

Analisis Pemborosan Pada Proses Aliran Pergudangan PT. FLSmidth Indonesia dengan Metode *Lean Warehousing*

Adinda Laksmi Pratiwi

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Endang Pudji Widjajati

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Alamat: Jalan Raya Rungkut Madya No. 1 Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

Korespondensi penulis: adindalaksmipratiwi@gmail.com

Abstract. *PT. FLSmidth Indonesia still has various wasteful activities in the spare-part warehousing flow process. This study was conducted with the aim of knowing the kinds of waste that occur and the proposed improvements that can be given. The analysis in this study uses the lean warehousing method which consists of Waste Assessment Model (WAM), Value Stream Mapping (VSM), Value Stream Analysis Tools (VALSAT), and Fishbone Diagram. This study provides the results of the total percentage of important non-value-added activities and non-value-added activities is 50% or equivalent to the percentage of value-added activities, as well as a total lead time of 7448 minutes. After analyzing improvements using Process Activity Mapping (PAM) and fishbone diagrams, it was found that the percentage of value-added activities increased to 56% and the total lead time changed to 7648 minutes.*

Keywords: *Fishbone Diagram, Process Activity Mapping, Value Stream Mapping, Waste Assessment Model*

Abstrak. Pada PT.FLSmidth Indonesia, masih ditemukan berbagai aktivitas pemborosan pada proses aliran pergudangan *spare-part*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui macam-macam pemborosan yang terjadi dan usulan perbaikan yang dapat diberikan. Analisis pada penelitian ini menggunakan metode *lean warehousing* yang terdiri atas *Waste Assessment Model (WAM)*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)*, dan *Fishbone Diagram*. Penelitian ini memberikan hasil jumlah persentase aktivitas penting tidak bernilai tambah dan aktivitas tidak bernilai tambah adalah 50% atau setara dengan persentase aktivitas bernilai tambah, serta total *lead time* sebesar 7448 menit. Setelah dilakukan analisis perbaikan menggunakan *Process Activity Mapping (PAM)* dan *fishbone diagram* didapatkan peningkatan persentase aktivitas bernilai tambah menjadi 56% dan perubahan total *lead time* menjadi 7648 menit.

Kata kunci: *Fishbone Diagram, Process Activity Mapping, Value Stream Mapping, Waste Assessment Model*

LATAR BELAKANG

Pergudangan memiliki peran penting dalam kegiatan industri. Pergudangan berperan penting dalam penyimpanan barang atau material yang akan melalui proses lanjutan hingga menjadi barang jadi sesuai permintaan *customer*. *Lean warehousing* merupakan metode yang berasal dari konsep *lean*, di mana metode ini digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi dan mengupayakan perbaikan untuk menghilangkan *waste* tersebut. PT. FLSmidth Indonesia memberikan pelayanan penyediaan *service*, mesin-mesin, serta *spare-part* untuk memenuhi kebutuhan industri pertambangan dan mineral. Pergudangan PT. FLSmidth Indonesia berfungsi sebagai gudang penyimpanan *spare-part*. Ditemukan beberapa barang yang memiliki aliran *slow moving* di mana barang-barang tersebut sudah ada di gudang sejak tahun 2019, namun hingga saat ini masih belum ada aliran keluar atau pengiriman barang-

barang tersebut kepada *customer*. Jika tidak segera dilakukan upaya penyelesaian dan perbaikan, penyimpanan dengan jumlah berlebih dan terlalu lama dapat mengakibatkan gangguan pada kelancaran pelayanan dalam pengadaan *spare-part*. Sehingga tujuan yang diharapkan adalah meminimalkan pemborosan yang terjadi pada proses aliran pergudangan PT. FLSmidth Indonesia dengan menggunakan *lean warehousing* dan meningkatkan efisiensi waktu pada aktivitas pelayanan di gudang.

