

#### TUGAS AKHIR – TI 184833

# PENGEMBANGAN LEAN TOOL BERBASIS LEAN ASSESSMENT MATRIX SEBAGAI ALAT BANTU PADA IMPLEMENTASI LEAN WAREHOUSE

NILAMSARI NRP 0241 16 40000 030

#### **Dosen Pembimbing**

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. NIP. 197405081999032001

#### DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - TI184833

# PENGEMBANGAN LEAN TOOL BERBASIS LEAN ASSESSMENT MATRIX SEBAGAI ALAT BANTU PADA IMPLEMENTASI LEAN WAREHOUSE

NILAMSARI NRP 0241 16 40000 030

#### **Dosen Pembimbing**

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. NIP. 197405081999032001

#### DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2020



FINAL PROJECT – TI184833

# DEVELOPMENT LEAN TOOL BASED LEAN ASSESSMENT MATRIX AS A TOOL TO IMPLEMENTATION OF LEAN WAREHOUSE

NILAMSARI NRP 0241 16 40000 030

#### **Supervisor**

Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. NIP. 197405081999032001

#### SYSTEMS AND INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2020

#### **LEMBAR PENGESAHAN**

## PENGEMBANGAN LEAN TOOL BERBASIS LEAN ASSESSMENT MATRIX SEBAGAI ALAT BANTU PADA IMPLEMENTASI LEAN WAREHOUSE

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem dan Industri Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NILAMSARI NRP. 02411640000030

Mengetahui dan Menyetujui Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Putu Dana Karmingsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIP. 197405081999032001

AYN, AGUSTUS 2020

## PENGEMBANGAN LEAN TOOL BERBASIS LEAN ASSESSMENT MATRIX SEBAGAI ALAT BANTU PADA IMPLEMENTASI LEAN WAREHOUSE

Nama Mahasiswa : Nilamsari

NRP : 02411640000030

Departemen : Teknik Sistem dan Industri FTIRS-ITS

Dosen Pembimbing: Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.

#### **ABSTRAK**

Gudang berkontribusi sebesar 30% sampai dengan 50% dari biaya rantai pasok pada sebagian besar perusahaan. Faktanya, dari total waktu siklus pemesanan, hanya 37,9% digunakan untuk bekerja, sementara 6% terbuang akibat masalah komputer, menunggu peralatan, dan lain-lain. Kegiatan yang tidak efisien pada gudang merupakan waste. Waste dapat direduksi atau dihilangkan dengan cara menerapkan lean warehouse. Saat ini, tool yang spesifik untuk mendukung implementasi lean warehouse masih sedikit, terutama tool yang terintegrasi mulai dari identifikasi waste hingga rekomendasi perbaikan. Sehingga pada penelitian ini mengusulkan sebuah tool yaitu Lean Matrix for Warehouse (LMW) yang dapat membantu perusahaan secara komprehensif ketika menerapkan lean warehouse dengan mengintegrasikan matriks prioritas dan matriks area yang terdapat pada metode Genba Shikumi ke dalam Lean Assessment Matrix. LMW terdiri dari Lean Matrix 1 dan Lean Matrix 2. Lean Matrix 1 digunakan untuk mengidentifikasi area kritis yang merupakan lokasi terjadi waste. Sedangkan Lean Matrix 2 digunakan untuk memberikan usulan rekomendasi perbaikan beserta peringkat untuk mengeliminasi akar penyebab waste dari area kritis yang terpilih pada Lean Matrix 1. LMW kemudian diaplikasikan untuk membuat rekomendasi perbaikan warehouse di sebuah perusahaan yang merupakan studi kasus di penelitian terdahulu. Hasil aplikasi LMW, menunjukkan satu waste elimination action dapat mengeliminasi dua akar penyebab waste. Waste elimination action yang diprioritaskan adalah melakukan *monitoring* dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi bugs. Jika rekomendasi perbaikan tersebut diimplementasikan, maka akan membawa peningkatan pada manajemen kinerja dan proses dengan potensi penghematan sebesar 6-14%. Penghematan juga didapatkan dari hilangnya proses *cover* jumbo *bag* dengan pengurangan biaya sebesar RP. 199.800.000/tahun.

**Kata Kunci:** Genba Shikumi, Lean Assessment Matrix, Lean Warehouse, Pengembangan Lean Tool, Waste.

### DEVELOPMENT LEAN TOOL BASED LEAN ASSESSMENT MATRIX AS A TOOL TO IMPLEMENTATION OF LEAN WAREHOUSE

Name of Student : Nilamsari

NRP : 02411640000030

Department : Industrial and System Engineering FTIRS-ITS Supervisor : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D.

#### **ABSTRACT**

Warehouse contributes approximately 30% to 50% of most company supply chain costs. Based on the finding of the previous study, stated that total order cycle time only 37.9% is used for value-added activities, while 6% is non-value added activities due to computer problems, waiting for equipment, and the others. All nonvalue-added or inefficient activities in the warehouse can be classified as waste. Waste can be reduced or eliminated by implementing a lean warehouse. At the moment, a tool that can support lean warehouse implementation is very few, especially integrated tools which include waste identification until suggest an improvement. This research proposes a tool, which is called Lean Matrix for Warehouse (LMW) that provides a comprehensive tool to assist a company when applying lean warehouse. LMW integrates priority matrix and area matrix which is proposed in the Genba Shikumi method into the Lean Assessment Matrix that has been proposed by previous research. LMW consists of Lean Matrix 1 and Lean Matrix 2. Lean Matrix 1 is used to identify critical areas where waste is occurring. Lean Matrix 2 is used to propose recommendations for corrective action along with ranking to eliminate the root causes of selected waste from critical areas in lean matrix 1. LMW is then applied to create recommendations for warehouse improvement in a company which is a case study in previous research. The results of the LMW application, show that one waste elimination action can excrete two root causes of waste. The prioritized waste elimination action is conducting proper monitoring and control for the number of bug populations. If the improvement recommendations are implemented, it will bring enhancements to performance and process management with potential savings of 6-14%. Savings can also be obtained from the loss of the jumbo bag cover process with a cost reduction of Rp. 199,800,000/year.

**Keywords:** Development Tool for Lean, Genba Shikumi, Lean Assessment Matrix, Lean Warehouse, Waste.

#### KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir berjudul "Pengembangan *Lean Tool* Berbasis *Lean Assessment Matrix* Sebagai Alat Bantu pada Implementasi *Lean Warehouse*" dengan lancar dan tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada program studi S-1 Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang mendukung penyelesaian laporan ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- 1. Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, nasihat, dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
- 2. Bapak Nirwan M Andriawan yang telah membantu dalam pengisian kuisioner, memberikan kesempatan, bantuan, dan bimbingan dalam proses pengambilan data di perusahaan.
- 3. Bapak Dr. Ir. Mokh. Suef, M.Sc. (Eng), Ibu Nani Kurniati, S.T., M.T., dan Ibu Retno Widyaningrum, S.T., M.T., M.B.A., Ph.D. selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah banyak memberikan saran dan masukan untuk perbaikan Tugas Akhir ini.
- 4. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E, Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Segenap dosen dan karyawan Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS yang telah banyak memberikan pelajaran dan pengalaman bagi penulis selama menempuh studi di Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
- 6. Kedua orang tua penulis dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis.

7. Semua pihak yang terlibat dan telah membantu dalam pengerjaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka dengan kritik dan saran yang diberikan demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan seluruh pihak yang membaca. Sekian yang dapat penulis sampaikan, akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

#### **DAFTAR ISI**

LEMBA	AR P	ENGESAHAN	i
ABSTR	RAK.		iii
ABSTR	RACT	7	v
KATA	PEN	GANTAR	vii
DAFTA	AR IS	I	ix
DAFTA	AR TA	ABEL	xi
DAFTA	AR G	AMBAR	XV
BAB I	PENI	DAHULUAN	1
1.1	Lat	ar Belakang	1
1.2	Rur	nusan Masalah	7
1.3	Tuj	uan Penelitian	7
1.4	Ma	nfaat Penelitian	8
1.5	Rua	ang Lingkup Penelitian	8
1.5	.1	Batasan	8
1.5	.2	Asumsi	8
1.6	Sist	ematika Penulisan	8
BAB II	I TIN	JAUAN PUSTAKA	11
2.1	Wa	rehouse	11
2.1	.1	Aktivitas Gudang	11
2.1	.2	Tipe-Tipe Gudang	13
2.1	.3	Manajemen Gudang	14
2.1	.4	Sistem Penyimpanan	14
2.2	Lea	n Warehouse	16
2.2	.1	Tipe-Tipe Aktivitas	17
2.2	2	Waste dalam Konsep Lean Warehouse	17
2.3	Wa	rehouse Performance	20
2.4	Ger	ıba Shikumi	27
2.5	Lea	n Assessment Matrix	31
2.5	.1	Lean Matrix 1	31
2.5	.2	Lean Matrix 2	36

2.6	Penelitian Terdahulu	37
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1	Pengembangan Model	44
3.2	Aplikasi Model di Perusahaan	46
3.2	1 Identifikasi Waste Awal dan Penyebabnya	46
3.2	2 Identifikasi Waste Kritis dan Area Kritis	49
3.2	3 Penyusunan Alternatif Perbaikan	50
3.3	Kesimpulan dan Saran	52
BAB IV	PENGEMBANGAN MODEL	53
4.1	Pengembangan Tool.	53
4.2	Modifikasi <i>Lean Matrix</i>	54
BAB V	STUDI KASUS APLIKASI PENGEMBANGAN TOOL	61
5.1	Profil Perusahaan	61
5.2	Pengolahan Data	61
5.3	Aplikasi Pengembangan Tool	62
5.3	1 Lean Matrix 1	63
5.3	2 Lean Matrix 2	93
5.4	Action Plan Waste Elimination Action yang diprioritaskan	106
5.5	Perbandingan Implementasi Lean Warehouse Andriawan (2	2018) dengan
Imple	mentasi Pengembangan Tool	107
BAB V	I KESIMPULAN DAN SARAN	111
6.1	Kesimpulan	111
6.2	Saran	112
DAFTA	R PUSTAKA	113
LAMPI	RAN	xvii
RIOGR	AFI PENTILIS	vvviv

#### **DAFTAR TABEL**

Tabel 1. 1 Keuntungan Penerapan <i>Lean</i> dalam Sistem Gudang	3
Tabel 1. 2 Potensi Area Peningkatan pada Lean Warehouse	3
Tabel 1. 3 Lean Tools and Methods Classification	4
Tabel 1. 4 Kombinasi Alat Lean pada Penelitian Lean Warehouse	5
Tabel 2. 1 Tujuh <i>Waste</i> di Manufaktur	18
Tabel 2. 2 Terjemahan Tujuh Waste dalam Konteks Warehouse	19
Tabel 2. 3 Indikator Waktu Gudang	20
Tabel 2. 4 Definisi Indikator Waktu	21
Tabel 2. 5 Indikator Kualitas Gudang	22
Tabel 2. 6 Definisi Indikator Kualitas	23
Tabel 2. 7 Indikator Biaya Gudang	24
Tabel 2. 8 Definisi Indikator Biaya	25
Tabel 2. 9 Indikator Produktivitas Gudang	25
Tabel 2. 10 Definisi Indikator Produktivitas	26
Tabel 2. 11 Matriks Muda	27
Tabel 2. 12 Contoh Pehitungan Matriks Muda	28
Tabel 2. 13 Matriks Korelasi	28
Tabel 2. 14 Contoh Perhitungan Matriks Korelasi	29
Tabel 2. 15 Matriks Prioritas	29
Tabel 2. 16 Contoh Perhitungan Matriks Prioritas	30
Tabel 2. 17 Matriks Area	30
Tabel 2. 18 Contoh Perhitungan Matriks Area	31
Tabel 2. 19 Kuisioner Keterkaitan antar Waste	32
Tabel 2. 20 Nilai Konversi Keterkaitan antar Waste	33
Tabel 2. 21 Contoh Waste Relationship Matrix	33
Tabel 2. 22 Contoh Waste Relationship Matrix dalam Konversi Angka	34
Tabel 2. 23 Panduan Tabel <i>Lean Matrix</i> 1	35
Tabel 2. 24 Panduan Tabel <i>Lean Matrix</i> 2	37
Tabel 2. 25 Penelitian Terdahulu	38
Tabel 2 26 Perhandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian ini	40

Tabel 4. 1 Komponen Model Pengembangan $Tool$ Berdasarkan GS dan LAM	53
Tabel 4. 2 Modifikasi <i>Lean Matrix</i> 1	58
Tabel 4. 3 Modifikasi <i>Lean Matrix</i> 2	59
Tabel 5. 1 SIPOC End to End Aliran Proses Warehouse Finished C	300ds
Powder	63
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Value Stream Mapping	69
Tabel 5. 3 PAM pada Internal Warehouse Finished Goods Powder	70
Tabel 5. 4 PAM pada External Warehouse Finished Goods Powder	71
Tabel 5. 5 Rekapitulasi PAM pada Internal Warehouse Finished Goods Powe	der74
Tabel 5. 6 Rekapitulasi PAM pada Eksternal Warehouse Finished Goods Po	wder
	75
Tabel 5. 7 Identifikasi Waste Berdasarkan Hasil PAM	76
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Jenis Aktivitas Waste	77
Tabel 5. 9 Metode 5 Why's untuk Kategori Waste Overprocessing	78
Tabel 5. 10 Metode 5 Why's untuk Kategori Waste Transportation	80
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Akar Penyebab Waste	82
Tabel 5. 12 Hasil Kuisioner Waste Relationship	82
Tabel 5. 13 Waste Relationship Matrix	83
Tabel 5. 14 Waste Matrix Value	84
Tabel 5. 15 Nilai Relasi Aktivitas Waste dengan Akar Penyebab Waste	85
Tabel 5. 16 Kriteria Penilaian Occurrence	86
Tabel 5. 17 Hasil Nilai Occurrence	86
Tabel 5. 18 Sub Indikator yang Dipilih Perusahaan	87
Tabel 5. 19 Penilaian terhadap Sub Indikator yang dipilih	87
Tabel 5. 20 Area Terjadinya Waste	88
Tabel 5. 21 Penilaian pada Masing-Masing Area	89
Tabel 5. 22 Lean Matrix 1	91
Tabel 5. 23 Area Kritis dan Akar Penyebab Waste Terpilih	94
Tabel 5. 24 Alternatif Rekomendasi Perbaikan	94
Tabel 5. 25 Rekapitulasi Waste Elimination Action	95

Tabel 5. 26 Perbandingan Alternatif Perbaikan Metode LMW dengan Penelitian
Andriawan (2018)
Tabel 5. 27 Efektivitas Waste Elimination Action
Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Nilai Efektivitas Total Waste Elimination Action
Tabel 5. 29 Kriteria Degree of Difficulty Performing Action
Tabel 5. 30 Hasil Penilaian Tingkat Kesulitan Waste Elimination Action 104
Tabel 5. 31 Hasil Perhitungan Rasio Total Efektivitas dan Tingkat Kesulitan 105
Tabel 5. 32 Hasil Prioritas Waste Elimination Action
Tabel 5. 33 Pemetaan <i>Lean Matrix</i> 2
Tabel 5. 34 Perbedaan Implementasi Lean Warehouse Andriawan (2018) dengan
LMW

#### **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. 1 Hubungan Nilai dan Biaya	2
Gambar 2. 1 Kegiatan Gudang secara Umum	11
Gambar 2. 2 Fungsi Gudang dalam Sistem Logistik	13
Gambar 2. 3 Lima Prinsip Utama <i>Lean Thinking</i>	16
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian Tugas Akhir	43
Gambar 5. 1 Value Stream Mapping Warehouse Finished Goods Powder	68
Gambar 5. 2 Fishbone Diagram Kegiatan Cover Jumbo Bag Finished Go	oods
Powder	79
Gambar 5. 3 Fishbone Diagram Warehouse External untuk Proses Fumigasi	81
Gambar 5. 4 Direct Waste Relationship	83
Gambar 5. 5 Pareto Chart of Area	93
Gambar 5. 6 Contoh SOP <i>Monitoring</i> Pengendalian <i>Bugs</i>	98

#### **BABI**

#### **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa hal yang akan menjadi dasar dalam penelitian Tugas Akhir, yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yang meliputi batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan.

