplikasi Konsep *Lean* Untuk Minimasi Waste Menggunakan *Value Stream Mapping* Pada *Warehouse Spare Parts*

Aldi Wibawan Riyadi¹, Farida Djumiati Sitania², Wahyuda³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua, Jl. Sambaliung No. 9, Samarinda 75119

Email: aldi.riyadi04@gmail.com, ida.sitania@gmail.com, Wahyuda@gmail.com

ABSTRAK

Warehouse PT XYZ memiliki peran strategis sebagai pusat distribusi *spare parts* untuk memastikan kelancaran aktivitas *hauling*. Hasil observasi menunjukkan adanya berbagai bentuk pemborosan (*waste*) seperti waktu tunggu, kesalahan pengambilan *spare parts*, serta gerakan yang tidak perlu yang mengindikasikan belum optimalnya proses operasional pada *warehouse*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi alur proses dan persentase efisiensi proses operasional *warehouse*, mengidentifikasi jenis dan penyebab *waste*, serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimasi *waste* dengan pendekatan *lean warehouse*. Metode yang digunakan bersifat kuantitatif, dengan teknik pengumpulan data melalui observasi lapangan dan wawancara. *Tools* analisis yang digunakan meliputi *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aktivitas serta menghitung *Process Cycle Efficiency* (PCE), dan *Fishbone Diagram* untuk mengidentifikasi akar penyebab pemborosan. Hasil penelitian menunjukkan nilai awal PCE sebesar 63%, dengan 37% waktu termasuk aktivitas *non-value added* dan *necessary non-value added*. Nilai ini masih berada di bawah standar minimal perusahaan yaitu 75%. Enam jenis *waste* teridentifikasi, termasuk *transportation*, *waiting*, *motion*, dan *inappropriate processing*. Akar penyebab utama meliputi *layout* kerja yang tidak efisien, SOP yang belum optimal, serta sistem pencarian *spare parts* yang belum terintegrasi. Usulan perbaikan yang dirancang berupa integrasi sistem informasi, perbaikan tata letak, serta pelatihan rutin operator dan mekanik diharapkan dapat mempercepat *lead time order fulfillment spare parts* serta meningkatkan efisiensi operasional *warehouse*.

Kata kunci: *Fishbone Diagram*, *Lean Warehouse*, *Value Stream Mapping*, *Warehouse*, *Waste*

ABSTRACT

The warehouse of PT XYZ plays a strategic role as a distribution center for *spare parts* to ensure the smooth operation of *hauling* activities. Observations revealed various forms of waste, such as waiting time, incorrect retrieval of *spare parts*, and unnecessary motion, indicating that warehouse operations have not yet reached optimal performance. This study aims to identify the process flow and efficiency percentage of warehouse operations, identify the types and causes of waste, and formulate improvement proposals to minimize waste using a *lean warehouse* approach. A quantitative research method was employed, and data was collected through field observation and interviews. Analytical tools include *Value Stream Mapping* (VSM) to map activities and calculate the *Process Cycle Efficiency* (PCE), and *Fishbone Diagrams* to identify the root causes of waste. The results show an initial PCE value of 63%, with 37% of the time categorized as *non-value added* and *necessary non-value added* activities. This figure is still below the company's minimum standard of 75%. Six types of waste were identified: *transportation*, *waiting*, *motion*, and *inappropriate processing*. The leading root causes include inefficient workspace layout, suboptimal standard operating procedures, and a non-integrated *spare parts* search system. The proposed improvements, such as system integration, layout redesign, and regular training for operators and mechanics, are expected to accelerate *spare parts* order fulfillment lead time and enhance overall warehouse efficiency.

Keywords: *Fishbone Diagram*, *Lean Warehouse*, *Value Stream Mapping*, *Warehouse*, *Waste*

Pendahuluan

Efisiensi operasional *warehouse* menjadi salah satu faktor kunci dalam menunjang keberhasilan sistem rantai pasok perusahaan. *Warehouse* berperan sebagai fasilitas utama dalam menyimpan berbagai jenis material [1]. Pengelolaan *warehouse* yang tidak efisien berpotensi memicu berbagai bentuk *waste* yang dapat menghambat aliran material dan informasi, serta menurunkan kinerja *warehouse* secara keseluruhan [2]. *Waste* dapat diartikan sebagai aktivitas atau tindakan yang tidak memberikan nilai tambah dalam suatu kegiatan dengan beberapa fokus seperti *waste of waiting*, *waste of searching time*, *waste of overprocessing*, *waste of defect*, *waste of motion*, *waste of inventory*, dan *waste of transportation* [3] [4].

Upaya yang dapat dilakukan agar operasional *warehouse* dapat berjalan secara efektif dan efisien adalah dengan menggunakan pendekatan konsep *lean*. Ide dan prinsip-prinsip konsep *lean* berasal dari Toyota *Production System* (TPS) yang dimulai pada awal tahun 1940 [5]. Konsep ini telah berkembang sebagai filosofi dan pendekatan manajemen untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan dalam suatu proses [6]. Salah satu bentuk implementasi *lean* dalam konteks logistik adalah konsep *lean warehouse*, yaitu penerapan prinsip *lean* di lingkungan gudang untuk mengurangi *waste* serta meningkatkan efisiensi dan responsivitas terhadap permintaan pelanggan [7][8]. Konsep *lean warehouse* menekankan optimalisasi aliran barang dan informasi dalam aktivitas seperti *receiving*, *put-away*, *storage*, *picking*, dan *shipping*. Setiap aktivitas perlu ditinjau apakah memberikan nilai tambah (*value-added activity*) atau tidak (*non-value-added activity*) [9]. Aktivitas *non-value added* perlu diminimalkan atau dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi operasional perusahaan [10].