KAJIAN TEORITIS

Lean Warehousing

Lean warehousing diterapkan dengan menggunakan beberapa *tools*. *Lean warehousing* merupakan konsep untuk mengurangi *waste* pada seluruh aspek *supply chain*, yaitu bagian *upstream* maupun *downstream*. Penerapannya melibatkan seluruh pekerja, dilakukan secara sistemik untuk menghasilkan pengukuran perbaikan (Ibrahim & Prasetyawan, 2020). Berakar dari konsep *lean*, dalam buku *The Toyota Way*, disebutkan bahwa jenis-jenis pemborosan (*waste*) yang dapat dieliminasi dalam *lean warehousing* antara lain *overproduction*, *over-processing*, *excess inventory*, *unnecessary transportation*, *defect*, *unnecessary motion*, dan *waiting time* (Liker, 2004).

Value Added, Necessary Non Value Added, Non Value Added

Menurut (Hines & Taylor, 2000) terdapat tiga tipe aktivitas, yaitu *value added activity* (VA), *non value added activity* (NVA), dan *necessary non value added activity* (NNVA). Aktivitas VA adalah aktivitas yang menghasilkan barang atau jasa yang memiliki nilai tambah, aktivitas NVA adalah aktivitas yang tidak menghasilkan barang, jasa, maupun memiliki nilai tambah. Dan aktivitas NNVA adalah aktivitas yang tidak menghasilkan barang atau jasa namun perlu untuk dilakukan.

Value Stream Mapping (VSM) dan Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

Dalam menganalisis ketiga aktivitas di atas, dapat menggunakan *tool Value Stream Mapping* (VSM). VSM digunakan sebagai alat perbaikan oleh perusahaan yang membantu dalam memvisualisasikan aliran proses secara menyeluruh untuk merepresentasikan aliran material dan aliran informasi (Suryatman & Aprilia, 2022). VSM juga memiliki alat bantu dalam pemetaan untuk mengetahui penyebab *waste* terjadi pada suatu proses yang disebut dengan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) (Hines & Taylor, 2000). *Detail mapping tools* dipilih berdasarkan skornya yang paling tinggi (Azhra et al., 2020). Menurut (Pujani, 2019), terdapat macam-macam *detail mapping tools* adalah *Process Activity Mapping* (PAM), *Supply Chain Response Matrix* (SCRM), *Production Variety Funnel* (PVF), *Quality Filter Mapping*

(QFM), *Demand Amplification Mapping* (DAM), *Decision Point Analysis* (DPA), dan *Physical Structure* (PS).

Waste Assessment Model (WAM)

Analisis metode VSM dibantu dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM). Metode ini digunakan untuk mencari pemborosan yang terjadi serta hubungan di antara ketujuh pemborosan tersebut (Rawabdeh, 2005). Dua tahapan yang harus dikerjakan dalam WAM adalah menentukan hubungan dari tujuh pemborosan (*Seven Waste Relationship/SWR*) serta *waste matrix value*-nya dan mengelompokkan pemborosan yang terjadi berdasarkan faktor-faktor penyebabnya (*man, method, machine, dan material*).

Fishbone Diagram

Untuk mengetahui faktor penyebab pemborosan secara detail dapat menggunakan analisis *fishbone diagram* atau diagram sebab akibat. Dikatakan demikian karena menunjukkan hubungan sebab akibat yang berkaitan dengan pengendalian proses statistikal, diagram ini digunakan untuk menunjukkan faktor (sebab) dan hasil (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab tersebut (Murnawan & Mustofa, 2014).

METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan melakukan observasi dan wawancara di Pergudangan PT. FLSmidth Indonesia pada bulan Mei 2023. Interaksi yang terjadi saat penelitian berlangsung antara peneliti, supervisor gudang, karyawan, dan operator yang totalnya berjumlah 5 orang. Penelitian dilakukan secara kuantitatif dengan melakukan pengumpulan data yang diperlukan kemudian diolah sesuai metode yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Data Informasi Waktu Aliran Pergudangan

Berdasarkan hasil pengamatan aktivitas, didapatkan *lead time* seperti tabel berikut.