#### 1.1 Latar Belakang

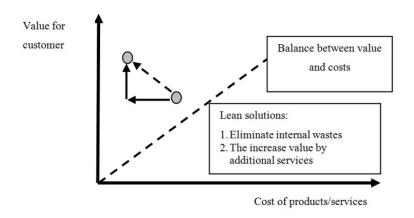
Gudang merupakan bagian penting dalam menajemen rantai pasok untuk membangun operasi logistik yang lancar dan efisien dalam sebuah perusahaan. Operasi logistik memainkan peranan penting dalam menentukan daya saing perusahaan, karena biaya logistik dianggap sebagai bagian penting dari keseluruhan biaya produksi. Gudang berkontribusi sebesar 30% sampai dengan 50% dari biaya rantai pasok pada sebagian besar perusahaan (Nyavie, 2015). Demikian pula, menurut Alan, et al. (2000), telah mencatat bahwa operasi gudang berkontribusi sekitar 2% sampai dengan 5% dari harga perjualan.

Nyavie (2015), juga mengungkapkan bahwa waktu siklus pemrosesan pesanan secara keseluruhan dari sebagian besar gudang tidak efisien. Faktanya, dari total waktu siklus pemesanan, hanya 37,9% digunakan untuk bekerja sementara 6% terbuang akibat masalah komputer, menunggu peralatan, dan lain-lain. Kegiatan lain yang tidak efisien pada gudang seperti mencari produk dengan waktu yang lama, lokasi produk di rak yang tidak sesuai, kesalahan dalam pengambilan barang, produk yang tertukar antara order yang satu dengan yang lain, dan lain-lain.

Kegiatan yang tidak efisien pada gudang merupakan *waste*, karena segala aktivitas tersebut tidak diperlukan dan tidak memberikan nilai tambah. Munculnya *waste* pada aktivitas pergudangan akan meningkatkan biaya yang harus dikeluarkan seperti biaya *overtime*, karena waktu yang diperlukan untuk memenuhi order lebih lama. Oleh karena itu, *waste* harus direduksi dan salah satu caranya adalah dengan menerapkan metode *lean*.

Titik kritis dari strategi *lean* adalah fokus pada nilai. Seringkali, penciptaan nilai diidentifikasi dengan pengurangan biaya (Anđelković, et al., 2017). Gambar 1.1 merupakan hubungan antara nilai dan biaya, dalam hal *lean production*. Mengubah fokus pada strategi *lean* dari mengurangi *waste* menjadi menciptakan nilai dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut, (Hines, et al., 2004):

- 1. Nilai diciptakan dengan menghilangkan *waste* internal dan kegiatan yang menyebabkan *waste*.
- 2. Nilai juga dapat ditingkatkan dengan manfaat tambahan yang penting bagi pelanggan, seperti waktu tunggu yang lebih singkat, tidak menimbulkan biaya tambahan, dan lain-lain.



Gambar 1. 1 Hubungan Nilai dan Biaya Sumber: (Anđelković, et al., 2017)

Pendekatan *lean* dalam gudang dikenal dengan *lean warehouse*, yang berupaya memaksimalkan penggunaan sumber daya gudang yang tersedia dan kegiatan, melalui pengurangan atau penghapusan *waste* dalam sistem logistik (Abushaikha, et al., 2018). Tabel 1.1 merupakan contoh aplikasi *lean* dari hasil penelitian, yang menunjukkan bahwa disamping produksi, pergudangan dapat menjadi area yang sempurna untuk menerapkan strategi *lean* dan mencapai hasil yang diharapkan.

Tabel 1. 1 Keuntungan Penerapan Lean dalam Sistem Gudang

Referensi	Keuntungan		
Cook et al. (2005)	71% penurunan <i>inbound cycle time</i> , 76% penurunan tingkat persediaan, dan ruang penyimpanan yang dibutuhkan berkurang 51%.		
Dehdari (2013)	Meningkatkan produktivitas gudang setidaknya 5%.		
Jaca et al. (2012)	9,34% peningkatan produktivitas gudang secara keseluruhan.		
Swank (2003)	Pengurangan 60% response time, pengurangan 28% labout cost, dan pengurangan 40% dari rework karena defect.		

Sumber: (Visser, 2014)

Penerapan *lean warehouse* juga membawa peningkatan dalam aspek internal maupun eksternal dari operasi gudang (Nofrimurti dan Oey, 2018). Tabel 1.2 merupakan rangkuman area peningkatan dan potensi penghematan dalam manajemen gudang.

Tabel 1. 2 Potensi Area Peningkatan pada Lean Warehouse

	Area Peningkatan	Bagaimana	Potensi Penghematan
	People	Meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas tenaga kerja	1 – 5%
Warehouse Internal	Proses	Mengurangi langkah penanganan untuk setiap produk antara penerimaan dan pengiriman.	4 – 9%
	Manajemen Kinerja	Memastikan peningkatan efisiensi yang berkelanjutan.	2 – 5%
	Layout	Mengoptimalkan struktur <i>layout</i> .	3 - 4%
Warehouse External	Interaksi dengan <i>third</i> party	Menyesuaikan persyaratan pemasok dan pelanggan dengan keterbatasan gudang.	0 – 4%
External	Ownership	Optimalkan kontrak penyedia layanan.	0-5%

Sumber: (Nofrimurti dan Oey, 2018)

Dari beberapa penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa gudang dan operasinya tidak hanya menjadi sumber biaya, tetapi juga sumber keunggulan kompetitif melalui tingkat layanan yang lebih tinggi. Implementasi *lean* pada gudang akan berkontribusi pada penambahan nilai dan biaya yang lebih rendah.

Secara umum, *lean tool* dapat diklasifikasikan ke dalam kategori sebagai berikut alat visualisasi (5S dan Pokayoke), *Just in Time tool* (kanban dan andon), alat perbaikan proses (*value stream mapping* dan *kaizen*), alat otomatisasi (jidoka), dan alat *leveling* produksi (heijunka, pergantian cepat, dan *takt time*). (Aljunaidi dan Ankrak, 2014)

Tabel 1. 3 Lean Tools and Methods Classification

Klasifikasi	Lean Tools and Methods
	5 Why's
	A3
A	Ishikawa diagram
Assessment	Process mapping
	Value Stream Mapping
	Gemba walking
	5S's
	Team approach to problem solving
	Spaghetti diagram
	Workload balancing
	Continuous flow
	Andon
	Rapid process improvements
1	events/Kaizen event
Improvement	Jidoka
	Pull system/Kanban
	One-piece-flow
	Mistake-proofing (Poka-yoke)
	Process redesign
	Production levelling (Heijunka)
	Physical work setting redesign
	Standardised work
Monitoring	Visual management
	DMAIC (Define-Measure-Analyse-
Assessment/Improvement/Monitoring	Improve-Control)
	PDCA (Plan-Do-Check-Action)

Sumber: (Holweg, et al., 2012)

Holweg, et al. (2012), juga mengklasifikasikan alat dan metode *lean* sesuai dengan tujuan yaitu *assessment, improvement*, dan *monitoring*. *Assessment tool* digunakan untuk meninjau proses dalam hal *waste* dengan melakukan pemetaan proses. *Improvement tool* digunakan untuk mendukung dan meningkatkan proses.

Sementara, *monitoring tool* digunakan untuk mengukur proses dari setiap perbaikan yang dilakukan. Tabel 1.3 merupakan klasifikasi *lean tools* dan metodenya.

Pada *lean warehouse*, banyak penelitian yang telah dilakukan dengan kombinasi alat *lean* yang berbeda. Namun, beberapa penelitian yang dilakukan belum mencakup tahap lengkap implementasi *lean*. Secara umum, menurut Gupta dan Jain (2013), implementasi *lean* terdiri dari empat tahap yaitu: (1) identifikasi *waste* yang terjadi pada suatu sistem, (2) menentukan jenis *waste* dan mencari akar penyebab *waste*, (3) mengembangkan rencana perbaikan untuk setiap *waste*, (4) menguji dan mengaplikasikan rencana perbaikan. Tabel 1.4 merupakan kombinasi alat *lean* pada penelitian *lean warehouse*.

Tabel 1. 4 Kombinasi Alat Lean pada Penelitian Lean Warehouse

Referensi	Lean Tool
Pan et al. (2010)	Menggunakan <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) dalam mempersingkat waktu pengiriman.
Chen et al. (2013)	Menerapkan <i>lean</i> bersama dengan teknologi RFID untuk meningkatkan manajemen gudang dan memanfaatkan VSM untuk mengidentifikasi peningkatan potensial.
Bozer (2012)	Mengembangkan <i>house of lean for warehouse</i> untuk mengidentifikasi perubahan mendasar berbasis operasional yang diperlukan untuk menerapkan prinsip <i>lean</i> di sebuah gudang.
Dotoli et al. (2013)	Menggunakan VSM untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah dan menggunakan teknik <i>Gemba Shikumi</i> untuk menilai tindakan respon terbaik.

Sumber: (Nofrimurti dan Oey, 2018)

Pada tahun 2015, Dotoli et al. mengusulkan pendekatan *lean warehouse* untuk menganalisis dan mengurangi *waste* di gudang dengan mengintegrasikan *Unified Modelling Language* (UML), *Value Stream Mapping* (VSM), dan *Genba Shikumi*. *Genba Shikumi* merupakan istilah Jepang, *Genba* berarti nyata, sedangkan *Shikumi* merujuk pada sesuatu dengan bagian berbeda diatur untuk bekerja bersama di bawah beberapa niat. Pada *lean manufacturing*, ide utama *Genba* adalah ketika masalah terjadi, maka untuk mendeteksi masalah tersebut harus pergi secara langsung ke lapangan dan mewawancarai semua pihak yang terlibat (Jones dan Womack, 1996). Sementara, *Genba Shikumi* yang diusulkan oleh Dotoli *et al*.

(2015) merupakan suatu model yang dikembangkan pada warehouse untuk mengetahui area kritis yang memiliki banyak waste sehingga alternatif perbaikan dapat dimaksimalkan pada area tersebut. Genba Shikumi terdiri dari empat matriks, yaitu matrik muda, matriks korelasi, matriks prioritas, dan matriks area. Matriks muda digunakan untuk mengidentifikasi setiap masalah yang dinilai berdasarkan jenis waste dan penyebabnya. Matriks korelasi digunakan untuk mengkorelasikan setiap masalah terhadap masalah yang lain. Matriks prioritas digunakan untuk mengidentifikasi setiap masalah pada setiap indikator kinerja yang dipilih. Sedangkan matriks area digunakan untuk mengidentifikasi area yang paling berpengaruh terhadap masalah atau area kritis. Sementara, UML diadopsi untuk menggambarkan dan menganalisis kegiatan gudang, kemudian digambarkan secara lebih rinci melalui VSM untuk mengidentifikasi bagian mana yang memungkinkan terjadinya waste. Namun, pada matriks muda metode Genba Shikumi yang diusulkan oleh Dotoli *et al.* (2015), tidak mengacu pada tujuh *waste* yang diusulkan oleh Toyota Production System (TPS). Waste yang digunakan oleh Genba Shikumi yang diusulkan Dotoli et al. (2015) antara lain adalah overproduction, underproduction, movements, space, waiting time, safety, dan overprocessing. Penyebab waste pada Genba Shikumi juga didefinisikan berdasarkan man dan method saja, padahal aspek penilaian akar penyebab waste dapat disesuaikan atau menggunakan metode lain yang lebih komprehensif dalam menganalisis akar penyebab waste.

Sementara, pada tahun 2019, Karningsih et al. mengembangkan tools lean manufacturing yang mencakup tahap lengkap dalam implementasi lean mulai dari identifikasi waste dan penyebabnya, prioritas waste kritis, alternatif rekomendasi perbaikan serta peringkat alternatif perbaikan berdasarkan waste kritis. Tools tersebut disebut dengan Lean Assessment Matrix yang terdiri dari dua matriks yaitu lean matrix 1 dan lean matrix 2. Lean matrix 1 digunakan untuk mengidentifikasi waste, akar penyebab waste, dan menentukan peringkat waste dengan mempertimbangkan hubungan antar waste. Sementara Lean matrix 2 digunakan untuk menentukan peringkat alternatif perbaikan berdasarkan akar penyebab waste yang terpilih pada lean matrix 1. Sebelum menggunakan lean assessment matrix, value stream mapping dan process activity mapping juga masih digunakan untuk

mengidentifikasi *waste*. Sementara, akar penyebab *waste* dianalisis menggunakan metode *Root Cause Analysis*.