PT XYZ, merupakan salah satu perusahaan kontraktor tambang yang menghadapi tantangan dalam proses operasional di *warehouse*-nya. Pada proses *order fulfillment spare parts*, PT XYZ telah menetapkan rata-rata *lead time* selama 5 menit mulai dari pemesanan barang oleh *customer* hingga penyerahan barang kepada *customer*. Berdasarkan observasi awal, ditemukan beberapa bentuk pemborosan seperti adanya antrean atau penumpukan *customer* untuk memesan *spare parts* (*waste of waiting*), pendistribusian *spare parts* yang tidak sesuai *order* (*waste of defect*), dan lamanya proses *customer* dalam mencari katalog (*order*) *spare parts* (*waste of motion*) yang menunjukkan rendahnya efisiensi proses *warehouse* [11][12]. Indikasi-indikasi tersebut menunjukkan bahwa operasional pada *warehouse* PT XYZ belum optimal dan akan memberikan dampak buruk terhadap efisiensi *warehouse*.

Untuk membantu mengidentifikasi dan memvisualisasikan pemborosan dalam proses pergudangan, metode *Value Stream Mapping* (VSM) digunakan. VSM merupakan salah satu *tools* untuk mengatasi *waste* yang menggambarkan aliran proses material dan informasi dari awal hingga akhir proses, dan dapat digunakan untuk menghitung *Process Cycle Efficiency* (PCE) yang menjadi indikator efisiensi proses [13][3][14]). Selain VSM, *Fishbone Diagram* juga merupakan alat analisis penting dalam pendekatan *lean* untuk menganalisis secara lebih mendalam penyebab utama dari timbulnya *waste*, sehingga langkah-langkah perbaikan dapat diambil untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan tersebut [15] [16].

Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa pendekatan *lean warehouse* yang dilengkapi dengan pemetaan proses melalui VSM serta analisis penyebab masalah dengan *fishbone diagram* terbukti efektif dalam menurunkan waktu siklus dan meningkatkan efisiensi distribusi barang [17][16]. Dengan menggunakan metode ini, perusahaan dapat memetakan kondisi saat ini (*current state*), mengidentifikasi pemborosan, serta menyusun rekomendasi untuk kondisi yang lebih ideal (*future state*). Mengingat pentingnya efisiensi *warehouse* dalam mendukung kegiatan operasional PT XYZ, maka diperlukan sebuah upaya sistematis untuk meminimasi pemborosan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan konsep *lean warehouse* menggunakan *Value Stream Mapping* dan *Fishbone Diagram* guna mengidentifikasi dan meminimalkan *waste*, serta menyusun strategi perbaikan yang terukur dan aplikatif.

Metode Penelitian

Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh peneliti secara langsung melalui observasi, wawancara, atau pengukuran di lapangan [18]. Data primer pada penelitian ini berisi data *cycle time* setiap subaktivitas, alur proses *order fulfillment spare parts* di *warehouse*, dan *waste*.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung [19]. Proses mendapatkan data sekunder ini biasanya sudah tersedia sebelumnya, baik dipublikasikan maupun tidak dipublikasikan yang berkaitan dengan penelitian seperti profil perusahaan.

Pengolahan Data

1. Uji Kecukupan Data

Melakukan uji kecukupan data *cycle time* pada setiap subaktivitas menggunakan Persamaan 1 [20],

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \quad (1)$$

dengan: N = kuantitas data yang diamati,
N' = kuantitas data yang dibutuhkan,
k = tingkat keyakinan (99% = 3, 95% = 2),
s = derajat ketelitian, dan
x = data waktu.

2. Uji Keseragaman Data

Melakukan uji keseragaman data *cycle time* pada setiap subaktivitas dengan menghitung rata-rata *cycle time* setiap subaktivitas menggunakan Persamaan 2, menghitung standar deviasi menggunakan Persamaan 3, menghitung Batas Kontrol Atas (BKA) menggunakan Persamaan 4, dan menghitung Batas Kontrol Bawah (BKB)

menggunakan Persamaan 5 [20],

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (3)$$

$$BKA = \bar{x} + k\sigma \quad (4)$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma \quad (5)$$

dengan: $\bar{x}$ = nilai rata-rata,

x_i = data ke-i,

N = jumlah data pengamatan.

BKA= batas kontrol atas,

BKB = batas kontrol bawah

k = tingkat keyakinan, dan

σ = standar deviasi.

3. Rating Factor

Perhitungan *rating factor* mempertimbangkan faktor keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi operator berdasarkan metode *westinghouse* [21].

4. Waktu Normal (Wn)

Waktu normal merupakan waktu kerja yang telah mempertimbangkan *rating factor* yaitu rata-rata waktu siklus dikalikan dengan *rating factor* [22]. Menghitung waktu normal dilakukan menggunakan Persamaan 6.

$$W_n = W_s \times R_f \quad (6)$$

dengan: W_s = waktu siklus, dan

R_f = *rating factor*.

5. Allowance

Allowance merupakan kelonggaran tambahan yang diberikan untuk mengakomodasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja. Metode ini untuk menentukan penyesuaian kelonggaran dengan sistem *westinghouse* [23].

6. Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku juga dapat didefinisikan sebagai waktu kerja dengan mempertimbangkan faktor penyesuaian (*rating factor*) dan faktor kelonggaran (*allowance*) [20].

$$W_b = W_n \times \frac{100}{100 - All} \quad (7)$$

dengan: W_b = waktu baku,

W_n = waktu normal, dan

All = *allowance*.