Tabel 1. Data Informasi Waktu Aliran Pergudangan

No	Aktivitas	Waktu (Menit)
1	Penerimaan order dari <i>customer</i>	5
2	Pengecekan stok <i>spare-part</i> di <i>supplier</i>	5
3	Pembuatan PO	7
4	Pembuatan <i>pick-up notification</i>	6
5	Melakukan <i>arrange</i> dengan vendor	15
6	Menunggu proses <i>shipment</i> dan <i>billing</i>	7200
7	Menunggu proses <i>unloading</i> dan pemeriksaan SPPB di bea cukai	150
8	Menunggu proses <i>loading spare-part</i>	17

9	Pengiriman <i>spare-part</i> ke gudang	50
10	Menunggu pengiriman <i>spare-part</i>	60
11	Penerimaan <i>spare-part</i> dan penyerahan <i>shipping documents</i> dari vendor	5
12	Persiapan <i>forklift</i>	5
13	Proses <i>unloading spare-part</i>	7
14	Mengangkut <i>spare-part</i> ke rak penyimpanan atau <i>pallet</i>	24
15	Pengecekan PoD dengan data sistem	5
16	Persiapan <i>forklift</i>	5
17	Mengangkut <i>spare-part</i> ke lokasi pengemasan	19
18	Membongkar kemasan <i>spare-part</i>	19
19	Proses <i>quality control</i>	14
20	Proses pengemasan <i>spare-part</i>	23
21	Mengatur jadwal pengiriman dengan vendor	10
22	Pembuatan DO	10
23	Menunggu truk pengiriman datang	30
24	Persiapan <i>forklift</i>	5
25	Persiapan truk	10
26	Menunggu persiapan truk	15
27	Proses <i>loading spare-part</i>	7
28	Penyerahan DO ke vendor	5
29	Menunggu pengecekan DO oleh vendor	5
30	Validasi pengiriman <i>spare-part</i> ke pusat dan <i>customer</i>	10
TOTAL		7748

Perhitungan Waste Assessment (WAM)

Tahapan dalam perhitungan WAM adalah hasil kuesioner tujuh pemborosan, SWR, WAQ, dan WAM. Kuesioner WAM berisi 31 pertanyaan mengenai hubungan antar pemborosan. Berdasarkan hasil kuesioner yang didapat dari seluruh karyawan yang bertugas di gudang, adapun hasil dari kuesionernya seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Kuesioner WAM

Hubungan Antar Pemborosan	Jawaban					
	1	2	3	4	5	6
O_I	a	a	b	c	e	B
O_M	c	b	a	c	e	B
...						
W_I	c	b	b	c	f	B
W_D	c	c	c	b	e	B

1. SWR

Pada tahap ini dihitung hubungan masing-masing jenis pemborosan menggunakan kuesioner dan pembobotan jawaban. Setiap jenis pemborosan dapat saling memengaruhi terhadap jenis pemborosan lainnya. Pengaruh antar pemborosan terlihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Kuesioner WAQ

No.	Pertanyaan	R1	R2	R3	R4	R5	Rata-rata
Kategori (1)							
1	<i>To Motion</i>	1	1	1	0	1	0,8
2	<i>From Motion</i>	1	1	1	1	1	1
3	<i>From Defect</i>	1	1	0,5	1	0,5	0,8
...							
Kategori (4)							
66	<i>From Over-purchase</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
67	<i>From Over-Processing</i>	0	0	0,5	0,5	0,5	0,3
68	<i>From Defect</i>	1	1	1	1	1	1

Singkatan huruf awalan tujuh pemborosan digunakan sebagai penilaian, yaitu O = *overproduction*, I = *inventory*, D = *defects*, M = *unnecessary motion*, P = *process*, T = *unnecessary transportation* dan W = *waiting*. Contohnya adalah P_O menunjukkan efek langsung dari *over-processing* kepada *over-purchase*. Skor keterkaitan antar pemborosan dapat dikonversikan dengan setiap huruf merepresentasikan range skor. (A = 17-20 perlu dilakukan perbaikan; E = 13-16 sangat penting untuk dilakukan perbaikan; I = 9-12 penting untuk dilakukan perbaikan; O = 5-8 tidak penting untuk dilakukan perbaikan; U = 1-4 sangat tidak penting untuk dilakukan perbaikan).