Saat ini, penelitian yang mengembangkan tool spesifik yang mampu mendukung implementasi lean warehouse masih sedikit, terutama tool yang dapat mengidentifikasi waste hingga prioritas rekomendasi perbaikan untuk menghilangkan waste. Penelitian ini mengusulkan tool yang disebut dengan Lean Matrix for Warehouse (LMW) untuk membantu perusahaan secara komprehensif ketika menerapkan lean warehouse dengan mengintegrasikan antara metode Lean Assessment Matrix dan Genba Shikumi yaitu matriks prioritas dan matriks area yang mengacu pada tujuh waste khusus untuk kegiatan di warehouse yang diusulkan oleh Abushaikha, et al., (2018), yaitu inventory, transportation, waiting, motion, overproduction, overprocessing, dan defect.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan pada sub bab sebelumnya, maka rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana mengembangkan tool pada implementasi lean warehouse dengan mengintegrasikan Genba Shikumi dan Lean Assessment Matrix untuk mengurangi waste pada aktivitas pergudangan.

#### 1.3 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian tugas akhir:

- 1. Mengembangkan *lean matrix 1* yang terdiri dari tujuh jenis *waste*, jenis aktivitas yang merupakan *waste*, sumber penyebab *waste*, hubungan antar *waste*, *ranking waste*, dan area kritis yang diintegrasikan dengan *Genba Shikumi*.
- 2. Mengembangkan *lean matrix 2* untuk mereduksi terkait akar penyebab *waste* berdasarkan area kritis.
- 3. Mengaplikasikan pengembangan model pada studi kasus kegiatan gudang di suatu perusahaan.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian tugas akhir ini adalah hasil penelitian dapat dijadikan referensi bagi berbagai perusahaan untuk mengurangi *waste* pada aktivitas pergudangan.

#### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai ruang lingkup dari penelitian yang meliputi batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian.

#### 1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- 1. *Waste* yang dipergunakan adalah tujuh *waste* berdasarkan klasifikasi dari Abushaikha, et al., (2018)
- 2. Studi kasus aplikasi pengembangan *tool lean warehouse* hanya dilakukan pada satu perusahaan.

#### 1.5.2 Asumsi

Perusahaan yang dijadikan objek dalam pengembangan *tool lean warehouse* merepresentasikan kondisi gudang dari seluruh perusahaan.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan dalam laporan tugas akhir ini yang terdiri dari enam bab. Berikut merupakan penjelasan singkat masing-masing bab dalam penelitian ini:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan dijelaskan mengenai hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian tugas akhir serta mengidentifikasi masalah yang terjadi. Bagian tersebut meliputi latar belakang pelaksanaan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang didapatkan dari penelitian, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab tinjauan pustaka dijelaskan mengenai dasar teori, konsep, serta metode yang digunakan sebagai landasan dalam penyusunan penelitian tugas akhir.

Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian berasal dari berbagai literatur. Adapun studi literatur yang dibahas yaitu mengenai warehouse, lean warehouse, warehouse performance, Genba Shikumi, Lean Assessment Matrix, dan penelitian terdahulu.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab metodologi penelitian dijelaskan mengenai alur atau tahapan proses pelaksanaan penelitian tugas akhir. Bab ini juga menyajikan diagram alir dan deskripsi penjelasan alur metodologi penelitian, guna memudahkan dalam memahami urutan tahapan yang dibuat agar penelitian dapat berjalan secara terstruktur dan sistematis.

#### **BAB 4 PENGEMBANGAN MODEL**

Bab pengembangan model akan dibahas mengenai pengembangan *tool* dari lean warehouse. Tool yang dikembangkan merupakan integrasi antara metode Genba Shikumi dengan Lean Assessment Matrix.

#### BAB 5 APLIKASI PENGEMBANGAN TOOL

Bab aplikasi pengembangan *tool* dijelaskan mengenai penerapan model pada suatu perusahaan. Kemudian dilakukan interpretasi dan analisis dari hasil aplikasi pengembangan *tool* berdasarkan kondisi gudang yang diamati. Hasil dari bab ini akan menjadi landasan dalam melakukan penarikan kesimpulan dan saran.

#### BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan dijelaskan mengenai penarikan kesimpulan berupa hasil akhir dari pelaksanaan penelitian yang menjawab tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga memberikan saran mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan serta terhadap penelitian selanjutnya agar menjadi lebih baik.

#### **BAB II**

#### TINJAUAN PUSTAKA

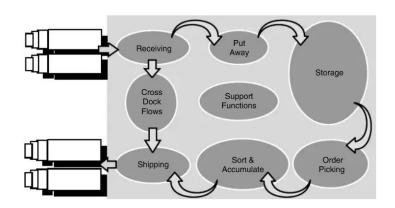
Pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa literatur sebagai dasar teori pengerjaan penelitian tugas akhir yang terdiri dari warehouse, lean warehouse, warehouse performance, Genba Shikumi, Lean Assessment Matrix, dan penelitian terdahulu.

#### 2.1 Warehouse

Gudang merupakan bagian dari *supply chain* yang digunakan sebagai tempat penyimpanan *raw material, work-in-process* (WIP), atau *finished goods* untuk waktu yang bervariasi (Kay, 2015). Gudang memiliki tujuan penting dalam membantu perusahaan menyimpan produk untuk mengurangi waktu tunggu dan biaya. Selain itu, gudang juga memiliki peran untuk mencapai keselarasan yang tepat dalam proses rantai pasok, memastikan bahwa siklus produksi dan pengiriman untuk memenuhi kebutuhan pelanggan tetap terjaga dengan baik melalui pergudangan yang efisien.

#### 2.1.1 Aktivitas Gudang

Setiap gudang memiliki operasi yang berbeda tergantung dengan industri dan persyaratan pada masing-masing produk. Gambar 2.1 merupakan visualiasasi kegiatan yang paling banyak ditemukan pada gudang.



Gambar 2. 1 Kegiatan Gudang secara Umum

Sumber: (Frazelle, 2002)

Berikut merupakan penjelasan masing-masing fungsi aktivitas pada gudang,

#### 1. Receiving

Aktivitas yang terlibat meliputi menerima pesanan semua material yang masuk ke gudang, memberikan jaminan pada kuantitas dan kualitas material, dan menyalurkan material ke tempat penyimpanan atau ke fungsi organisasi lainnya yang membutuhkan material tersebut.

#### 2. Inspection dan Quality Control

Proses pengecekan terhadap material yang datang dan produk yang akan dikirimkan ke *customer* agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

#### 3. Prepackaging

Aktivitas yang dilakukan di gudang ketika produk diterima secara masal dari *supplier* sehingga diperlukan pengemasan material dalam jumlah yang lebih kecil untuk memudahkan proses penyimpanan maupun proses distribusi ke departemen lain.

#### 4. Putaway

Kegiatan penempatan produk sesuai dengan lokasi penyimpanan. Aktivitas yang dilakukan meliputi *material handling*, verifikasi lokasi penyimpanan, dan penempatan produk pada lokasi penyimpanan.

#### 5. Storage

Penahanan fisik produk ketika sedang menunggu permintaan. Metode penyimpanan tergantung pada ukuran, jumlah barang dalam persediaan, dan karakteristik penanganan produk.

#### 6. Order Picking

Proses pengambilan *item* dari tempat penyimpanan untuk memenuhi permintaan pelanggan. *Picking* merupakan *service* dasar yang disediakan gudang untuk *customer*.

#### 7. Sortation

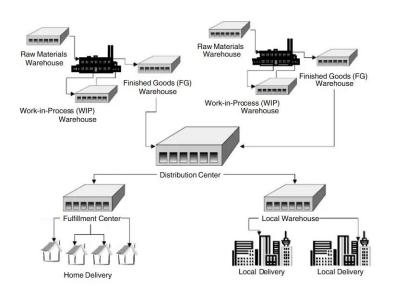
Kegiatan yang perlu dilakukan jika pesanan yang diambil dalam bentuk *batch* sehingga produk harus dikelompokkan berdasarkan pesanan pelanggan agar proses muat produk dapat dilakukan secara terstruktur dan lebih cepat.

#### 8. Packing dan shipping

Kegiatan yang terkait meliputi pemeriksaan kuantitas pesanan, pengemasan barang menyesuaikan tempat pengiriman, menyiapkan dokumen pengiriman (*picking list*, label alamat, dan *bill of lading*), dan menimbang untuk mengetahui biaya pengiriman.

#### 2.1.2 Tipe-Tipe Gudang

Dalam jaringan distribusi, gudang dibedakan menjadi enam jenis. Gambar 2.2 merupakan ilustrasi gudang yang menjalankan fungsi dalam jaringan logistik.



Gambar 2. 2 Fungsi Gudang dalam Sistem Logistik Sumber: (Frazelle, 2002)

#### 1. Raw material and component warehouse

Gudang yang menyediakan bahan baku dan komponen yang diletakkan dekat dengan proses produksi atau perakitan.

#### 2. Work-in-process warehouse

Gudang yang menyimpan produk tahap perakitan atau produk yang telah selesai sebagian di sepanjang jalur produksi.

#### 3. Finished goods warehouse

Gudang yang digunakan untuk menyeimbangkan dan penyangga variasi antara jadwal produksi dengan *demand*.

#### 4. Distribution warehouses and distribution centers

pesanan kecil untuk konsumen individu.

Gudang yang berfungsi untuk mengakumulasikan dan mengkonsolidasikan produk dari beberapa titik manufaktur di dalam perusahaan tunggal maupun dari beberapa perusahaan untuk pengiriman gabungan ke pelanggan.

### Fulfillment warehouse and fulfillment centers Gudang yang berfungsi untuk menerima, memilih, dan mengirimkan

#### 6. Local warehouse

Gudang yang berfungsi untuk mempersingkat jarak transportasi sehingga mempercepat respon terhadap permintaan *customer*.

#### 2.1.3 Manajemen Gudang

Manajemen gudang mencakup semua prosedur perencanaan dan pengendalian untuk mengoperasikan gudang. Perencanaan dan pengendalian berkaitan dengan mengelola kegiatan operasional yang sedang berlangsung sehingga dapat memenuhi permintaan pelanggan (Koster dan Smidts, 2013). Menurut Priyambodo (2007), manajemen gudang memiliki cakupan sebagai berikut.

- 1. Mengatur Sumber Daya Manusia (SDM) yang terlibat di dalam gudang.
- 2. Mengatur proses penerimaan barang.
- 3. Mengatur proses penataan atau penyimpanan barang.
- 4. Mengatur proses pengiriman barang untuk pemenuhan pesanan.

#### 2.1.4 Sistem Penyimpanan

Menurut Hadiguna (2008), mengatur tata letak suatu gudang dapat dilihat dari bentuk kebijakan penyimpanan yang ditentukan oleh perusahaan, dimana metode terbaik yang diambil tergantung pada karakterstik *item* atau produk. Berikut merupakan beberapa kebijakan penyimpanan yang dapat diterapkan:

1. *Random storage*, yaitu penempatan barang-barang yang masuk ke gudang yang diletakkan pada suatu lokasi yang tersedia tanpa pertimbangan tertentu. Gudang yang menggunakan kebijakan ini umumnya memiliki pemanfaatan ruang yang baik, namun peletakan yang acak membuat

- identifikasi produk lebih sulit dan memerlukan waktu yang lama untuk transportasi.
- 2. Dedicated storage, yaitu kebijakan penempatan satu jenis produk atau material di tempat khusus untuk produk atau material tersebut. Kebijakan ini akan mempermudah dalam pencarian barang, namun pemanfaatan ruang kurang efisien karena ruang kosong untuk suatu produk atau material tidak diperbolehkan untuk ditempati produk atau material lainnya.
- 3. *Class-based storage*, yaitu kebijakan penempatan produk atau material kedalam suatu kelompok tertentu berdasarkan kesamaan suatu jenis produk atau material. Kelompok tersebut nantinya akan ditempatkan pada suatu lokasi khusus pada gudang.
- 4. *Shared storage*, yaitu kebijakan penempatan produk dengan mengenali dan memanfaatkan perbedaan lama waktu penyimpanan berdasarkan kebijakan *dedicated storage* dan *random storage*. Pada kebijakan *shared storage*, lokasi produk dapat disesuaikan tempatnya sesuai dengan waktu produk akan masuk dan akan keluar.

Tujuan dari perencanaan tata letak gudang antara lain adalah utilitas luas lantai secara efektif, pemindahan bahan secara efisien, minimalisasi biaya penyimpanan, mencapai fleksibilitas maksimum, dan menyediakan *housekeeping* yang baik. Menurut Hadiguna (2008), untuk mencapai tujuan diatas, terdapat prinsip-prinsip mengenai tata letak penyimpanan barang, yaitu:

### 1. Popularity

Prinsip dimana *item* dengan *accessibility* terbesar diletakkan dekat dengan titik I/O (*Input-Output*) tertentu. *Popularity* menggunakan rasio S/R dimana S merupakan *Storage* dan R merupakan *Retrieval*. *Item* dengan rasio S/R terbesar akan didekatkan dengan titik I/O dan sebaliknya.

# 2. Similarity

Pada prinsip ini *item* yang diterima dan dikirim bersama harus disimpan bersama-sama pula. Tujuannya adalah untuk meminimalisasi waktu tempuh penerimaan pesananan dan pemilihan pesanan.

#### 3. Size

Penetapan ukuran lokasi penyimpanan diperlukan untuk menyesuaikan komponen-komponen yang akan disimpan sehingga utilitas luas lantai gudang dapat digunakan secara maksimal.

#### 4. Characteristic

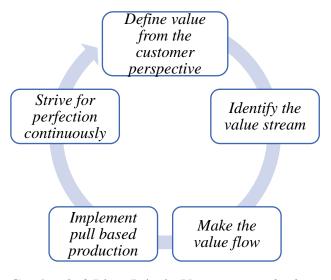
Karakteristik dari masing-masing material harus diperhatikan seperti material mudah rusak, bentuk yang unik, *item* mudah hancur, material berbahaya, dan keamanan material. Sehingga, tempat penyimpanan, metode penyimpanan, dan proses pemindahan barang harus diperhatikan.

#### 5. Utilitas luas lantai

Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan kebutuhan luas lantai untuk penyimpanan barang adalah konversi luas lantai, keterbatasan luas lantai, dan *accessibility*.