7. Value Stream Mapping (VSM)

VSM merupakan alat pemetaan yang menggambarkan keseluruhan proses dari *supplier* hingga konsumen untuk menentukan *lead time*, *value added*, dan *non value added* [24]. Fokus VSM adalah pada proses yang memberikan nilai tambah pada produk (VA), aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (NVA), serta aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tapi dibutuhkan (NNVA). Berikut simbol-simbol VSM yang digunakan.

Tabel 1. Simbol-simbol VSM

No	Simbol	Keterangan	No	Simbol	Keterangan
1		Supplier or Customer	7		Aliran informasi
2		Process	8		Aliran informasi secara elektronik
3		Informasi (Data box)	9		Jumlah operator
4		Pengiriman dari supplier ke pabrik	10		Pergerakan material downstream
5		Keberadaan dan jumlah inventory	11		Waktu (timeline)
6		Area yang memerlukan perbaikan	12		Informasi lain yang penting

8. Process Cycle Efficiency (PCE)

PCE adalah indikator yang menunjukkan seberapa efisien suatu proses berjalan. Suatu proses dikategorikan sebagai *lean* jika nilai PCE lebih dari 25%. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung PCE [10].

$$PCE = \frac{Value\ Added}{Total\ Lead\ Time} \times 100\% \quad (8)$$

9. Process Activity Mapping

Process Activity Mapping berfungsi untuk mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah dan yang tidak dalam suatu proses produksi, serta mengevaluasi setiap aktivitas agar proses berjalan lebih efektif dan efisien. Dalam penyusunannya, diperlukan data aktivitas yang dapat diperoleh dari catatan perusahaan serta pengukuran waktu proses melalui observasi langsung di area produksi menggunakan alat seperti *stopwatch* [25].

Hasil Dan Pembahasan

Data Cycle Time Setiap Subaktivitas

Data cycle time setiap subaktivitas dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap proses *order fulfillment spare parts* di warehouse PT XYZ. Berikut hasil pengamatan cycle time setiap subaktivitas pada warehouse.

Tabel 2. Kode setiap aktivitas dan subaktivitas

No.	Rincian Aktivitas	Kode	Rincian Subaktivitas	Kode
1	Pembuatan order	A1	Mekanik mencari <i>spare parts</i> yang ingin di-order pada software Accurate	A11
			Mekanik membuat <i>printout receipt order</i>	A12
2	Pembuatan <i>Maintenance Order</i>	A2	Operator 1 mengantarkan <i>printout receipt</i> kepada operator 2	A21
			Operator 2 membuat <i>maintenance order</i>	A22
			Operator 2 menyerahkan <i>printout maintenance order</i> ke operator 1	A23
3	Pengambilan <i>spare parts</i>	A3	Operator 1 mencari <i>spare parts</i> sesuai <i>maintenance order</i>	A31
			Operator 1 mengambil <i>spare parts</i> sesuai <i>maintenance order</i>	A32
4	Pembaruan (<i>update</i>) <i>bin card</i>	A4	Operator 1 melakukan <i>update bin card</i>	A41
5	Penyerahan <i>spare parts</i> ke mekanik	A5	Operator 1 berjalan menuju mekanik	A51
			Operator 1 melakukan pengecekan ulang pesanan	A52
			Operator 1 menyerahkan <i>spare parts</i> ke mekanik	A53
6	Pembuatan <i>Good Issue</i>	A6	Operator 1 membuat <i>Good Issue</i> pada software SAP	A61

Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan menggunakan tingkat keyakinan sebesar 95% ($k = 2$) dan derajat ketelitian sebesar 5% ($s = 0,05$). Berikut ini merupakan perhitungan uji kecukupan data untuk subaktivitas *customer* mencari *spare parts* yang ingin di-order pada software Accurate (A11) menggunakan Persamaan 1 dan kemudian direkapitulasi secara menyeluruh.

$$N' = \left\lceil \frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \times 34.024,110 - 1.1017.475,690}}{1008,7} \right\rceil^2$$

$$N' = 5 \quad (N' \leq N)$$

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan uji kecukupan data pada setiap subaktivitas.

Tabel 3. Rekapitulasi uji kecukupan data

No.	Kode Subaktivitas	Σx	Σx^2	$(\Sigma x)^2$	N'	N	KET
1	A11	1009	34.024,110	1.017.475,690	5	30	Cukup
2	A12	202	1.366,100	40.965,760	1	30	Cukup
3	A21	410	5.628,300	168.264,040	6	30	Cukup
4	A22	2927	286.868,640	8.566.977,764	7	30	Cukup
5	A23	168	942,850	28.123,290	9	30	Cukup
6	A31	761	19.314,570	579.273,210	1	30	Cukup
7	A32	328	3.592,690	107.387,290	6	30	Cukup
8	A41	343	3.938,430	117.717,610	6	30	Cukup
9	A51	600	12.034,520	360.000,000	5	30	Cukup
10	A52	274	2.513,690	75.021,210	8	30	Cukup
11	A53	294	2.895,720	86.553,640	6	30	Cukup
12	A61	598	11.972,480	357.125,760	9	30	Cukup

Uji Keceragaman Data

Uji keseragaman dilakukan untuk menentukan apakah data hasil pengolahan berada dalam rentang Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Berikut ini merupakan perhitungan uji keseragaman data untuk subaktivitas *Customer* mencari *spare parts* yang ingin di-order pada software Accurate (A11) dan kemudian direkapitulasi seluruhnya.