2. WRM

Tahapan WRM dilakukan dengan mengubah bobot SWR dan disubstitusikan ke WRM. Format tabel dalam penyusunan WRM dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Relasi Antar Pemborosan

Relasi Antar Pemborosan	Score	Relasi
O I	12	I
O M	9	I
...		
W O	10	I
W D	5	O

Tabel 5. Tabel WRM

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

Pada Tabel 5, huruf F menunjukkan “from” dan huruf T menunjukkan “to”. Pemahaman yang mudah dimengerti dilakukan dengan menggunakan konversi skor hubungan antar tujuh pemborosan (Tabel 4) menjadi huruf seperti di Tabel 5 dengan pedoman pada subbab SWR.

Tabel 6. *Waste Matrix Value* Proses Aliran Pergudangan

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Score	%
O	10	12	12	9	9	0	12	64	16,89
I	9	10	7	10	12	9	0	57	15,04
D	9	18	10	10	10	0	13	70	18,47
M	0	10	10	10	0	4	15	49	12,93
T	9	12	10	14	10	0	15	70	18,47
P	2	2	7	6	0	10	10	37	9,76
W	10	7	5	0	0	0	10	32	8,44
Score	49	71	61	59	41	23	75	379	100
%	12,93	18,73	16,09	15,57	10,82	6,07	19,7%	100	

3. WAQ

Pada tahapan WAQ, hasil kuesioner yang didapatkan berasal dari 68 pertanyaan dengan 3 bobot Ya, Sedang, Tidak masing-masing bernilai 1, 0.5, 0. 68 pertanyaan tersebut diklasifikasikan menjadi 4 kelompok yaitu manusia, metode, mesin, dan material. Langkah yang harus dilakukan pertama kali adalah mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan kuesioner berdasarkan “from” dan “to”. Selanjutnya hasil dari perhitungan WAQ tertera pada tabel di bawah. dari tiap jenis pemborosan pada tabel di samping dan di bawah.

Tabel 7. Pengelompokan Jenis Pertanyaan

No.	Jenis Pertanyaan	Total (Ni)
1	<i>From Over-purchase</i>	3
2	<i>From Inventory</i>	6
3	<i>From defects</i>	8
4	<i>From unnecessary transportation</i>	4
5	<i>From unnecessary motion</i>	11
6	<i>From Over-processing</i>	7
7	<i>From waiting</i>	8
8	<i>To defects</i>	4
9	<i>To unnecessary motion</i>	9
10	<i>To unnecessary transportation</i>	3
11	<i>To waiting</i>	5
Total		68

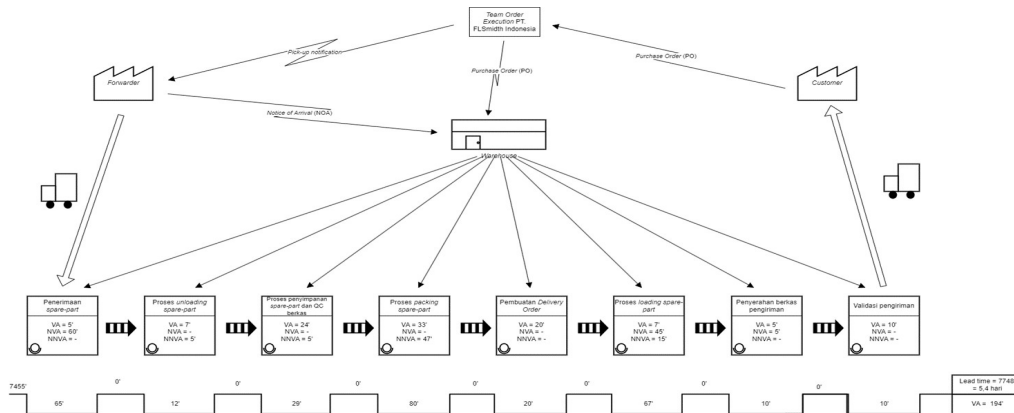
Tabel 8. Hasil Perhitungan *Waste Assessment*