### 2.2 Lean Warehouse

Lean strategy berasal dari Toyota Production System (TPS), munculnya strategi ini adalah hasil dari kelangkaan sumber daya dan persaingan yang ketat di pasar otomotif. Jones dan Womack (1997), mengatakan bahwa lean thinking dapat membantu mencapai hasil yang lebih baik dengan sedikit usaha manusia, lebih sedikit peralatan, lebih sedikit waktu, dan lebih sedikit ruang untuk memuaskan kebutuhan pelanggan. Gambar 2.3 merupakan 5 prinsip utama dari lean thinking,



Gambar 2. 3 Lima Prinsip Utama *Lean Thinking*Sumber: (Jones dan Womack, 1997)

Tujuan utama dari prinsip-prinsip diatas adalah untuk membangun aliran nilai yang sempurna dengan mengidentifikasi secara terus menerus, menghilangkan kegiatan yang dianggap waste dan fokus pada kegiatan yang benar-benar menciptakan nilai. Prinsip lean tidak hanya diterapkan dalam manufaktur, semua proses dalam perusahaan yang merupakan tempat potensial untuk membuat kerugian dan pemborosan memerlukan penerapan prinsip lean, salah satunya adalah gudang. Lean warehouse berarti menerapkan konsep dan teknik lean untuk operasi pergudangan dan menjadikan lebih efisien dengan mengurangi lead time serta waktu pemborosan untuk berbagai kegiatan. Lead time yang didefinisikan pada gudang adalah jumlah dari total waktu pemrosesan dan waktu penyimpanan.

# 2.2.1 Tipe-Tipe Aktivitas

Pada proses bisnis sebuah perusahaan terdapat beberapa aktivitas yang dilakukan. Berikut merupakan tipe-tipe aktivitas tersebut:

- 1. Value Added (VA) Activity, setiap proses yang meningkatkan nilai. Semakin tinggi proporsi pekerjaan yang menambah nilai, semakin besar efisiensi operasi tersebut.
- 2. *Non-value Added Activity*, aktivitas apapun yang tidak meningkatkan nilai ke nilai pelanggan. Aktivitas *non-value added* merupakan aktivitas pemborosan yang harus dirancang ulang, dikurangi atau dihilangkan tanpa mengurangi kualitas yang dibutuhkan pelanggan.
- 3. *Non-value Added but Necessary Activity*, aktivitas yang tidak meningkatkan nilai ke nilai pelanggan tetapi dibutuhkan dalam prosedur proses bisnis.

### 2.2.2 Waste dalam Konsep Lean Warehouse

Waste pertama kali disajikan tahun 1988 dalam Toyota Production System oleh Taiichi Ohno (Abdi, et al., 2006). Ohno menyajikan tujuh waste: inventory, transportation, waiting, motion, overproduction, over processing, dan defect. Tabel 2.1 menyajikan penjelasan setiap waste yang dapat ditemukan di unit manufaktur (Hines dan Rich, 1997).

Tabel 2. 1 Tujuh Waste di Manufaktur

Waste	Definisi	Konsekuensi	Kondisi Ideal
Inventory	Inventori merupakan pemborosan karena tidak menambah nilai secara nyata kepada pelanggan.	Peningkatan penggunaan ruang dan mencegah identifikasi masalah secara cepat karena tersebunyi oleh inventori.	Mengurangi inventory level.
Transportation	Setiap pergerakan di <i>production</i> <i>plant</i> yang tidak menambah nilai.	Kualitas berkurang karena jarak komunikasi dan menghasilkan fix cost.	Minimalisasi transportasi daripada eliminasi
Waiting	Terjadi setiap kali barang tidak bergerak atau sedang diproses.	Waktu tidak digunakan secara efisien, yang mempengaruhi pekerja dan barang.	Tidak ada waiting dengan konsekuensi aliran barang yang lebih cepat.
Motion	Menyiratkan masalah ergonomi bagi karyawan.	Melelahkan bagi karyawan, dapat menyebabkan produktivitas yang buruk, dan masalah kualitas.	Gerakan yang tidak perlu dapat dihilangkan.
Overproduction	Menghasilkan lebih banyak atau lebih awal dari permintaan pelanggan.	Waktu tunggu dan penyimpanan yang berlebihan. Stok WIP besar dan deteksi cacat terhambat.	Memproduksi produk ketika terdapat permintaan dari pelanggan.
Over Processing	Ketika solusi yang terlalu kompleks ditemukan untuk tugas yang sederhana.	Produk diproduksi dengan kualitas lebih tinggi dari yang dibutuhkan.	Memproduksi sesuai dengan kualitas yang diharapkan dan dibutuhkan.
Defect	Produk dengan kesalahan.	Defect mengakibatkan membuang atau re- work, keduanya mahal bagi perusahaan.	Zero defects

Masalah yang dialami oleh gudang juga terkait dengan tujuh *waste* dan telah dihubungkan dengan *waste* yang terdapat pada prinsip *lean* seperti yang dijelaskan

pada tabel 2.2 (Abushaikha, et al., 2018). Konsekuensi dan kondisi ideal pada gudang sama dengan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 2 Terjemahan Tujuh Waste dalam Konteks Warehouse

Original Type Waste oleh Lean Manufacturing	Terjemahan Waste di Warehouse Environment
Inventory	Overproduction hulu dalam rantai pasok dapat mendorong stok hilir dari pabrik ke gudang mengalami peningkatan. Buffer stock dalam gudang juga merupakan indikator pemborosan. Hal tersebut menyebabkan ruang penyimpanan yang lebih tinggi.
Transportation	Waste transportation dapat dilihat dari pergerakan produk, pekerja, dan operator forklift yang tidak perlu. Masalah yang menyebabkan waste transportation antara lain adalah ketika SKU tidak disimpan dalam urutan yang tepat, tempat parkir kendaraan yang jauh dari tempat bongkar muat, dan lain-lain yang menyebabkan waktu pemenuhan pesanan yang lebih lama.
Waiting	Waste yang terjadi ketika karyawan siap untuk melakukan pekerjaan namun proses yang tidak memungkinkan karena tidak tersedianya produk, mesin, atau sistem. Waiting dapat menyebabkan kurang dimanfaatkannya pekerja dan kapasitas sumber daya yang tersedia.
Motion	Waste yang terjadi ketika inventaris tidak disimpan di lokasi yang benar, sehingga untuk mengambil barang tersebut memerlukan effort dari karyawan.
Overproduction	Picking dan menyiapkan pesanan sebelum dipesan bagian hilir rantai pasok atau pelanggan dapat dipandang sebagai overproduction di gudang. Hal tersebut dapat menyebabkan kemacetan yang tidak perlu.
Over processing	Waste yang terjadi ketika pekerja gudang harus mengerjakan tugas yang sederhana dengan solusi yang terlalu kompleks. Misalnya inspeksi yang tidak perlu atas pesanan yang dipilih dan packing yang tidak perlu.
Defect	Memilih barang atau jumlah yang salah dapat menyebabkan kurang atau lebihnya memasok ke pelanggan. Hal tersebut dapat menyebabkan pengembalian yang perlu diproses. Kerusakan produk dalam gudang juga dapat mempengaruhi laba perusahaan.

# 2.3 Warehouse Performance

Gudang bertanggung jawab untuk mengirimkan produk sesuai dengan prinsip distribusi, yaitu produk dikirim pada tempat yang tepat, waktu yang tepat, jumlah yang tepat, dan dalam kualitas seperti yang diminta oleh pelanggan. Sehingga, sebuah gudang akan menambah nilai secara tidak langsung ke pelanggan. Namun, distribusi dengan prinsip-prinsip tersebut disertai dengan biaya. Dengan menerapkan prinsip *lean*, gudang akan menjadi lebih efisien sehingga lebih murah serta menjaga standar kualitas yang lebih tinggi karena operasi yang berfokus pada pelanggan. Kinerja gudang dapat diukur dengan beberapa indikator kinerja untuk menilai dampak dari penerapan praktik *lean* (Visser, 2014).

Key Performance Indicator (KPI) penting untuk lantai pabrik karena sangat efektif dalam memaparkan, mengukur, dan memvisualisasikan waste. KPI yang efektif yaitu dapat mengkualifikasi waste, menyediakan sistem peringatan dini untuk proses yang beroperasi tidak sesuai prosedur, dan menawarkan petunjuk penting dalam meningkatkan bagian yang harus difokuskan (Vorne, 2007).

Terdapat empat indikator kinerja yang biasa digunakan dalam industri yaitu waktu, kualitas, biaya, dan produktivitas (Staudt, 2015). Berikut merupakan masing-masing penjelasan dari beberapa indikator kinerja tersebut,

#### 1. Waktu

Tabel 2.3 menunjukkan hasil untuk indikator terkait waktu pada gudang dalam berbagai literatur.

Tabel 2. 3 Indikator Waktu Gudang

Authors	Order lead time	Receiving time	Order picking time	Рибажау time	Delivery lead time	Dock to stock time
Mentzer and Konrad (1991)	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	
Kiefer and Novack (1999)	$\sqrt{}$					
Yang (2000)	V					
Gu et al. (2007)	√	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$			

Tabel 2. 3 Indikator Waktu Gudang (Lanjutan)

Authors	Order lead time	Receiving time	Order picking time	Putaway time	Delivery lead time	Dock to stock time
O'Neill et al. (2008)	$\sqrt{}$					
Rimiene (2008)	$\sqrt{}$					
Menachof et al. (2009)	$\sqrt{}$					
Manikas and Terry (2010)		$\sqrt{}$				
Matopoulos and Bourlakis (2010)		1			1	
Wang et al. (2010)						
Cagliano et al. (2011)			V	√		
Lam et al. (2011)			V			
Gallmann and Belvedere (2011)					√	
Karagiannaki et al. (2011)						
Lao et al. (2012)		V				
Yang and Chen (2012)	V			1		
Ramaa et al. (2012)	$\sqrt{}$					V
Total/each indicator	9	5	4	3	3	1

Sumber: (Staudt, 2015)

Dari tabel diatas indikator waktu yang paling sering digunakan adalah *order lead time, receiving time,* dan *order picking time.* Tabel 2.4 merupakan definisi dari masing-masing indikator waktu diatas,

Tabel 2. 4 Definisi Indikator Waktu

Indikator	Definisi
Order lead time	Lamanya waktu dari masuknya pesanan pelanggan hingga
Order teda time	penerimaan pesanan.
Receiving time	Lamanya waktu ketika unloading
Order picking	Lamanya waktu untuk memilih atau mengambil <i>item</i> dalam
time	suatu pesanan.
Dutana tima	Waktu yang diperlukan untuk menyimpan item pada lokasi
Putaway time	tertentu.
Delivery lead	Lamanya waktu pengiriman dari gudang hingga diterima
time	pelanggan.

Tabel 2. 4 Definisi Indikator Waktu (Lanjutan)

Indikator	Definisi
Dock to stock	Lamanya waktu dari kedatangan persediaan hingga produk
time	tersebut dilakukan <i>order picking</i> .

Sumber: (Alpan et al., 2015)

# 2. Kualitas

Berbeda dari indikator waktu, kualitas mencakup indikator yang terkait dengan kepuasan pelanggan (eksternal) dan kualitas operasional (internal). Tabel 2.5 menunjukkan hasil untuk indikator terkait kualitas pada gudang dalam berbagai literatur.

Tabel 2. 5 Indikator Kualitas Gudang

Authors	On-time delivery	Cust. satisfaction	Order fill rate	Delivery accuracy	Picking accuracy	Ord. ship. On time	Perfect Orders	Storage accuracy	Physical inv. ac.	Stock out rate
Mentzer and Konrad (1991)	$\sqrt{}$									
Gunasekaran et al. (1999)	√						√			
Kiefer and Novack (1999)	√	√							√	<b>V</b>
De Koster and Warffemius (2005)										
Voss et al. (2005)	$\sqrt{}$	V				V		V		
De Koster and Balk (2008)										
Rimiene (2008)					V	V				
Menachof et al. (2009)			V							
Forslund and Jonsson (2010)	√									
Lu and Yang (2010)	√	<b>√</b>								
Wang et al. (2010)										

Tabel 2. 5 Indikator Kualitas Gudang (Lanjutan)

Authors	On-time delivery	Cust. satisfaction	Order fill rate	Delivery accuracy	Picking accuracy	Ord. ship. On time	Perfect Orders	Storage accuracy	Physical inv. ac.	Stock out rate
De Marco and Giulio		V								
(2011)										
Lam et al. (2011)										
Gallmann and										
Belvedere (2011)										
Johnson and McGinnis			V							
(2011)			,							
Lao et al. (2011)		V	V	V						
Banaszewska et al	<b>√</b>	V								
(2012)										
Lao et al. (2012)		V	V	V						
Saetta et al. (2012)	$\sqrt{}$				V					
Yang and Chen (2012)	√	√	√	√	√			√		
Ramaa et al. (2012)	$\sqrt{}$		√	<b>√</b>			√			
Total/each indicator	10	8	7	4	3	2	2	2	1	1

Sumber: (Staudt, 2015)

Dari tabel diatas indikator kualitas yang paling sering digunakan adalah *ontime delivery, customer satisfaction,* dan *order fill rate.* Tabel 2.6 merupakan definisi dari masing-masing indikator kualitas diatas,

Tabel 2. 6 Definisi Indikator Kualitas

Indikator	Definisi						
On-time delivery	Pengiriman yang dilakukan sebelum atau tepat pada waktu yang dijanjikan.						
Customer satisfaction	Banyaknya customer complain yang diterima.						
Order fill rate	Jumlah <i>order</i> terisi komplit pada pengiriman pertama.						
Delivery accuracy	Banyaknya pesanan pelanggan yang dikirim tanpa insiden.						
Picking accuracy	Presentase produk yang diambil dari gudang tidak defect dan sesuai dengan alokasi system stock.						

Tabel 2. 6 Definisi Indikator Kualitas (Lanjutan)

Indikator	Definisi
Orders shipped on time	Presentase terkirimnya pesanan secara tepat waktu.
Perfect orders	Banyaknya pesanan yang dikirim tepat waktu, tanpa ada yang rusak dan dengan dokumentasi yang akurat.
Storage accuracy	Kesesuaian jumlah <i>item</i> secara <i>physical count</i> dengan <i>system stock</i> .
Physical inventory accuracy	Perhitungan <i>physical counts</i> sesuai dengan status persediaan yang dilaporkan dalam <i>database</i>
Stock out rate	Banyaknya <i>item</i> yang tidak dapat dipenuhi karena kehabisan <i>stock</i> .

Sumber: (Alpan et al., 2015)

# 3. Biaya

Tabel 2.7 menunjukkan hasil untuk indikator terkait biaya pada gudang dalam berbagai literatur.