1. Rata-rata cycle time

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{34,2 + 31,8 + \dots + 31,4}{30}$$

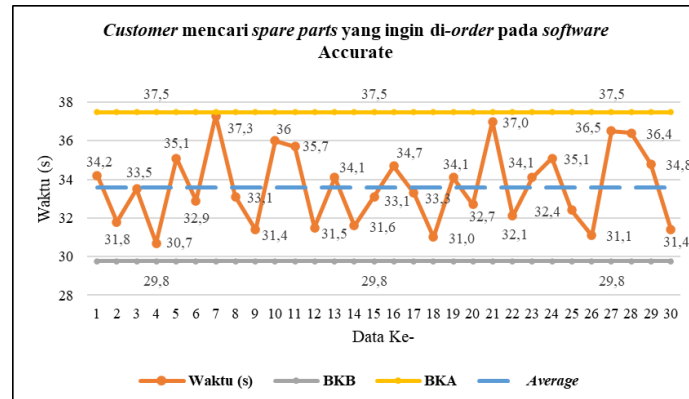
$$\bar{x} = 33,6 \text{ detik}$$

2. Standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(34,2 - 33,6)^2 + \dots + (31,4 - 33,6)^2}{30 - 1}}$$

- $\sigma = 1,9$
- Batas kontrol atas
 $BKA = \bar{x} + k\sigma$
 $BKA = 33,6 + (2 \times 1,9)$
 $BKA = 37,5$ detik
 - Batas kontrol bawah
 $BKB = \bar{x} - k\sigma$
 $BKB = 33,6 - (2 \times 1,9)$
 $BKB = 29,8$ detik



Gambar 1. Grafik uji keseragaman data

Berdasarkan grafik, tidak terdapat titik data yang melebihi atau berada di luar batas kontrol. Dengan demikian, grafik keseragaman data ini menunjukkan bahwa subaktivitas tersebut berada dalam kendali statistik dan dapat dikatakan seragam.

Perhitungan Waktu Baku

Sebelum menghitung waktu baku perlu dilakukan penentuan *rating factor*, waktu normal, dan *allowance* untuk setiap subaktivitas dalam proses *order fulfillment spare parts*. Berikut adalah contoh perhitungan untuk subaktivitas A11.

Waktu siklus rata-rata (W_s) = 33,6 detik

Westinghouse factor (W_f) = -0,15

Rating factor (R_f) = $W_f + 1$ = 0,85

Allowance (%) = 19

Waktu normal (W_n) = $W_s \times R_f$

= 28,6 detik

Waktu baku (W_b) = $W_n \times \frac{100}{100 - All}$
 = $28,6 \times \frac{100}{100 - 19}$
 = 35,3 detik

Tabel 4 merupakan rekapitulasi dari perhitungan waktu normal dan waktu baku.

Tabel 4. Rekapitulasi waktu baku

No.	Kode Subaktivitas	W_s (s)	R_f	W_n (s)	<i>All</i>	W_b (s)
1	A11	33,6	0,85	28,6	19	35,3
2	A12	6,7	1,14	7,7	13	8,8
3	A21	13,7	1,12	15,4	14	17,9
4	A22	97,6	1,13	110,3	25	147,1
5	A23	5,6	1,03	5,8	14	6,7
6	A31	25,4	0,95	24,1	23	31,3
7	A32	10,9	1	10,9	11,5	12,4
8	A41	11,4	1,14	13,0	22	16,7
9	A51	20,0	1,07	21,4	21,5	27,2
10	A52	9,1	1,13	10,3	33	15,4
11	A53	9,8	1,14	11,2	21,5	14,3
12	A61	19,9	1,14	22,6	32	33,3

Dengan diperolehnya waktu baku untuk setiap subaktivitas dalam proses *order fulfillment spare parts*, maka tahap selanjutnya adalah memetakan aliran nilai (*value stream*) dari keseluruhan proses tersebut. Waktu baku yang telah dihitung sebelumnya

akan menjadi dasar dalam menggambarkan durasi aktual dari setiap subaktivitas, sehingga VSM dapat merepresentasikan kondisi proses yang lebih akurat dan realistis.

Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM) digunakan untuk memetakan aliran proses secara keseluruhan dari awal hingga akhir dengan tujuan mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang bernilai tambah (*Value Added*) dan tidak bernilai tambah (*Non-Value Added*). Data VSM diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dan wawancara dengan operator terkait.

Tabel 5. Data durasi VA, NVA, dan NNVA setiap aktivitas

No.	Kode Aktivitas	Cycle Time (s)	ΣDurasi NVA dan NNVA (s)
1	A1	8,8	35,3
2	A2	147,1	24,6
3	A3	12,4	31,3
4	A4	16,7	-
5	A5	14,3	42,6
6	A6	33,3	-

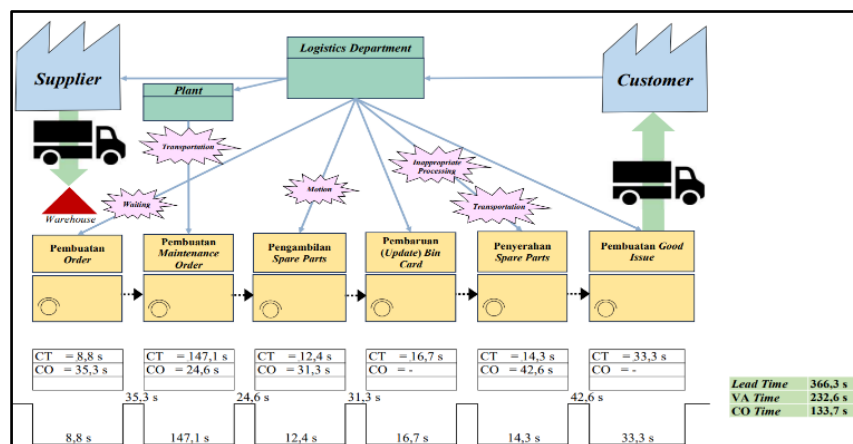
Data rata-rata waktu siklus dari keenam aktivitas *value added* yang tercantum pada Tabel 5 digunakan sebagai dasar dalam perhitungan nilai *value added time*. Kemudian menghitung *changeover time* menggunakan data NVA dan NNVA. Terakhir melakukan perhitungan *lead time* berdasarkan hasil nilai *value added time* dan nilai *changeover time*.