Keterangan	O	I	D	M	T	P	W
Yj	0,68	0,70	0,70	0,71	0,70	0,69	0,71
Pj Faktor	218,39	281,70	297,18	201,32	199,85	59,24	167,03
Yj Final	149,33	196,68	207,91	143,03	139,10	41,02	118,62
Final Result (%)	15%	20%	21%	14%	14%	4%	12%
Rank	3	2	1	4	5	7	6

Dari Tabel 8 didapatkan perhitungan *waste assessment* pada proses aliran pergudangan dengan urutan *waste* tertinggi sampai terendah dengan persentase masing-masing adalah *defect* sebesar 21%, *inventory* sebesar 20%, *over-purchase* sebesar 15%, *unnecessary motion* sebesar 14%, *unnecessary transportation* sebesar 14%, *waiting time* sebesar 12% dan *over-processing* sebesar 4%.

Pembuatan Current VSM

Dari data pada aliran informasi proses aliran pergudangan dituangkan dalam *value stream mapping*. Diberikan penjelasan mengenai kondisi yang terjadi pada aliran pergudangan untuk pengadaan spare-part mulai dari pemesanan hingga *spare-part* sampai ke customer. Dari *current value stream mapping*, diketahui waktu perhitungannya adalah sebagai berikut: Total waktu proses aliran pergudangan (LT)= 7628 menit = 5,3 hari (pembulatan ke bawah menjadi 5 hari).



Gambar 1. Current VSM Proses Aliran Pergudangan

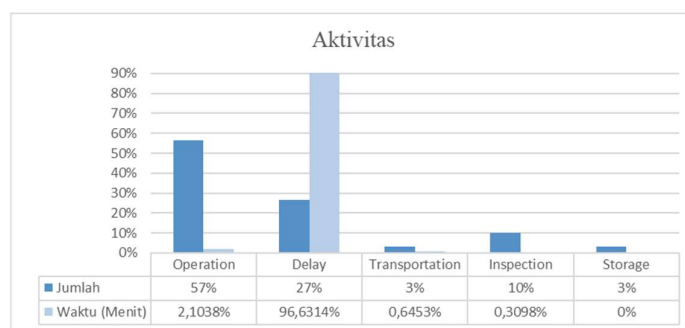
Analisis VALSAT dan PAM

Analisis VALSAT dipakai untuk membantu menentukan *detail mapping tools* yang berfokus pada nilai tambah untuk mengetahui penyebab pemborosan yang terjadi pada suatu proses. Tahapannya dilakukan dengan memasukkan bobot pemborosan yang berasal dari persentase Yj final dari tabel *waste assessment* yang dikalikan dengan bobot korelasi masing-masing *detail mapping tools*. Selanjutnya menghitung total nilai dari semua *detail mapping tools* untuk mengetahui *tool* dengan nilai tertinggi yang akan digunakan dalam analisis perbaikan. Didapatkan *tool* PAM dengan nilai tertinggi, yaitu 4,9323.

Tabel 9. Hasil Perhitungan VALSAT

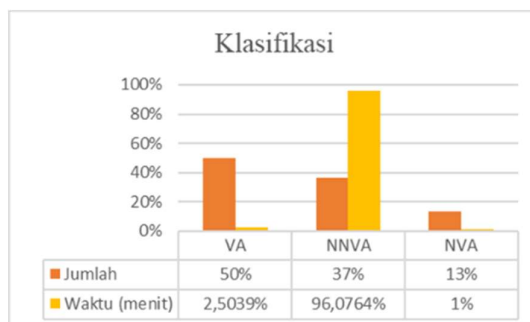
Wastes	Bobot	Mapping Tools						
		PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Over-purchase	0,15	0,15	0,45		0,15	0,45	0,45	
Waiting	0,12	1,07	1,07	0,12		0,36	0,36	
Transportation	0,14	1,25			0,14			0,14
Over-processing	0,04	0,37		0,12			0,04	0,00
Inventory	0,20	0,59	1,77	0,59		1,77	0,59	0,20
Motion	0,14	1,29	0,43					
Defects	0,21	0,21			1,87			
Total		4,92	3,71	0,83	2,16	2,57	1,43	0,34
Rank		1	2	6	5	3	4	7