Tabel 2. 7 Indikator Biaya Gudang

Authors	Inventory cost	Order processing cost	Labor cost	Cost as % of sales	Maintenance cost
Mentzer and Konrad (1991)					
Kiefer and Novack (1999)					
Yang (2000)	$\sqrt{}$				
Ellinger et al. (2003)	$\sqrt{}$				
Rimiene (2008)					
Johnson et al. (2010)					$\sqrt{}$
Lu and Yang (2010)	V				
De Marco and Giulio (2011)					$\sqrt{}$
Cagliano et al. (2011)	V				
Gallmann and Belvedere (2011)	V				
Saetta et al. (2012)	V		_		
Ramaa et al. (2012)	_		_		
Total/each indicator	7	3	2	2	2

Sumber: (Staudt, 2015)

Dari tabel 2.7 dapat dilihat bahwa lebih sedikit pekerjaan yang dicatat untuk indikator biaya dibandingkan dengan indikator yang lain. Indikator biaya yang paling sering digunakan adalah *inventory cost*. Tabel 2.8 merupakan definisi dari masing-masing indikator biaya diatas.

Tabel 2. 8 Definisi Indikator Biaya

Indikator	Definisi
Inventory cost	Total biaya penyimpanan item
Order processing	Biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan pemesanan item
cost	
Labor cost	Biaya yang dikeluarkan untuk membayar setiap pekerja yang terlibat pada operasi gudang.
Cost as % of sales	Biaya pengelolaan gudang terhadap <i>revenue</i> perusahaan.
Maintenance cost	Biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perawatan pada peralatan gudang.

Sumber: (Alpan et al., 2015)

### 4. Produktivitas

Indikator penting lainnya untuk manajemen gudang adalah produktivitas. Produktivitas dapat didefinisikan sebagai tingkat pemanfaatan aset atau seberapa baik sumber daya dikombinasikan dan digunakan untuk mencapai spesifik hasil yang diinginkan. Tabel 2.9 menunjukkan hasil untuk indikator terkait produktivitas pada gudang dalam berbagai literatur.

Tabel 2. 9 Indikator Produktivitas Gudang

Authors	Labor productivity	Throughput	Shipping productivity	Transport utilization	Warehouse utilization	Picking productivity	Turnover	Receiving productivity
Mentzer and Konrad (1991)			$\sqrt{}$					$\sqrt{}$
Gunasekaran et al. (1999)								
Kiefer and Novack (1999)			$\checkmark$			$\sqrt{}$		
De Koster and Warffemius (2005)			$\sqrt{}$					
Voss et al. (2005)								

Tabel 2. 9 Indikator Produktivitas Gudang (Lanjutan)

Authors	Labor productivity	Throughput	Shipping productivity	Transport utilization	Warehouse utilization	Picking productivity	Turnover	Receiving productivity
Gu et al. (2007)								
De Koster and Balk (2008)								
O'Neill et al. (2008)								
Rimiene (2008)		1						
Johnson et al. (2010)		1	$\sqrt{}$					
Manikas and Terry (2010)		$\sqrt{}$						
Matopoulos and Bourlakis (2010)	$\sqrt{}$			√	$\sqrt{}$			
Wang et al. (2010)								
De Marco and Giulio (2011)								
Cagliano et al. (2011)	$\checkmark$							
Goomas et al. (2011)	$\checkmark$							
Johnson and McGinnis (2011)								
Karagiannaki et al. (2011)	$\sqrt{}$							
Markovits-Samogyi et al. (2011)	$\checkmark$							
Banaszewska et al (2012)		V		V				
Yang and Chen (2012)	-							
Ramaa et al. (2012)		V				V		
Total/each indicator	11	11	8	4	4	3	2	1

Sumber: (Staudt, 2015)

Dari tabel diatas indikator produktivitas yang paling sering digunakan adalah *labor productivity* dan *throughput*. Tabel 2.10 menampilkan definisi dari masing-masing indikator produktivitas diatas.

Tabel 2. 10 Definisi Indikator Produktivitas

Indikator	Definisi						
Labor productivity	Rasio jumlah total barang yang dikelola setiap pekerja per satuan waktu.						
Throughput	Banyaknya <i>item</i> yang meninggalkan gudang per satuan waktu.						

Tabel 2. 10 Definisi Indikator Produktivitas (Lanjutan)

Indikator	Definisi				
Shipping productivity	Jumlah total produk yang dikirim per periode waktu				
Transport utilization	Vehicle fill rate				
Warehouse utilization	Tingkat kapasitas gudang yang digunakan				
Picking productivity	Total jumlah produk yang diambil per jam kerja dalam				
Ficking productivity	aktivitas <i>picking</i>				
Turnover	Rasio antara harga pokok penjualan dan rata-rata				
Turnover	persediaan.				
Receiving productivity	Rata-rata jumlah <i>item</i> yang diterima setiap pekerja per				
Receiving productivity	satuan waktu.				

Sumber: (Alpan *et al.*, 2015)

#### 2.4 Genba Shikumi

Genba Shikumi merupakan istilah Jepang, Genba berarti nyata, sedangkan Shikumi merujuk pada sesuatu dengan bagian berbeda diatur untuk bekerja bersama di bawah beberapa niat. Pada lean manufacturing, ide utama Genba adalah ketika masalah terjadi, maka untuk mendeteksi masalah tersebut harus pergi secara langsung ke lapangan dan mewawancarai semua pihak yang terlibat (Jones dan Womack, 1996). Dengan menerapkan filosofi Genba, formulasi matematis dibuat menjadi sebuah model untuk mengurangi kegiatan yang kurang efisien pada gudang yang disebut dengan Genba Shikumi. Genba Shikumi merupakan suatu model yang dikembangkan untuk mengetahui area kritis yang memiliki banyak waste sehingga alternatif perbaikan dapat dimaksimalkan pada area tersebut. Model ini terdiri dari empat matriks yaitu matriks muda, matriks korelasi, matriks prioritas, dan matriks area (Dotoli et al., 2015). Berikut merupakan penjelasan masing-masing matriks tersebut.

#### 1. Matriks muda

Pada tahap ini setiap masalah dinilai berdasarkan jenis *waste* dan penyebabnya. Tabel 2.11 merupakan panduan tabel matriks muda, sementara tabel 2.12 merupakan contoh perhitungan dari matriks muda.

Tabel 2. 11 Matriks Muda

No.	Deskripsi Masalah	Jenis <i>Waste</i> dan Penyebabnya (w)	MV
		m	

Nilai MV didapatkan dari rumus sebagai berikut,

$$mv_i = \sum_{j=1}^w m_{ij} \ dimana \ i = 1, ..., p$$
 .....(2.1)

Keterangan:

p = masalah

w = jenis waste dan penyebabnya

m = bilangan biner (1,0)

Tabel 2. 12 Contoh Pehitungan Matriks Muda

#	Observed problems	Overproduction	Underproduction	Movements	Space	Waiting time	Safety	Overprocessing	Man	Method	MV
1	Lists creating					1				1	2
2	Order entry			1	1	1			1	1	5
3	Database updating					1			1		2
4	Checking the availability of external suppliers		1			1				1	3
5	Communication with the production office	1	1	1		1				1	5
6	Checking the availability of woods panels		1			1				1	3
7	Checking the availability on the temporary warehouse	1		1		1			1	1	5
8	Checking the availability of white semifinished	1	1	1		1		1	1	1	7
9	Checking the availability of other semifinished	1	1	1		1		1	1	1	7
10	Difficulty in finding semifinished and decorations	1	1	1		1		1	1	1	7
11	Non-replaceable staff (11a-11c)		1			1		1		1	4
12	Correspondence check of codes								1	1	2
13	Communication with the assembly and customization offices		1			1			1	1	4
		5	8	6	1	12	0	4	8	12	

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

### 2. Matriks korelasi

Pada tahap ini setiap masalah dikorelasikan dengan masalah yang lain. Tabel 2.13 merupakan panduan tabel matriks korelasi, sementara tabel 2.14 merupakan contoh perhitungan dari matriks korelasi.

Tabel 2. 13 Matriks Korelasi

	Deskripsi Masalah	CV
Deskripsi Masalah	С	

Nilai CV didapatkan dari rumus sebagai berikut,

$$cv_i = \sum_{j=1}^p c_{ij} dimana i = 1, ..., p$$
 .....(2.2)

Tabel 2. 14 Contoh Perhitungan Matriks Korelasi

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

communication with the Assembly and Customization Offices

correspondence check of codes

# 3. Matriks prioritas

Pada tahap ini setiap masalah diidentifikasi pada setiap indikator kinerja yang dipilih. Tabel 2.15 merupakan panduan tabel matriks prioritas, sementara tabel 2.16 merupakan contoh perhitungan dari matriks prioritas.

Tabel 2. 15 Matriks Prioritas

No.	Deskripsi Masalah	Indikator 1	Indikator 2	PV	MV	CV	AIV
		p					

Nilai PV didapatkan dari rumus sebagai berikut,

$$pv_i = \sum_{j=1}^k p_{ij} dimana i = 1, ..., p$$
 (2.3)

Keterangan:

k = indikator kinerja yang dipilih.

Nilai indikator kinerja didapatkan dari penyebaran kuisioner kepada pihak terkait di perusahaan.  $p_{ij}$  bernilai 0, 1, 2 dimana bernilai 0 jika masalah yang diidentifikasi memiliki dampak yang tidak berpengaruh pada indikator yang dipilih, bernilai 1 jika masalah yang diidentifikasi memiliki dampak yang

rendah pada indikator yang dipilih, dan bernilai 2 jika masalah yang diidentifikasi memiliki dampak yang tinggi pada indikator yang dipilih.

Nilai AIV (*Absolute Importance Vector*) digunakan untuk mengitung tingkah keparahan dari setiap masalah. Berikut merupakan rumus untuk menghitung AIV.

$$AIV = MV + CV + PV \qquad (2.4)$$

Tabel 2. 16 Contoh Perhitungan Matriks Prioritas

N	observed problems	error %	profitability	quality	PV	MV	cv	AIV
1	lists creating	1	1	0	2	2	2	6
2	order entry	1	1	1	3	5	3	11
3	database updating	1	0	0	1	2	3	6
4	cheching the availability of external suppliers	0	0	1	1	3	2	6
5	communication with the Production Office	2	2	0	4	5	3	12
6	cheching the availability of woods panels	0	0	1	1	3	4	8
7	cheching the availability on the temporary warehouse	0	0	1	1	5	4	10
8	cheching the availability of white semifinished	0	1	0	1	7	3	11
9	cheching the availability of other semifinished	0	1	0	1	7	3	11
10	difficulty in finding semifinished and decorations	2	2	0	4	7	3	14
11	non replaceable staff (11a - 11b - 11c)	1	2	0	3	4	6	13
12	correspondence check of codes	2	2	0	4	2	2	8
13	communication with the Assembly and Customization Offices	0	1	0	1	4	8	13

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

#### 4. Matriks area

Nilai AIV pada matriks prioritas digunakan sebagai pertimbangan area dimana setiap masalah terjadi. Matriks area digunakan untuk mengidentifikasi area yang paling bermasalah atau area kritis. Tabel 2.17 merupakan panduan tabel matriks area, sementara tabel 2.18 merupakan contoh perhitungan dari matriks area.

Tabel 2. 17 Matriks Area

No.		Area
	Masalah	а
	AV	

Nilai AV didapatkan dari rumus sebagai berikut,

$$av_i = \sum_{i=1}^p a_{ij} dimana j = 1, ..., a$$
 (2.5)

Keterangan:

a = area

Tabel 2. 18 Contoh Perhitungan Matriks Area

N.	Siles and I de sign diction of the control of the c	Custon	Pack Assertion of the Charles	Reine Constitution of the	ind Ships	ing Or	rice	
1	lists creating	6						
2	order entry	11						
3	database updating	6	6			6		
4	cheching the availability of external suppliers	6					6	
5	communication with the Production Office	12			12	12	12	
6	cheching the availability of woods panels			8				
7	cheching the availability on the temporary warehouse			10				
8	cheching the availability of white semifinished					11		
9	cheching the availability of other semifinished						11	
10	difficulty in finding semifinished and decorations					14	14	
11	non replaceable staff (11a - 11b - 11c)	13	13	13		13	13	
12	correspondence check of codes							8
13	communication with the Assembly and Customization Offices	13			13	13	13	
	AV	67	19	31	25	69	69	8

Sumber: (Dotoli et al., 2015)

### 2.5 Lean Assessment Matrix

Lean assessment matrix merupakan suatu tool yang mendukung implementasi lean manufacturing yang dikembangkan dengan memodifikasi House of Risk (HOR) Matrix dan diintegrasikan dengan Waste Relationship Matrix (WRM) (Karningsih, et al., 2019). Tool ini dikembangkan dengan pendekatan yang sama dengan HOR yang mampu mencakup tahap lengkap implementasi lean mulai dari identifikasi waste dan penyebabnya, prioritas waste kritis serta menyediakan alternatif rekomendasi perbaikan untuk mengurangi waste beserta peringkatnya. Lean assessment matrix terdiri dari dua matrix yaitu lean matrix 1 dan lean matrix 2.

### 2.5.1 Lean Matrix 1

Lean matrix 1 digunakan untuk mengidentifikasi waste dan akar penyebabnya, dan menentukan peringkat waste dengan memperhatikan hubungan antar waste. Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat lean matrix 1.

- 1. Mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (non-value-added activity) yang dikategorikan ke dalam sembilan waste yaitu defect, motion, waiting, transportation, overproduction, over inventory, over processing, environment health and safety, dan underutilized people's skills.
- 2. Menentukan akar penyebab waste dari masing-masing non-value-added activity dengan menggunakan Root Cause Analysis Tools (5 why's, fishbone, dan lain-lain).
- 3. Menentukan dampak dari masing-masing sumber penyebab *waste* terhadap *waste* tekait (Iij) yang ditentukan dengan 0, 1, 3, dan 9. Nilai dampak 0 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* tidak menyebabkan terjadinya *waste* terkait, 1 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak rendah terhadap *waste* terkait, 3 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak sedang terhadap *waste* terkait, sementara nilai dampak 9 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak yang tinggi terhadap *waste* terkait.
- 4. Menentukan *Waste Type Weight* (WTk) dengan menghitung hubungan antara 9 *waste* dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix Questionnaire*, namun hanya pertanyaan nomor 1 sampai 3 yang digunakan karena pertanyaan berikutnya telah masuk pada bagian rekomendasi. Tabel 2.19 merupakan aspek pertanyaan dan bobot untuk setiap pertanyaan pada *Waste Relationship Matrix* (WRM) berdasarkan metode Rawabdeh (2005).