$$\begin{aligned}
 VA &= \sum CT \\
 &= 8,8 \text{ s} + 147,1 \text{ s} + 12,4 \text{ s} + 16,7 \text{ s} + 14,3 \text{ s} + 33,3 \text{ s} \\
 &= 232,6 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CO &= \sum \text{Durasi kegiatan NVA} + \sum \text{Durasi kegiatan NNVA} \\
 &= 35,3 \text{ s} + 24,6 \text{ s} + 31,3 \text{ s} + 42,6 \text{ s} \\
 &= 133,7 \text{ s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lead time} &= \sum VA + \sum CO \\
 &= 232,6 \text{ s} + 133,7 \text{ s} \\
 &= 366,3 \text{ s}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan pada nilai hasil perhitungan *value added time*, *changeover time*, dan *lead time* yang telah diperoleh sebelumnya, maka aliran nilai dapat digambarkan menggunakan VSM. Berikut ini merupakan hasil visualisasi VSM dari kegiatan *order fulfillment spare parts* pada warehouse PT XYZ yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Value stream mapping

Dengan menggunakan data *value added time* dan *lead time*, maka *Process Cycle Efficiency* (PCE) dapat dihitung dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar efisiensi proses dengan membandingkan waktu *value added* terhadap total *lead time*. Semakin tinggi nilai PCE, maka semakin efisien proses tersebut. Perhitungan nilai PCE dilakukan dengan menggunakan Persamaan 8.

$$\begin{aligned}
 PCE &= \frac{232,6}{366,3} \times 100\% \\
 PCE &= 63\%
 \end{aligned}$$

Diperoleh juga nilai PCE sebesar **63%** yang menunjukkan bahwa mayoritas waktu dalam proses digunakan untuk aktivitas yang memberikan nilai tambah. Hal ini mengindikasikan bahwa proses *order fulfillment spare parts* di *warehouse* PT XYZ sudah tergolong cukup efisien. Namun demikian, masih terdapat **37%** waktu yang dikategorikan sebagai *non-value added*, yang mencerminkan adanya potensi pemborosan yang perlu diminimalkan.

Process Activity Mapping

Process Activity Mapping (PAM) merupakan salah satu alat analisis dalam pendekatan *Lean* yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas *value added*, *necessary non-value added*, serta *non-value added*. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk mengetahui efisiensi proses dan mengidentifikasi potensi pemborosan (*waste*) yang dapat diminimalkan atau dihilangkan.

Tabel 6. Process Activity Mapping

No.	Kode Subaktivitas	Jumlah Operator	Jarak (m)	Waktu (s)	Keterangan				Kategori
					O	T	I	D	
1	A11	1		35,3	●				NNVA
2	A12	1		8,8	●				VA
3	A21	1	4	17,9		→			NVA
4	A22	1		147,1	●				VA
5	A23	1		6,7		→			NVA
6	A31	1	14	31,3	●				NNVA
7	A32	1		12,4	●				VA
8	A41	1		16,7	●				VA
9	A51	1	10	27,2		→			NNVA
10	A52	1		15,4			■		NNVA
11	A53	1		14,3		→			VA
12	A61	1		33,3					VA

Tabel 7 menyajikan rekapitulasi PAM berdasarkan kategori yang telah ditentukan.

Tabel 7. Rekapitulasi Process Activity Mapping

No.	Kategori	Jumlah Aktivitas	Persentase Aktivitas	Waktu (s)	Persentase Waktu
1	<i>Value Added</i>	6	50%	232,6	63%
2	<i>Non-Value Added</i>	2	17%	24,6	7%
3	<i>Necessary Non-Value Added</i>	4	33%	109,2	30%
Total		12	100%	366,3	100%

Berdasarkan hasil PAM, aktivitas-aktivitas yang tergolong NVA dan NNVA akan menjadi fokus untuk dieliminasi atau diminimalkan karena keduanya merupakan bentuk *waste* yang tidak memberikan kontribusi langsung terhadap nilai tambah proses dan berpotensi menurunkan efisiensi operasional. Aktivitas tersebut juga akan digolongkan ke dalam 7 *waste* yang terdiri dari *overproduction*, *waiting time (delays)*, *transportation*, *inappropriate processing*, *unnecessary inventory*, *motion*, *defects*. Berikut ini merupakan rakapitulasi *waste* yang terjadi pada aktivitas *order fulfillment spare parts* pada *warehouse* PT XYZ.

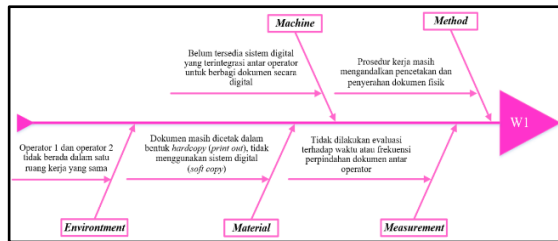
Tabel 8. Rekapitulasi waste

No.	Kode Subaktivitas	Jenis Waste	Kategori	Kode
1	A21	<i>Transportation</i>	NVA	W1
2	A23	<i>Transportation</i>	NVA	W2
3	A11	<i>Waiting</i>	NNVA	W3
4	A31	<i>Motion</i>	NNVA	W4
5	A51	<i>Transportation</i>	NNVA	W5
6	A52	<i>Inappropriate Processing</i>	NNVA	W6