Pada analisis PAM, terdapat dua tahapan untuk melakukan perbandingan. Yang pertama adalah dengan menentukan frekuensi dan waktu tiap aktivitas berdasarkan lima kategori (*operation, inspection, delay, transportation, dan storage*). Yang kedua adalah dengan menentukan frekuensi dan waktu tiap aktivitas berdasarkan tiga tipe aktivitas (*VA, NNVA, dan NVA*).



Gambar 2. Persentase Frekuensi dan Waktu Tiap Aktivitas 5 Kategori

Berdasarkan grafik di atas, didapatkan persentase frekuensi dan waktu tiap aktivitas berdasarkan pengelompokan 5 aktivitas yang terdiri dari frekuensi *operation* sebesar 57% dengan waktu sebesar 2,1%, frekuensi *delay* sebesar 27% dengan waktu sebesar 96,6%, frekuensi *transportation* sebesar 3% dengan waktu 0,6%, frekuensi *inspection* sebesar 10% dengan waktu sebesar 0,3%, serta frekuensi *storage* sebesar 3% dengan waktu sebesar 0%.

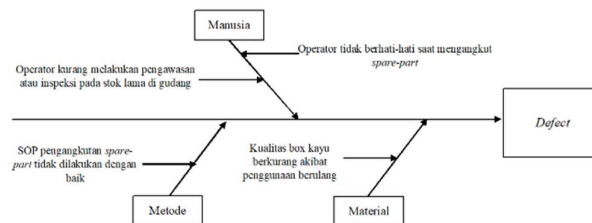


Gambar 3. Persentase Frekuensi dan Waktu Tiap Aktivitas

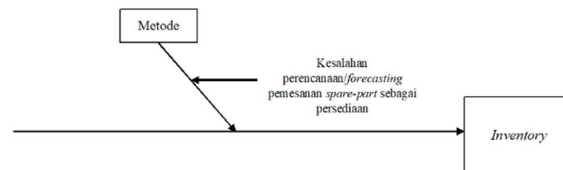
Berdasarkan grafik di atas, didapatkan persentase frekuensi dan waktu tiap aktivitas berdasarkan pengelompokan tipe aktivitas yang terdiri dari aktivitas *value added* frekuensi sebesar 50% dengan waktu sebesar 2,5%, aktivitas *necessary non value added* frekuensi sebesar 37% dengan waktu sebesar 96,1%, dan aktivitas *non value added* frekuensi sebesar 13% dengan waktu sebesar 1%. Dari hasil tersebut diketahui bahwa aktivitas *value added* sudah mencakup sebagian dari proses aliran pergudangan, namun persentase waktunya harus ditingkatkan dengan menghilangkan atau menggabungkan aktivitas *necessary non value added*.

Analisis *Fishbone Diagram*

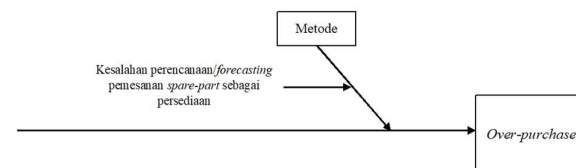
Analisis *fishbone diagram* digunakan untuk menunjukkan apa penyebab dan akibat yang ditimbulkan dari pemborosan pada proses aliran pergudangan, sehingga dapat ditentukan rekomendasi usulan perbaikannya. Akan ditampilkan *fishbone diagram* untuk tiga jenis pemborosan tertinggi (*defect, inventory, dan over-purchase*).



Gambar 4. *Fishbone Diagram Defect*



Gambar 5. *Fishbone Diagram Inventory*



Gambar 6. *Fishbone Diagram Over-purchase*

Dari ketiga *fishbone diagram* di atas, diketahui faktor yang mempengaruhi tingkat pemborosan pada proses aliran pergudangan antara lain faktor manusia, metode, material, dan lingkungan.