Tabel 2. 19 Kuisioner Keterkaitan antar Waste

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
	Apakah i	a. Selalu	4
1	mengakibatkan atau	b. Kadang-kadang	2
	menghasilkan j	c. Jarang	0
		a. Jika i naik, maka j naik	2
2	Bagaimana hubungan antara i dan j	b. Jika i naik, maka j tetap	1
2		c. Tidak tentu, tergantung	0
		keadaan	U
		a. Tampak secara langsung dan	4
3	Domnok i dikaranakan i	jelas	4
3	Dampak j dikarenakan i	b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0

Tabel 2. 19 Kuisioner Keterkaitan antar Waste (Lanjutan)

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor		
	Menghilangkan akibat i	a. Metode engineering	2		
4	terhadap j dapat dicapai	b. Sederhana dan langsung	1		
	dengan cara	c. Solusi instruksional	0		
		a. Kualitas produk	1		
		b. Produktivitas sumber daya	1		
	Dommole i dileanon alean	c. Lead time	1		
5	Dampak j dikarenakan oleh i berpengaruh	d. Kualitas dalam produktivitas	2		
3	kepada	e. Kualitas dalam <i>lead time</i>	2		
	Kepaua	f. Produktivitas dalam lead time	2		
		g. Kualitas, produktivitas, dan	4		
		lead time	4		
	Sebesar apa dampak i	a. Sangat tinggi	4		
6	terhadap j akan	b. Sedang	2		
	meningkatkan lead time	c. Rendah	0		

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Total skor pertanyaan nomor 1 sampai 3 akan dikonversikan ke dalam tabel konversi seperti pada tabel 2.20 berikut.

Tabel 2. 20 Nilai Konversi Keterkaitan antar Waste

Range	Jenis Hubungan	Simbol
9 – 10	Sangat Kuat	A
7 – 8	Kuat	Е
5 – 6	Sedang	I
3 – 4	Lemah	0
1 - 2	Sangat Lemah	U
0	Tidak Ada Hubungan	X

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

WRM terdiri dari baris dan kolom yang menunjukkan hubungan dari suatu *waste* tertentu terhadap delapan *waste* lainnya. Tabel 2.21 merupakan contoh dari *Waste Relationship Matrix*.

Tabel 2. 21 Contoh Waste Relationship Matrix

F/T	0	I	D	M	T	P	W
O	A	A	O	O	I	X	Е
I	I	A	I	I	I	X	X
D	I	I	A	I	Е	X	I

Tabel 2. 21 Contoh *Waste Relationship Matrix* (Lanjutan)

F/T	0	Ι	D	M	T	P	W
M	X	О	Е	A	X	I	A
T	U	O	I	U	A	X	I
P	I	U	I	I	X	A	I
W	О	A	О	X	X	X	A

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Pada tabel 2.21, diagonal dari matriks mempunyai nilai tertinggi yaitu A karena secara *default*, setiap jenis *waste* akan memiliki hubungan tertinggi dengan dirinya sendiri. Dari konversi simbol pada matrix tersebut selanjutnya akan dikonversikan ke dalam angka dengan nilai konversi tiap simbol yaitu A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Bobot masing-masing baris dan kolom dijumlahkan untuk mengetahui pengaruh antar *waste* dalam satuan persen. Tabel 2.22 merupakan contoh *Waste Relationship Matrix* dalam konversi angka.

Tabel 2. 22 Contoh Waste Relationship Matrix dalam Konversi Angka

F/T	0	I	D	M	T	P	W	Score	%
0	10	10	4	4	6	0	8	42	16,8
I	6	10	6	6	6	0	0	34	13,6
D	6	6	10	6	8	0	6	42	16,8
M	0	4	8	10	0	6	10	38	15,2
T	2	4	6	2	10	0	6	30	12
P	6	2	6	6	0	10	6	36	14,4
W	4	10	4	0	0	0	10	28	11,2
Score	34	46	44	34	30	16	46	250	<u>100</u>
%	13,6	18,4	17,6	13,6	12	6,4	18,4	<u>100</u>	

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

- 5. Menetapkan peringkat *occurrence* (estimasi seberapa sering muncul) untuk setiap efek yang ditimbulkan oleh akar penyebab *waste* (Oj) dan peringkat *severity* (estimasi seberapa serius) untuk setiap efek yang ditimbulkan oleh *waste* (Sj). Penentuan *severity* dan *occurrence* dilakukan oleh pihak perusahaan yang memahami aktivitas pada perusahaan.
- 6. Melakukan perhitungan *Aggregate Cause Value* (ACV) dengan persamaan sebagai berikut.

$$ACV_i = O_i \sum S_j I_{ij} \qquad (2.6)$$

Keterangan: Oj = occurrence level of the root source of waste j, Sj = severity level of waste i, Iij = impact value of root source of waste j to waste i.

7. Melakukan perhitungan *Aggregate Waste Number* (AWN) dengan persamaan sebagai berikut.

$$AWN_i = WT_kS_i \sum O_j I_{ij} \qquad (2.7)$$

Keterangan: WTk = *waste type weight* 

8. Menentukan *waste rank* pada setiap *waste*. Sementara, dalam menetapkan *waste* kritis didapatkan melalui penilaian dari *expert* perusahaan. Tabel 2.23 merupakan panduan tabel *lean matrix 1*.

Tabel 2. 23 Panduan Tabel Lean Matrix 1

		Ro		urces iste	of				
Waste Type	NVA Activity (Waste)	S 1	S 2	S 3	S 4	Waste Type Weight	Severity Level of Waste	Aggregate Waste Number	Waste Rank
Defeat	W1	Iij				WTk	Si	AWNi	1
Defect	W2					WIK			2
Waiting	W3								
waiting	W4								
Transport	W5								
ation	W6								
Overprodu	W7								
ction	W8								
Over	W9								
inventory	W10								
Motion	W11								
Motion	W12								
Over	W13								
processing	W14								
EHS	W15								
EHS	W16								
Underutili	W17								
zed people's skill	Wi								
Occurrence Level of Root Source of Waste j		Oj							
Aggregate Cause		A							

Sumber: (Karningsih, et al., 2019)

#### 2.5.2 Lean Matrix 2

Lean Matrix 2 digunakan untuk menentukan peringkat alternatif perbaikan dalam bentuk Waste Elimination Actions (WEA) berdasarkan akar penyebab waste (Sj) yang terpilih pada lean matrix 1 (Karningsih, et al., 2019). Berikut merupakan langkah-langkah dalam membuat lean matrix 2.

- 1. Menentukan beberapa alternatif rekomendasi perbaikan untuk setiap *waste* pada setiap akar penyebab *waste* yang terpilih.
- 2. Perhitungan derajat efektivitas dari rekomendasi perbaikan atau *degree of effectiveness of action* (Emj) yang diukur berdasarkan empat kategori yaitu 0 (tidak efektif) jika *WEA* tidak dapat digunakan untuk meminimalisir akar penyebab *waste*, 1 (efektivitas lemah) jika *WEA* berperan kecil dalam meminimalisir akar penyebab *waste*, 3 (efektivitas sedang) jika *WEA* berperan dalam meminimalisir akar penyebab *waste*, dan 9 (efektivitas tinggi) jika *WEA* berperan besar dalam meminimalisir akar penyebab *waste*.
- 3. Perhitungan *total effectiveness of waste elimination action* (TEm) yaitu dengan menjumlahkan total perkalian antara *Aggregate Cause* (ACi) dengan *degree of effectiveness of action* (Emj), berikut merupakan formulasi dari TEm.

$$TEm = \sum AC_i E_{mj} \qquad (2.8)$$

- 4. Perhitungan derajat kesulitan atau *degree of difficulty performing action* (Dm) dengan memperhatikan ketersediaan sumber daya. Tiga tingkat *degree of difficulty performing action* yaitu 3 (rendah) jika tingkat kesulitan penerapan *WAE* mudah, 4 (medium) jika tingkat kesulitan penerapan *WAE* sedang, dan 5 (tinggi) jika tingkat kesulitan penerapan *WAE* sulit.
- 5. Memprioritaskan alternatif perbaikan dengan menghitung *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETDm), dengan persamaan sebagai berikut,

$$ETDm = \frac{TEm}{Dm} \qquad (2.9)$$

Untuk mengetahui alternatif perbaikan yang paling diprioritaskan maka dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan *rank action priority* dari ETDm tertinggi hingga terendah. Tabel 2.24 merupakan panduan tabel *lean matrix* 2.

Tabel 2. 24 Panduan Tabel Lean Matrix 2

		Waste 1	Elimination	Action	
Waste Type	Root Source of Waste	WEAm	WEAm	WEAm	Aggregate Cause i
	Sj	Emj			ACi
	Sj				
	Sj				
Total Effectiv	veness of Waste				
Elimination A	ction m (TEm)				
Degree of diffi	iculty performing				
action m (Dm)	)				
Effectiveness t	o difficulty ratio				
(ETDm)	•				
Rank of action	priority	1	2	3	

Sumber: (Karningsih, et al., 2019)

# 2.6 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan penelitian terdahulu yang masih relevan sebagai acuan dalam pengerjaan serta memudahkan dalam menentukan langkah-langkah sistematis untuk penyusunan penelitian. Penelitian terdahulu yang digunakan membahas mengenai *lean warehouse* dan *Lean Assessment Matrix*. Sedangkan, penelitian ini merupakan gabungan antara salah satu metode *lean warehouse* yaitu *Genba Shikumi* dengan *Lean Assessment Matrix*. Tabel 2.25 menampilkan kumpulan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai dasar acuan penelitian ini dan tabel 2.26 merupakan perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian ini.

Tabel 2. 25 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	(Karningsih, et al., 2019)	Lean Assessment Matrix: A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation	Latar Belakang: Penelitian ini dilakukan karena tool yang mendukung implementasi lean manufacturing mulai dari identifikasi waste hingga saran perbaikan untuk menghilangkan waste masih sangat sedikit.  Metode: Identifikasi waste menggunakan value stream mapping dan process activity mapping. Sementara akar penyebab waste diidentifikasi dengan root cause analysis. Sedangkan pengembangan tool merupakan modifikasi house of risk matrix yang diintegrasikan dengan waste relationship matrix.	Tool yang diusulkan yaitu Lean Assessment Matrix (LAM) yang terdiri dari dua matrix yaitu lean matrix 1 dan lean matrix 2. Lean matrix 1 digunakan untuk mengidentifikasi waste dan akar penyebabnya, dan menentukan waste rank dengan mempertimbangkan hubungan antar waste. Sedangkan lean matrix 2 digunakan untuk memberikan tingkat prioritas rekomendasi perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan akar penyebab waste terpilih dari lean matrix 1.
2.	(Kusanggita, 2019)	Implentasi <i>Lean Manufacturing</i> pada Produksi Obat Anti Mabuk di PT X	Latar Belakang: Penelitian dilakukan pada PT X yang merupakan perusahaan yang bergerak pada industri farmasi. Permasalahan yang terjadi adalah kelancaran proses produksi terhambat karena proses produksi yang belum sesuai dengan <i>takt time</i> , sehingga terjadi keterlambatan pemenuhan order.  Metode: Identifikasi waste dan akar penyebabnya dengan menggunakan flowchart proses produksi, value stream mapping, dan RCA 5 Why's. Setelah itu digunakan Lean Assessment Matrix untuk menentukan waste kritis dan prioritas rekomendasi perbaikan.	<ol> <li>Pada lean matrix 1 didapatkan hubungan antar waste serta identifikasi waste kritis berupa waste waiting, transportation, dan excessive processing.</li> <li>Pada lean matrix 2 dihasilkan rekomendasi perbaikan dengan rank of action priority paling tinggi yaitu melakukan research untuk membuat formulasi tablet obat anti mabuk supaya tidak rapuh. Jika rekomendasi perbaikan tersebut diimplementasikan dengan menggunakan beberapa asumsi, akan didapatkan pengurangan waktu produksi sebesar 7,4 jam.</li> </ol>

Tabel 2. 25 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3.	(Dotoli et al., 2015)	An Integrated Approach for Warehouse Analyisis and Optimization: A Case Study	Latar Belakang: Penelitian ini dilakukan karena kurangnya pendekatan sistematis pada analisis dan optimalisasi gudang. Selain itu, literatur mengenai penilaian kinerja gudang juga masih sangat sedikit.  Metodologi: Gambaran dan analisis kegiatan gudang digunakan UML dan direpresentasikan secara terperinci oleh value stream mapping untuk mengetahui area yang memungkinkan adanya waste. Setelah itu digunakan metode Genba Shikumi untuk menentukan waste rank dan area yang paling signifikan terhadap waste atau area kritis.	Dengan menerapkan teknik yang diusulkan pada objek produsen <i>desain interior</i> di Italia mengindikasikan bahwa masalah yang mempengaruhi gudang perusahaan disebabkan karena tidak adanya manajemen gudang yang terintegrasi dan otomatis.
4.	(Andriawan, 2018)	Reduksi <i>Waste</i> pada Operasi <i>Warehouse</i> dengan Menerapkan Metode <i>Lean</i> <i>Warehousing</i>	Latar Belakang: Penelitian ini dilakukan pada PT ABC yang merupakan perusahaan pemasok produk sweetener. Masalah yang dihadapi perusahaan saat ini yaitu tingginya biaya operasional yang dikeluarkan pada salah satu rantai pasoknya yaitu area warehouse bahan baku starch dan warehouse produk jadi powder, liquid.  Metodologi: Identifikasi waste dengan menggunakan current state value stream mapping (VSM) dan process activity mapping. Metode 5 Why's digunakan untuk mendapatkan akar permasalahan dari waste. Rekomendasi solusi ditentukan berdasarkan signal kaizen burst yang diidentifikasi pada VSM current state.	didapatkan adalah belum ada kebijakan yang mengatur optimum monthly stock cover, kontaminasi bugs dari pabrik pakan ternak tetangga,

Tabel 2. 26 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian ini

NT.	D 1242	Objek	Bida	ang		Tahap	an Ana	lisis	Jum Wa		Table	Decree I. Con
No.	Peneliti	Penelitian	Manu- faktur	Ware- house	Identi- fikasi	Assess- ment	Eva- luasi	Rekomendasi Perbaikan	7	9	Tools Lean	Research Gap
1.	(Karningsih, et al., 2019)	Perusahaan Sarung Tangan Rajutan	V	1	V	V	V	V	1	V	VSM, PAM, RCA, WRM	Penelitian ini mencakup tahap lengkap implementasi <i>lean</i> , mulai dari identifikasi <i>waste</i> sampai prioritas rekomendasi perbaikan. Namun penelitian ini dibuat untuk mendukung implementasi <i>lean</i> pada manufaktur.
2.	(Kusanggita, 2019)	Perusahaan Farmasi	$\checkmark$	-	$\sqrt{}$	√	V	V	1	$\sqrt{}$	VSM, PAM, RCA, WRM	Penelitian ini merupakan implementasi dari penelitian (Karningsih, et al., 2019).
3.	(Dotoli <i>et al.</i> , 2015)	Produsen Design Interior	1	~	√	<b>V</b>	<b>V</b>	-	~	ı	UML, VSM, Matriks Muda, Matriks Korelasi, Matriks Prioritas, Matriks Area	Pada penelitian ini, identifikasi waste yang dilakukan tidak mengacu pada tujuh waste yang diusulkan oleh TPS dan identifikasi penyebab waste hanya berdasarkan man dan method
4.	(Andriawan, 2018)	Perusahaan starch dan sweetener	-	√	V	V	V	V	√	-	VSM, PAM, RCA, Signal Kaizen Burst	Pada penelitian ini, identifikasi waste hingga prioritas rekomendasi perbaikan dilakukan secara terpisah menggunakan metode yang umum digunakan pada lean manufacturing.