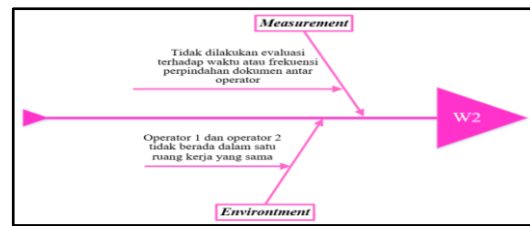
Analisis Akar Penyebab Waste dengan Fishbone Diagram

Setelah dilakukan identifikasi *waste* yang terjadi dalam proses *order fulfillment spare parts* pada *warehouse*, langkah selanjutnya adalah menganalisis akar penyebab dari masing-masing *waste* tersebut. Aspek-aspek dari *fishbone* ini diperoleh melalui observasi langsung serta wawancara dengan operator dan juga *section head Department Logistics*. Analisis ini dilakukan untuk memahami faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya

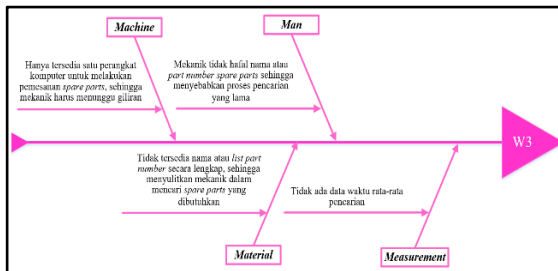
aktivitas tidak bernilai tambah sehingga usulan perbaikan yang dirumuskan nantinya dapat lebih tepat sasaran. Berikut ini adalah analisis akar penyebab dari keenam waste (W1 – W6).



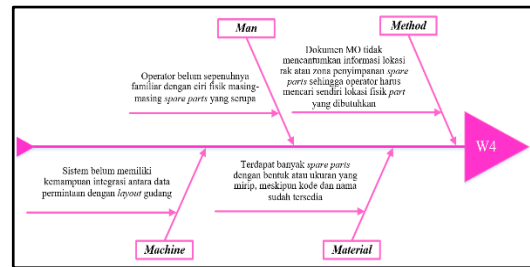
Gambar 3. Fishbone diagram W1



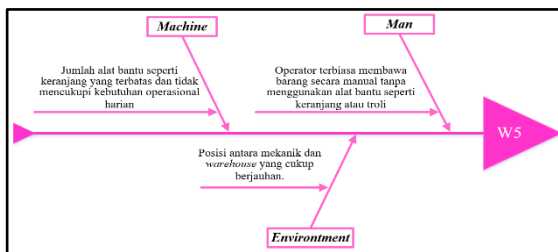
Gambar 4. Fishbone diagram W2



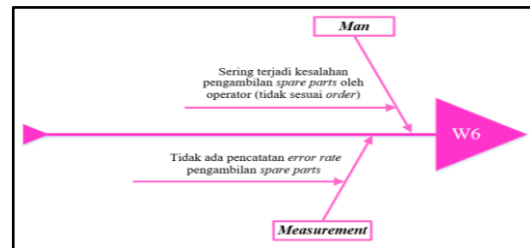
Gambar 5. Fishbone diagram W3



Gambar 6. Fishbone diagram W4



Gambar 7. Fishbone diagram W5



Gambar 8. Fishbone diagram W6

Usulan Rekomendasi Perbaikan

Tahapan selanjutnya adalah membuat usulan rekomendasi perbaikan untuk masing-masing waste (W1–W6) berdasarkan akar penyebab masalah yang telah diidentifikasi melalui analisis *Fishbone Diagram*.

1. Rekomendasi Perbaikan Waste W1

Rekomendasi perbaikan untuk waste W1 difokuskan pada optimalisasi proses penyerahan dokumen antar operator. Saat ini, aktivitas ini masih dilakukan secara manual karena belum adanya sistem digital yang terintegrasi antar operator. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk mulai mengimplementasikan sistem pengiriman dokumen digital internal, seperti pengembangan modul *software* SAP yang memungkinkan distribusi dokumen secara *real-time*. SOP yang saat ini masih mengandalkan penyerahan fisik juga perlu diperbarui agar mendukung penggunaan sistem digital. Apabila tidak memungkinkan untuk dengan cara digitalisasi, untuk menghilangkan kebutuhan perpindahan dokumen secara fisik, *printer* sebaiknya ditempatkan langsung di area kerja operator 2. Dengan cara tersebut, maka operator 2 dapat langsung mencetak *receipt* yang dibutuhkan tanpa menunggu pengantaran dari operator 1 sehingga dapat menghemat waktu dan tenaga. Selain itu, pengukuran terhadap waktu penyerahan dan frekuensinya dapat dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampaknya terhadap efisiensi kerja antar operator.

2. Rekomendasi Perbaikan Waste W2

Waste W2 berkaitan dengan penyerahan dokumen *Maintenance Order* yang dilakukan secara manual antar operator. Karena pencetakan MO merupakan bagian dari prosedur standar yang wajib dijalankan, perbaikannya tidak berfokus pada penghapusan dokumen fisik, melainkan pada efisiensi proses penyerahan. Salah satu solusi yang relevan adalah perusahaan dapat mempertimbangkan penyatuan lokasi kerja operator untuk memperpendek jarak perpindahan dokumen atau dengan meletakkan *printer* ke meja operator 1 agar tidak terjadi transportasi dokumen.