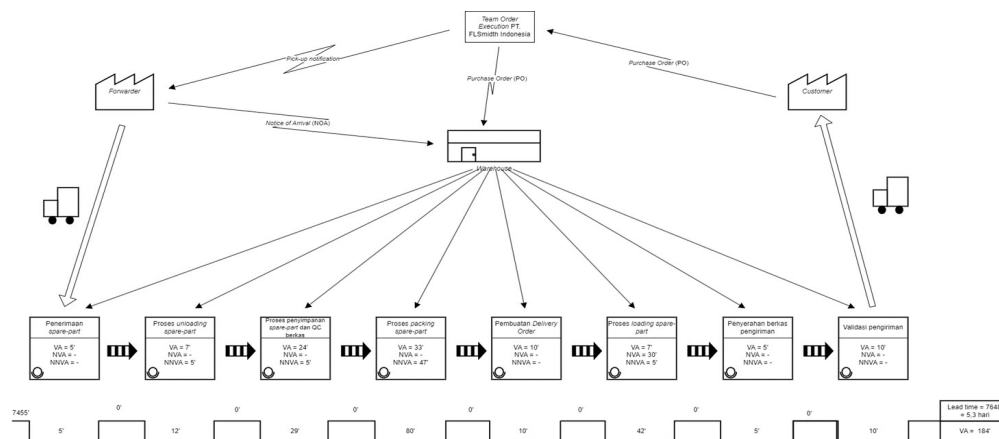
Pembuatan *Future VSM*

Pada subbab Analisis VALSAT dan PAM, telah dijelaskan diketahui persentase frekuensi dan waktu pada proses aliran pergudangan. Berdasarkan hasil analisis PAM, ditemukan 4 aktivitas NVA berupa waktu menunggu atau *delay*. Dari permasalahan di atas, akan difokuskan untuk menekan atau mengurangi *lead time* proses aliran pergudangan dengan menggabungkan beberapa aktivitas yang memungkinkan untuk digabung. Berikut hasil perbaikan untuk proses aliran pergudangan di PT. FLSmidth Indonesia:

Tabel 10. Penyesuaian Waktu Proses Aliran Pergudangan

No.	Uraian Proses	Sebelum Perbaikan (menit)	Sesudah Perbaikan (menit)
1	Menunggu pengiriman <i>spare-part</i> ke gudang (NVA)	60	0
2	Mengatur jadwal pengiriman (VA)	10	0
3	Persiapan truk (NNVA)	10	0
4	Menunggu persiapan truk (NVA)	15	0
5	Menunggu pengecekan DO oleh vendor (NVA)	5	0
Total		100	0

Pemetaan lebih detail dapat dilihat pada *future VSM* berikut.



Gambar 7. *Future VSM*

Tabel 11. Perhitungan Jumlah dan Waktu Aktivitas Sesudah Perbaikan

No.	Klasifikasi	Jumlah	Waktu (menit)
1	VA	14	184
2	NNVA	10	7434
3	NVA	1	30
Total		25	7648

Setelah didapatkan perhitungan waktu sesudah perbaikan, maka tahap selanjutnya adalah membandingkan waktu awal dan waktu sesudah perbaikan yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 12. Perbandingan Total Waktu Proses Aliran Pergudangan

Waktu Sebelum Perbaikan	Waktu Setelah Perbaikan
7748 menit	7648 menit

5,4 hari

5,3 hari

Perhitungan persentase frekuensi dan waktu aktivitas setelah perbaikan adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Persentase Frekuensi dan Waktu Aktivitas Perbaikan

No.	Klasifikasi	Jumlah	%	Waktu (menit)	%
1	VA	14	56	184	2,4059
2	NNVA	10	40	7434	97,201
3	NVA	1	4	30	0,3923
Total		25	100	7648	100