Tabel 2. 26 Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian ini (Lanjutan)

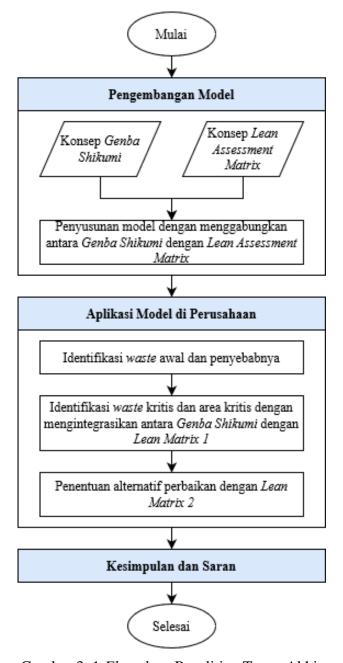
Na	Domaliti	Objek	Bidang		Tahapan Anal			lisis	Jumlah <i>Waste</i>		Jumlah Waste			December Com
No.	Peneliti	Penelitian	Manu- faktur	Ware- house	Identi- fikasi	Assess- ment	Eva- luasi	Rekomendasi Perbaikan	7	9	Tools Lean	Research Gap		
5.	Penelitian Saat Ini (2020)	Perusahaan starch dan sweetener	-	7	٧	٧	V	V	V	1	VSM, PAM, RCA, WRM, Matriks Prioritas, Matriks Area	Pada penelitian ini, implementasi lean warehouse dilakukan secara komprehensif mulai dari identifikasi waste hingga prioritas rekomendasi perbaikan. Model ini merupakan pengembangan dari Lean Assessment Matrix dan Genba Shikumi.		

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

# **BAB III**

# **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan dari penelitian tugas akhir yang dijadikan sebagai pedoman dalam mencapai tujuan penelitian. Adapun tahapan tersebut disusun secara sistematis dalam bentuk *flowchart* penelitian dan penjelasan setiap detail dari tiap tahapan pada *flowchart* tersebut.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian Tugas Akhir

# 3.1 Pengembangan Model

Tahap ini merupakan tahap awal dalam metodologi penelitian yang telah disusun. Tujuannya yaitu memperoleh model dengan mengintegrasikan *Genba Shikumi Method* dengan *Lean Assessment Matrix* yang berorientasi pada konsep *lean* sehingga dapat mewujudkan aktivitas pergudangan yang efektif dan efisien. Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang membahas tentang metode *Genba Shikumi* yang diusulkan oleh Dotoli et al. (2012, 2013, 2015) dan metode *Lean Assessment Matrix* yang diusulkan oleh Karningsih et al. (2019).

Konsep lean warehouse fokus terhadap identifikasi waste yang terjadi di area gudang secara umum, terdapat tujuh macam waste yang diamati yaitu inventory, transportation, motion, waiting, overprocessing, overproduction, dan defect. Untuk dapat membantu perusahaan secara komprehensif dalam menerapkan lean warehouse, maka diperlukan alat yang mampu mendukung implementasi lean warehouse. Secara umum, menurut Gupta dan Jain (2013), implementasi lean terdiri dari empat tahap yaitu: (1) identifikasi waste yang terjadi pada suatu sistem, (2) menentukan jenis *waste* dan mencari akar penyebab *waste*, (3) mengembangkan rencana perbaikan untuk setiap waste, (4) menguji dan mengaplikasikan rencana perbaikan. Pada lean manufacturing terdapat tool yang dapat membantu implementasi lean mulai dari identifikasi waste hingga prioritas rekomedasi perbaikan yaitu Lean Assessment Matrix. Sementara pada lean warehouse belum banyak penelitian yang mengusulkan tool untuk membantu implementasi selain tool yang umum dipergunakan. Salah satu tool yang dapat digunakan untuk membantu implementasi lean warehouse adalah Genba Shikumi. Sehingga, untuk mendapatkan tool yang komprehensif dalam mendukung implementasi lean warehouse adalah dengan mengintegrasikan antara Genba Shikumi dengan Lean Assessment Matrix.

Lean Assessment Matrix terdiri dari dua matriks yaitu lean matrix 1 dan lean matrix 2. Lean matrix 1 digunakan untuk mengidentifikasi waste, akar penyebab waste, dan menentukan peringkat waste dengan mempertimbangkan hubungan antar waste. Sedangkan Lean matrix 2 digunakan untuk menentukan peringkat alternatif perbaikan berdasarkan akar penyebab waste yang terpilih pada lean matrix 1.

Sementara Genba Shikumi terdiri dari empat matriks, yaitu matrik muda, matriks korelasi, matriks prioritas, dan matriks area. Matriks muda digunakan untuk mengidentifikasi setiap masalah yang dinilai berdasarkan jenis waste dan penyebabnya. Matriks korelasi digunakan untuk mengkorelasikan setiap masalah terhadap masalah yang lain. Matriks prioritas digunakan untuk mengidentifikasi setiap masalah pada setiap indikator kinerja yang dipilih. Sementara matriks area digunakan untuk mengidentifikasi area yang paling berpengaruh terhadap masalah atau area kritis. Pada pengembangan tool ini, matriks Genba Shikumi yang digunakan adalah matriks prioritas dan matriks area karena mempunyai *output* area kritis dengan salah satu yang dipertimbangkan adalah performance indicator. Pada matriks muda, identifikasi waste yang dilakukan tidak mengacu pada tujuh waste yang diusulkan oleh Toyoya Production System (TPS) dan identifikasi penyebab waste hanya berdasarkan man dan method. Sementara pada matriks korelasi hubungan antar waste digambarkan dengan Waste Type Weight yang ada pada Lean Assessment Matrix. Dengan demikian, matriks muda dan matriks korelasi tidak dipergunakan dalam pengembangan tool ini.

Pada tahap pengembangan tool terdapat beberapa modifikasi untuk mengintegrasikan Lean Assessment Matrix dan Genba Shikumi. Pada lean matrix 1, diperlukan modifikasi kerangka dan formula untuk mendapatkan output baru yaitu area kritis, seperti output yang dihasilkan dari Genba Shikumi. Modifikasi kerangka diperlukan untuk mengklasifikasikan warehouse berdasarkan pada konsep lean warehouse dan menambahkan aspek penilaian pada waste yaitu area kritis dan performance indicator. Performance indicator memiliki fungsi yang sama dengan severity yaitu menilai dampak akibat waste, sehingga diperlukan modifikasi formula pada nilai Aggregate Cause Value (ACV) dan Aggregate Waste Number (AWN), dengan menggantikan nilai severity (Sj) dengan nilai Priority Vector (PV) yang didapatkan dari penjumlahan nilai indikator yang dipilih. Nilai AWN tersebut akan dijadikan input dalam mencari nilai Area Vector (AV). Sementara nilai AV terbesar merupakan area kritis.

Sedangkan *lean matrix 2* digunakan untuk memilih strategi perbaikan agar akar penyebab *waste* dapat diminimalkan atau dieliminasi. Pada pengembangan *lean matrix 2* hanya terdapat modifikasi kerangka matriks untuk penentuan *root* 

source of waste berdasarkan area kritis yang terpilih yaitu nilai AV yang terbesar. Sedangkan untuk waste kritis tidak lagi menjadi acuan dalam penentuan root source of waste, namun tetap digunakan untuk mengetahui waste yang paling berpengaruh. Pada lean matrix 2 juga ditambahkan klasifikasi warehouse berdasarkan waste terkait pada lean matrix 1.

Modifikasi lain yang digunakan pada *Lean Assessment Matrix* adalah jumlah waste yang digunakan. Pada *Lean Assessment Matrix* jumlah waste yang digunakan ada sembilan waste, dikarenakan pada *lean warehouse* pengembangan waste baru tujuh, maka waste yang digunakan pada penelitian ini adalah tujuh waste.

# 3.2 Aplikasi Model di Perusahaan

Pada tahap ini dilakukan aplikasi model pada *warehouse* perusahaan untuk mengetahui kinerja operasional gudang pada perusahaan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam aplikasi model pada perusahaan adalah sebagai berikut,

# 3.2.1 Identifikasi Waste Awal dan Penyebabnya

Tahap awal yang dilakukan adalah memahami aktivitas pergudangan pada objek amatan mulai dari aktivitas penerimaan, penyimpanan, dan pemuatan. Untuk mengetahui aktivitas tersebut, dilakukan dengan melakukan observasi secara langsung dan berdiskusi dengan bagian *warehouse* selaku pihak yang memahami dan menjalankan aktivitas pergudangan dalam perusahaan. Observasi dan wawancara yang dilakukan berisi pertanyaan mengenai alur setiap aktivitas dan permasalahan yang sering terjadi pada setiap aktivitas. Identifikasi aktivitas pergudangan dilakukan dengan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM).

VSM digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting aktivitas pergudangan dengan memperhatikan aliran fisik dan aliran informasi dari datangnya produk ke gudang sampai produk tersebut dikirim. Data yang diperlukan untuk pembuatan VSM diperoleh melalui observasi secara langsung dan berdiskusi dengan pihak di bagian *warehouse*. Data tersebut diantaranya,

- 1. Permintaan *customer*, yang meliputi jumlah *order* per hari, jumlah palet per order, jumlah order per truk, jumlah truk yang dilayani per harinya.
- Inventory. Data ini akan dikaitkan dengan informasi jumlah produk yang disimpan di gudang.
- 3. *Breakdown*, yaitu jumlah waktu dimana peralatan tidak dapat beroperasi yang disebabkan oleh kerusakan.
- 4. *Defect rate* merupakan tingkat cacat suatu produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.
- 5. *Cycle Time*. Data ini berupa waktu siklus atau waktu yang dibutuhkan dalam melakukan aktivitas pada satu siklus.
- 6. Jumlah operator. Data ini akan berkaitan dengan informasi jumlah operator yang mengerjakan aktivitas tertentu.
- 7. *Change Over Time* atau C/O. Data yang berkaitan dengan perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan proses, seperti pergantian dari satu *shift* ke *shift* yang lain.
- 8. *Availability*, yaitu data waktu efektif dibagi dengan waktu tersedia. Berikut merupakan formulasinya,

$$Availability = \frac{Total\ waktu\ tersedia - (waktu\ breakdown)}{Total\ waktu\ tersedia} \times 100 \qquad .....(3.1)$$

$$Output\ dari\ pemetaan\ alur\ VSM\ adalah\ sebagai\ berikut,$$

- 1. *Takt time*, yaitu perhitungan waktu kerja efektif dibagi dengan *demand* per hari.
- 2. *Order lead time*, yaitu perhitungan waktu dari order mulai di proses sampai pengiriman.
- 3. *Processing order time*, didapatkan dari hasil penjumlahan seluruh *cycle time*.

Selanjutnya, berbagai aktivitas tersebut kemudian diuraikan lagi agar menjadi lebih detail menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM). Tujuannya yaitu mempermudah identifikasi aktivitas-aktivitas yang dapat menimbulkan *waste*. PAM mengklasifikasikan aktivitas menjadi lima kategori yaitu *operation, transport, inspect, storage,* dan *delay*. Klasifikasi juga dilakukan berdasarkan tipe aktivitasnya yaitu *Value Added* (VA), *Non-Value Added but Necessary* (NNVA),

dan *Non-Value Added* (NVA). Data yang diperlukan dalam pembuatan PAM adalah sebagai berikut,

- 1. Detail aktivitas yang diamati.
- 2. Pembagian aktivitas menjadi lima kategori (*operation, transport, inspect, storage,* dan *delay*).
- 3. Jarak antar aktivitas.
- 4. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas.
- 5. Jumlah operator pada setiap aktivitas.
- 6. Pembagian aktivitas berdasarkan nilai (VA, NVA, dan NNVA).
- 7. Keterangan lain seperti peralatan yang digunakan pada setiap aktivitas.

Dari hasil VSM dan PAM dilakukan identifikasi waste untuk mengetahui jenis penggolongan waste pada aktivitas pergudangan berdasarkan hasil pemetaan aktivitas non-value added. Terdapat tujuh macam waste yang diamati yaitu inventory, transportation, motion, waiting, overprocessing, overproduction, dan defect. Identifikasi waste tersebut akan dilakukan dengan pengamatan secara langsung dan brainstorming dengan pihak expert gudang. Dengan adanya klasifikasi waste, aktivitas yang dapat dikurangi ataupun dihilangkan dapat diketahui, sehingga dapat menurunkan lead time proses di gudang secara keseluruhan.

Setelah diketahui permasalahan yang ada pada gudang dan penggolongan dari masing-masing waste, kemudian dilakukan identifikasi akar waste dengan menggunakan Root Causes Analysis (RCA). Metode RCA yang digunakan adalah 5 Why's dan fishbone. 5 Why's digunakan untuk mengetahui masalah yang mendasari munculnya waste dilakukan dengan mengajukan pertanyaan hingga beberapa kali. Sedangkan fishbone digunakan untuk mencari akar permasalahan yang terjadi dari banyak kemungkinan dengan faktor 6M yaitu man, machine, material, method, measurement, dan mother nature. Penentuan akar waste dengan RCA dilakukan berdasarkan hasil pengumpulan data dengan pengamatan langsung dan wawancara dengan pihak gudang.

# 3.2.2 Identifikasi Waste Kritis dan Area Kritis

Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui waste kritis beserta area yang paling berpengaruh terhadap waste tersebut. Berikut merupakan langkah-langkah dalam mengetahui waste kritis beserta area yang paling berpengaruh terhadap waste.