3. Rekomendasi Perbaikan Waste W3

Perbaikan untuk waste W3, yaitu lamanya proses pencarian *spare parts* oleh mekanik di sistem Accurate yang tergolong *waiting waste*. Perbaikan dapat dimulai dengan penambahan perangkat komputer untuk menghindari antrean dalam proses pemesanan. Selain itu, perlu disediakan daftar *part number spare parts* yang

sering di-order dalam format digital dan cetak yang dapat diakses langsung oleh mekanik. Daftar ini sebaiknya dilengkapi dengan gambar dan pengelompokan *part* berdasarkan jenis pekerjaan atau kategori tertentu agar mempercepat pencarian. Perusahaan juga perlu melakukan pelatihan teknis berkala kepada mekanik, khususnya dalam penggunaan sistem pencarian dan pengenalan struktur *part number*. Untuk memantau efektivitasnya, perusahaan disarankan mencatat dan mengevaluasi waktu rata-rata pencarian barang sebagai indikator efisiensi.

4. Rekomendasi Perbaikan Waste W4

Waste W4, yaitu lamanya waktu pencarian barang oleh operator *warehouse* karena banyaknya *spare parts* yang serupa dan dokumen MO yang tidak menyertakan informasi lokasi, perbaikannya dapat dilakukan dengan memperbarui format dokumen MO agar mencantumkan informasi lokasi rak atau zona penyimpanan secara spesifik. Sistem juga perlu diintegrasikan dengan data *layout warehouse* sehingga lokasi *barang* dapat ditampilkan otomatis saat permintaan diproses. Selain itu, perlu dibuat katalog visual yang menunjukkan gambar, kode, dan lokasi *spare parts* untuk membantu operator dalam mengidentifikasi barang dengan cepat.

5. Rekomendasi Perbaikan Waste W5

Waste W5 yang terjadi karena operator membawa banyak *spare parts* tanpa menggunakan alat bantu seperti keranjang, padahal alat tersebut tersedia disebabkan oleh kombinasi antara kebiasaan kerja manual, keterbatasan jumlah alat bantu, dan jarak yang cukup jauh antara mekanik dan *warehouse*. Solusi yang dapat diterapkan adalah mewajibkan penggunaan keranjang melalui SOP untuk setiap pengambilan barang yang besar dan lebih dari satu unit. Jumlah keranjang juga perlu ditambah, dan alat bantu tersebut harus diletakkan di lokasi yang mudah diakses.

6. Rekomendasi Perbaikan Waste W6

Waste W6 yang tergolong sebagai *inappropriate processing waste* timbul karena sering terjadinya kesalahan pengambilan barang oleh operator yang memicu pengecekan ulang atau proses pengambilan ulang. Untuk mencegah hal ini terjadi, Operator perlu dilatih untuk lebih teliti dalam membaca *part number* dan mencocokkan barang dengan dokumen permintaan. Selain itu, perlu dibuat sistem pencatatan kesalahan pengambilan barang (*error log*) sebagai bahan evaluasi berkala. Dari data tersebut, perusahaan dapat mengetahui jenis *spare parts* yang sering salah diambil dan memperbaiki sistem penempatan atau *labeling* agar tidak menimbulkan kebingungan operator.

Simpulan

Hasil pemetaan *Value Stream Mapping* (VSM) diperoleh enam aktivitas utama yang membentuk alur distribusi dan efisiensi proses operasional *warehouse* ditinjau dari nilai PCE berada pada angka 63%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa proses *order fulfillment spare parts* masih mengandung pemborosan (*waste*) yang cukup besar dan memerlukan perbaikan agar dapat mencapai efisiensi optimal karena masih berada di bawah standar minimal perusahaan yaitu sebesar 75%. Melalui pendekatan *lean warehouse*, teridentifikasi enam jenis pemborosan yang menghambat kelancaran operasional, yaitu tiga *waste transportation*, satu *waste motion*, satu *waste waiting*, dan satu *waste inappropriate processing*.

Analisis lebih lanjut menggunakan *Fishbone Diagram* menunjukkan bahwa pemborosan tersebut disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kebiasaan kerja manual, kurangnya pelatihan, minimnya alat bantu dan digitalisasi, SOP yang belum efisien, informasi *part number* yang tidak lengkap, pencatatan waktu yang tidak dilakukan, serta jarak antar area kerja yang terlalu jauh. Untuk mengatasi hal tersebut, diusulkan beberapa perbaikan seperti digitalisasi komunikasi antar operator, penambahan perangkat komputer, penyediaan daftar *part number* yang lengkap, integrasi sistem permintaan dengan lokasi penyimpanan, serta pelatihan rutin bagi mekanik dan operator. Implementasi usulan ini diharapkan dapat mempercepat *lead time order fulfillment spare parts* serta meningkatkan efisiensi operasional *warehouse*.

Daftar Pustaka

- [1] B. P. Bestari dan E. Fatma, "Penerapan Lean Warehousing Untuk Meningkatkan Kinerja Aktivitas Gudang Pada Perusahaan Percetakan Buku Implementation of Lean Warehousing to Improve Warehousing Activity Performance in Book Printing Company Warehouse," *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Industri dan Rantai Pasok*, vol. 1, hlm. 160–169, 2020.
- [2] T. R. Diina, Sriwidodo, E. S. Nurrajiid, dan I. Kustiyawan, "Penerapan Lean Warehousing Pada Gudang Bahan Baku Industri Farmasi PT XYZ," *Majalah Farmasetika*, vol. 9, no. 4, hlm. 367–387, 2024.
- [3] M. Shobur, R. Alfatiyah, T. Dahniar, dan E. Supriyadi, *Sistem Produksi Lean*. Tangerang Selatan: UNPAM PRESS, 2021.
- [4] M. F. Syaproni, E. Suhendar, dan S. Hartini, "Analisis Penerapan Lean Warehouse untuk Meminimasi Waste Pada Gudang PT. Artaprima Cipta Caturindo dengan Metode Value Stream Mapping (VSM) dan Waste Assesment Model (WAM)," *Jurnal Pemasaran Bisnis*, vol. 6, no. 4, hlm. 174–194, 2024.
- [5] Suhendra dkk., "Pengenalan Konsep Dasar Lean Manufacturing Pada Perusahaan SME (Small Medium Enterprise)," *Jurnal Pengabdian Kolaborasi dan Inovasi IPTEKS*, vol. 1, no. 5, hlm. 575–581, 2023.