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan peringkat *waste* pada proses aliran pergudangan, diketahui tiga *waste* dengan peringkat tertinggi adalah *defect* sebesar 21%, *inventory* sebesar 20%, dan *over-purchase* sebesar 15%. Berdasarkan analisis *fishbone diagram*, terdapat 3 dari 6 faktor yang menyebabkan ketiga pemborosan tersebut, yaitu faktor manusia, metode, dan material. Pada proses aliran pergudangan terdapat 30 aktivitas yang terdiri atas: 17 aktivitas *operation*, 8 aktivitas *delay*, 3 aktivitas *inspection*, dan 1 aktivitas untuk masing-masing *transportation* dan *storage*. Serta terdiri atas: 15 aktivitas *value added*, 11 aktivitas *necessary non value added*, dan 4 aktivitas *non value added*. *Lead time* awal adalah sebesar 7748 menit atau 5,4 hari (pembulatan ke atas). Dengan menggunakan tool PAM, penyesuaian *lead time* berkurang sebanyak 100 menit dengan menghilangkan 3 aktivitas *non value added*, menghilangkan 1 aktivitas *necessary non value added*, dan menggabungkan 2 aktivitas *value added*. Sehingga pada analisis perbaikan terdapat 25 aktivitas dengan *lead time* sebesar 7648 menit atau 5,3 hari. Meskipun tidak terdapat peningkatan yang signifikan, saran perbaikan ini mampu mengurangi 3 dari 4 aktivitas *non value added* pada proses aliran pergudangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada keluarga atas dukungan doa dan semangatnya dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing tugas akhir Ibu Ir. Endang Pudji Widjajti, MMT. yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini. Dan ucapan terima kasih terakhir penulis sampaikan kepada Pergudangan PT. FLSmidth Indonesia yang telah bersedia menjadi objek penelitian dan bekerja sama dalam menyediakan informasi yang dibutuhkan.

DAFTAR REFERENSI

Azhra, F. H., Awandani, H., & Ibrahim, F. (2020). Penerapan Lean Thinking dengan Metode

- Value Stream Mapping dan Analisis VALSAT untuk Mengurangi Waste pada Komponen Closer Body Steel. *PROSIDING INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE (IEC) 2020*, 188–194. <http://eprints.upnyk.ac.id/id/eprint/23995>
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean* (Text Matters (ed.)). Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School.
- Ibrahim, N. G., & Prasetyawan, Y. (2020). Evaluasi Pergudangan dengan Pendekatan Lean Warehousing dan Linear Programming. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 278–283. <http://ejournal.its.ac.id/>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036/0071392319>
- Murnawan, H., & Mustofa. (2014). EVALUASI PRODUKTIVITAS DENGAN METODE FISHBONE DI PERUSAHAAN PERCETAKAN KEMASAN PT . X Latar belakang Masalah. *Jurnal Teknik Industri HEURISTIC*, 11(1), 27–46.
- Naziiah, A., Arifin, J., & Nugraha, B. (2022). Identifikasi Waste Menggunakan Waste Assessment Model (WAM) di Warehouse Raw Material PT . XYZ Identification of Waste Using Waste Assessment Model (WAM) in the Warehouse Raw Material PT . XYZ. 6(1), 30–40. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i1.1599>
- Pujani, N. P. V. (2019). Penerapan Lean Manufacturing untuk Mengurangi Waste pada Proses Produksi (Tiang Post) Produk Guardrail di PT. XXX. *Jurnal Ilmu Manajemen Dan Akuntansi Terapan (JIMAT)*, 10(November), 81–99. <http://eprints.upnyk.ac.id/id/eprint/23995>
- Purnomo, A. (2018). Analisis Penerapan Lean Warehouse untuk Minimasi Waste pada Warehouse Cakung PT Pos Logistik Indonesia. *Jurnal Logistik Bisnis*, 10(2), 4–16.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(8), 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Suryatman, T. H., & Aprilia, E. C. (2022). Meminimasi Waste Pada Proses Fabrikasi Struktur Baja dengan Konsep Lean Manufacturing Menggunakan Metode Value Stream Mapping (Studi Kasus PT. CBD). *Jurnal Teknik FT UMT*, 11(02), 80–92.