- [6] H. Bashir, M. Shamsuzzaman, S. Haridy, dan I. Alsyouf, "Lean Warehousing: A Case Study in a Retail Hypermarket," *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, hlm. 1599–1607, 2020.
- [7] N. G. Ibrahim dan Y. Prasetyawan, "Evaluasi Pergudangan dengan Pendekatan Lean Warehousing dan Linear Programming (Studi Kasus PT. X)," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 9, no. 2, hlm. 278–283, 2020.
- [8] E. D. Krisnanti dan A. K. Garside, "Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste Percetakan Box," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 8, no. 2, hlm. 99–108, 2022.
- [9] I. Setiawan dan A. Rahman, "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waste Dengan Menggunakan Metode VSM Dan WAM Pada PT XYZ," *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, hlm. 1–10, 2021.
- [10] D. C. Kurniawan, Muqimuddin, dan M. I. Zamzani, "Identifikasi Waste pada Proses Remanufaktur Blade Lift Cylinder D-8R dengan Pendekatan Lean Manufacturing," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 12, no. 2, hlm. 153–160, 2022.
- [11] M. S. N. Afif dan S. Sudarto, "Penerapan Konsep Lean untuk Meningkatkan Operasi Warehouse di Industri Manufaktur," *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 14, no. 1, hlm. 57–66, 2022.
- [12] D. A. Dhika, A. Witonohadi, dan A. D. Akbari, "Usulan Perbaikan Warehouse Menggunakan Pendekatan Lean untuk Mengeliminasi Pemborosan di Warehouse Utama PT. XYZ," *OPSI*, vol. 16, no. 1, hlm. 94–109, 2023.
- [13] T. H. Suryatman dan E. C. Aprilia, "Meminimasi Waste Pada Proses Fabrikasi Struktur Baja dengan Konsep Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping (Studi Kasus PT. CDB)," *JT : Jurnal Teknik*, vol. 11, no. 2, hlm. 80–92, 2022.
- [14] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, dan F. Nurprihatin, "The Impelementation of Lean Six Sigma Approach to Minimize Waste at a Food Manufacturing Industry," *Jurnal of Engineering Research*, vol. 13, no. 2, hlm. 1–6, 2024.
- [15] I. P. Widnyana, I. W. Ardiana, E. Wolok, dan T. Lasalewo, "Penerapan Diagram Fishbone dan Metode Kaizen untuk Menganalisa Gangguan pada Pelanggan PT. PLN (Persero) UP3 Gorontalo," *Jambura Industrial Review*, vol. 2, no. 1, hlm. 2022.
- [16] C. Ramadhanti, I. Pramestiana, dan S. Nurulita, "Analisis Penerapan Lean Warehouse untuk Meminimalisir Waste Menggunakan Value Stream Mapping dan Fishbone Diagram," *JITTER (Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan)*, vol. 9, no. 2, hlm. 190–196, 2023.
- [17] D. Maryadi, T. Tamalika, M. Ardaysi, H. MZ, dan Azhari, "Improvement Performa Gudang Medium Mile dengan Menggunakan Value Stream Mapping Case Study: Warehouse Medium Mile di Kota Palembang," *Jurnal Ilmiah Manajemen, Bisnis dan Kewirausahaan*, vol. 3, no. 1, hlm. 40–48, 2023.
- [18] U. Sulung dan M. Muspawi, "Memahami Sumber Data Penelitian: Primer, Sekunder, dan Tersier," *Jurnal Edu Research*, vol. 5, no. 3, hlm. 110–116, 2024.
- [19] S. A. Putra dan F. W. Abdul, "Model Penerapan Metode Lean Terhadap Produktivitas Pada Proses Pergudangan TahUN 2020 (Studi Kasus di PT. Lazada Gudang Sunter)," *Jurnal Manajemen Logistik*, vol. 1, no. 1, hlm. 116–125, 2021.
- [20] N. Rahdiana, A. Suhara, dan Arminas, *Analisis Perancangan Sistem Kerja Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Kanaka Media, 2020.
- [21] V. Devani dan N. Amalia, "Usulan Penerapan Lean Six Sigma Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Semen," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 16, no. 1, hlm. 62–73, 2021.
- [22] A. Purbasari, E. Sumarya, dan R. Mardhiyah, "Penerapan Metode Studi Waktu Dan Gerak Pada Proses Packing di PT. ABC," *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 2, hlm. 290–299, 2023.
- [23] A. Prasetyo dan E. P. Putri, "Perbaikan Fasilitas Kerja Area Finishing dengan Pendekatan Lean dan Metode MOST Guna Meningkatkan Produktivitas PT. XYZ," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, no. 6, hlm. 3354–3370, 2024.
- [24] M. N. Rasshif, P. A. Wicaksono, dan S. Hartini, "Desain Sustainable Value Stream Mapping Untuk Evaluasi Kinerja Keberlanjutan Perusahaan Obat," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 12, no. 4, hlm. 1, 2023.
- [25] A. M. Zulfikar dan T. Rachman, "Penerapan Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping untuk Identifikasi dan Minimasi 7 Waste Pada Proses Produksi Sepatu X di PT PAI," *Jurnal Inovisi*, vol. 16, no. 1, hlm. 13–24, 2020.