1. Melakukan pengklasifikasian *warehouse* berdasarkan *waste* yang teridentifikasi.

Pada penelitian ini *warehouse* diklasifikasikan menjadi dua yaitu *warehouse internal* dan *warehouse external*. Pengklasifikasian ini berdasarkan area *waste* yang terjadi pada gudang.

2. Perhitungan nilai dampak dari masing-masing sumber akar *waste* (Iij)

Penentuan nilai dampak pada masing-masing sumber penyebab *waste* dilakukan oleh pihak *expert* gudang dengan nilai 0, 1, 3, dan 9. Nilai dampak 0 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* tidak menyebabkan terjadinya *waste* terkait, 1 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak rendah terhadap *waste* terkait, 3 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak sedang terhadap *waste* terkait, sementara nilai dampak 9 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak yang tinggi terhadap *waste* terkait.

# 3. Penentuan *Waste Type Weight* (WTk)

Nilai WTk didapatkan dengan melakukan perhitungan keterkaitan antar waste dengan menggunakan Waste Relationship Matrix Questionnaire. Untuk mengetahui keterkaitan antar waste digunakan kuisioner dengan menggunakan aspek pertanyaan dan bobot nomor 1 sampai 3 pada tabel 2.19. Kuisioner tersebut akan ditujukan kepada pihak gudang.

Penentuan nilai WTk dilakukan berdasarkan total skor *Waste Relationship Matrix Questionnaire* yang dikonversikan kedalam tabel konversi seperti pada tabel 2.20. Selanjutnya simbol matriks tersebut dikonversikan kembali kedalam angka dengan nilai konversi pada setiap simbol A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Nilai WTk merupakan penjumlahan pada masingmasing baris dan kolom dalam satuan persen seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.22.

4. Penentuan peringkat occurrence level of root source of waste.

Penentuan peringkat *occurrence* dilakukan oleh pihak gudang yang berada pada *range* 1 sampai 10. Pada estimasi nilai *occurrence* juga diperlukan penyusunan kriteria yang dilakukan berdasarkan hasil diskusi dengan pihak gudang untuk menyamakan presepsi serta kuisioner untuk menggambarkan kondisi aktual perusahaan.

5. Menentukan nilai PV yang merupakan penjumlahan dari masing-masing nilai *performance indicator* terpilih.

Penentuan *performance indicator* didapatkan dari literatur pada subbab 2.3 dan *brainstorming* dengan pihak gudang berdasarkan pencapaian *key performance indicator*. Nilai dari masing-masing indikator tersebut didapatkan dari penyebaran kuisioner kepada pihak gudang dan bernilai 0, 1, 2, dimana bernilai 0 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang tidak berpengaruh pada indikator yang dipilih, bernilai 1 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang rendah pada indikator yang dipilih, dan bernilai 2 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang tinggi pada indikator yang dipilih.

6. Perhitungan *Aggregate Cause Value* (ACV) dan *Aggregate Waste Number* (AWN)

# 7. Penentuan Waste Rank

Penentuan *waste* kritis dilakukan berdasarkan nilai *waste rank. Waste rank* didapatkan dari hasil pengolahan data dengan mengurutkan AWN tertinggi hingga terendah.

### 8. Penentuan area kritis

Penentuan area kritis dilakukan untuk mengetahui area paling berpengaruh terhadap *waste*. Area dikatakan kritis jika penjumlahan dari masing-masing area memiliki nilai terbesar.

# 3.2.3 Penyusunan Alternatif Perbaikan

Pada tahap ini, akan diberikan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan oleh perusahaan. Rekomendasi perbaikan dibuat berdasarkan akar penyebab *waste* pada area yang paling berpengaruh terhadap *waste* (area kritis) dan

area peningkatan berdasarkan klasifikasi dari *warehouse* seperti yang ditampilkan pada tabel 1.2. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan terlebih dahulu didiskusikan dengan pihak perusahaan sehingga kelak dapat diimplementasikan. Penyusunan sejumlah alternatif perbaikan tersebut membentuk *Waste Elimination Actions* (WEA).

Untuk mendapatkan prioritas dari sejumlah alternatif perbaikan tersebut dilakukan dengan menggunakan *lean matrix* 2. Berikut merupakan tahapan dalam penyusunan *lean matrix* 2.

- 1. Penentuan *Degree of Effectiveness of Action* (Em) untuk mengetahui seberapa efektif perbaikan yang telah diusulkan bila diimplementasikan. Penentuan Emj diperoleh dari pihak gudang yang diukur dengan empat nilai, 0 (tidak efektif) jika *WEA* tidak dapat digunakan untuk meminimalisir akar penyebab *waste*, 1 (efektivitas lemah) jika *WEA* berperan kecil dalam meminimalisir akar penyebab *waste*, 3 (efektivitas sedang) jika *WEA* berperan dalam meminimalisir akar penyebab *waste*, dan 9 (efektivitas tinggi) jika *WEA* berperan besar dalam meminimalisir akar penyebab *waste*.
- 2. Perhitungan *Total Effectiveness of Waste Elimination Action* (TEm) yang dihitung dengan menjumlahkan total perkalian *Aggregate Cause* (AC) dari *lean matrix 1* dengan *Degree of Effectiveness of Action* (Em).
- 3. Penentuan *Degree of Difficulty Performing Action* (Dm) untuk mengetahui derajat kesulitan implementasi alternatif perbaikan dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya, biaya, dan waktu dalam penerapan rekomendasi perbaikan. Penentuan Dm dilakukan oleh pihak gudang dengan *output* sebuah nilai dengan skala tiga sampai lima, dimana 3 (rendah) jika tingkat kesulitan penerapan *WAE* mudah, 4 (medium) jika tingkat kesulitan penerapan *WAE* sedang, dan 5 (tinggi) jika tingkat kesulitan penerapan *WAE* sulit.
- 4. Perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETDm), yang digunakan untuk memprioritaskan alternatif rekomendasi perbaikan dengan membagi antara TEm dengan Dm.
- 5. Pemilihan alternatif perbaikan berdasarkan *Rank of Action Priority* yaitu peringkat tertinggi pada ETDm.

# 3.3 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan ini merupakan hasil akhir dari pelaksanaan serangkaian alur penelitian yang telah dirancang sebelumnya. Penarikan kesimpulan disusun guna menjawab tujuan dari penelitian yang telah dirumuskan. Selanjutnya yaitu pemberian saran terhadap penelitian yang akan dilakukan selanjutnya agar menjadi lebih baik.

### **BAB IV**

## PENGEMBANGAN MODEL

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengembangan *lean tool* yang komprehensif pada *lean warehouse* yang dapat digunakan untuk identifikasi area kritis dan memilih alternatif perbaikan sesuai dengan area kritis yang terpilih. Adapun isi dari bab ini meliputi pengembangan *tool* dan modifikasi *lean matrix*.

## 4.1 Pengembangan *Tool*

Pengembangan tool dalam penelitian ini disusun dari tiga bagian utama yaitu Lean Warehouse (LW), Genba Shikumi (GS), dan Lean Assessment Matrix (LAM). Konsep lean warehouse mempertimbangkan tentang identifikasi waste yang terjadi di gudang dan klasifikasi warehouse untuk mengetahui potensi area peningkatan pada operasi gudang. Genba Shikumi mempertimbangkan matriks prioritas untuk mengidentifikasi setiap waste pada setiap indikator yang dipilih dan matriks area untuk mengidentifikasi area yang paling berpengaruh terhadap waste atau area kritis. Sementara Lean Assessment Matrix mempertimbangkan lean matrix 1 dan lean matrix 2 yang mencakup tahap lengkap dalam implementasi lean mulai dari identifikasi waste hingga prioritas rekomendasi perbaikan. Ketiga bagian utama tersebut kemudian diintegrasikan menjadi sebuah model yang disebut dengan Lean Matrix for Warehouse (LMW) untuk membantu perusahaan secara komprehensif dalam implementasi lean warehouse. Pengembangan tool dilakukan dengan mempertimbangkan tahap lengkap implementasi lean dari setiap bagian utama penyusunan model sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Komponen Model Pengembangan Tool Berdasarkan GS dan LAM

Tahap Implementasi Lean	GS	LAM	Pengembangan Tool
Identifikasi waste		$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
Menentukan jenis <i>waste</i> dan akar penyebab <i>waste</i>	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$	$\sqrt{}$
Mengembangkan rencana perbaikan untuk setiap <i>waste</i>	-	$\checkmark$	$\checkmark$
Menguji dan mengaplikasikan rencana perbaikan	-	$\checkmark$	$\sqrt{}$

Berdasarkan tabel 4.1 diatas, dapat diketahui bahwa model pengembangan tool yang akan disusun mencakup tahap lengkap implementasi lean. Dari kedua metode tersebut, Lean Assessment Matrix berkontribusi besar dalam pengembangan tool ini karena telah mencakup tahap lengkap implementasi lean. Namun, pengembangan tool ini lebih aplikatif karena tidak hanya mengidentifikasi waste, menentukan akar penyebab waste, dan menentukan waste kritis, tetapi juga menghasilkan output area kritis berdasarkan pertimbangan performance indicator dan menentukan prioritas rekomendasi perbaikan untuk mereduksi waste berdasarkan area kritis.

Pengembangan tool pada penelitian ini meliputi modifikasi lean matrix 1 dan modifikasi lean matrix 2. Pada lean matrix 1 yang mulanya mengidentifikasi waste, akar penyebab waste, dan menentukan peringkat waste akan di tambah dengan menentukan area kritis pada gudang dengan tambahan pertimbangan yaitu performance indicator yang dipilih pada masing-masing gudang. Sedangkan pada lean matrix 2 yang mulanya memprioritaskan alternatif rekomendasi perbaikan untuk mengurangi atau menghilangkan akar penyebab waste yang terpilih di lean matrix 1 berdasarkan waste kritis akan digantikan dengan area kritis yang terpilih.

## 4.2 Modifikasi Lean Matrix

Pada pengembangan *tool* diperlukan modifikasi untuk mengintegrasikan antara *Genba Shikumi* dan *Lean Assessment Matrix*. Pada pengembangan *tool* ini kerangka dan terminologi *Lean Assessment Matrix* yang dominan digunakan. Modifikasi pada *lean matrix 1* yang dilakukan adalah dengan penambahan penentuan area kritis dengan pertimbangan tambahan yaitu *performance indicator* dan penambahan klasifikasi *warehouse* sebagai mana yang ditunjukkan pada tabel 4.2.

Pada tabel 4.2, kotak biru mengindikasikan bahwa modifikasi tersebut diambil dari *lean warehouse*, dimana pada *lean warehouse*, *waste* yang diidentifikasi adalah tujuh *waste* berdasarkan klasifikasi dari Abushaikha, et al., (2018) yaitu *inventory*, *transportation*, *motion*, *waiting*, *overprocessing*, *overproduction*, dan *defect*. Pada *lean warehouse* juga mengklasifikasikan

warehouse untuk mengetahui potensi area peningkatan pada operasi gudang. Sementara, untuk kotak merah mengindikasikan bahwa modifikasi tersebut diambil dari metode *Genba Shikumi*, dimana untuk menilai dampak akibat waste terhadap pencapaian key performance indicator dan area yang berpengaruh terhadap waste tersebut.

Berdasarkan tabel 4.2, pada hasil modifikasi terdapat beberapa perbedaan sehingga diperlukan proses penyusunan ulang langkah-langkah dalam membuat *lean matrix 1*, sebagai berikut:

- 1. Mengidentifikasi aktivitas yang termasuk kedalam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (non-value-added activities) dengan menggunakan tool Value Stream Mapping (VSM) dan Process Activity Mapping (PAM) yang kemudian diklasifikasikan kedalam tujuh waste.
- 2. Melakukan pengklasifikasian *warehouse* berdasarkan *waste* yang teridentifikasi. Pada penelitian ini *warehouse* diklasifikasikan menjadi dua yaitu *warehouse internal* dan *warehouse external*. Pengklasifikasian ini berdasarkan area *waste* yang terjadi pada gudang.
- 3. Menentukan akar penyebab *waste* dari masing-masing *non-value-added activities* (Sj) dengan menggunakan *tool Root Cause Analysis 5 Why's* dan *fishbone*.
- 4. Menentukan dampak dari masing-masing sumber penyebab *waste* dengan memberikan nilai 0, 1, 3, dan 9 (Iij). Nilai dampak 0 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* tidak menyebabkan terjadinya *waste* terkait, 1 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak rendah terhadap *waste* terkait, 3 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak sedang terhadap *waste* terkait, sementara nilai dampak 9 mengindikasikan bahwa sumber penyebab *waste* memiliki dampak yang tinggi terhadap *waste* terkait.
- 5. Menentukan nilai *Waste Type Weight* (WTk) dengan menghitung hubungan antara tujuh *waste* dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix Questionnaire*.
- 6. Menetapkan peringkat *occurrence* (estimasi seberapa sering muncul) untuk setiap efek yang ditimbulkan oleh akar penyebab *waste* (Oj). Nilai

occurrence berada pada range 1 sampai 10 dengan kriteria masing-masing range dilakukan berdasarkan hasil diskusi terlebih dahulu dengan pihak perusahaan.

- 7. Menentukan *performance indicator* yang menilai besarnya dampak (*severity*) akibat *waste*. Penentuan *performance indicator* didapatkan dari literatur pada subbab 2.3 dan *brainstorming* dengan pihak gudang berdasarkan pencapaian *key performance indicator*.
- 8. Menentukan nilai PV yang merupakan penjumlahan dari masing-masing nilai *performance indicator* terpilih. Berikut merupakan formula dari PV.

$$pv_i = \sum_{j=1}^k p_{ij} \ dimana \ i = 1, \dots, p \qquad \dots$$

$$(4.1)$$

Keterangan:

k = indikator kinerja yang dipilih

p = waste

Nilai dari  $p_{ij}$  adalah 0, 1, 2, dimana bernilai 0 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang tidak berpengaruh pada indikator yang dipilih, bernilai 1 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang rendah pada indikator yang dipilih, dan bernilai 2 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang tinggi pada indikator yang dipilih.

9. Melakukan perhitungan *Aggregate Cause Value* (ACV), karena terdapat perubahan nilai *severity* (Sj) yang digantikan dengan nilai *performance indicator* (PVi), maka semua formula yang mengandung Sj akan digantikan dengan PV. Persamaan ACV yang baru adalah sebagai berikut,

$$ACV_i = O_i \sum PV_i I_{ij} \qquad (4.2)$$

10. Melakukan perhitungan *Aggregate Waste Number* (AWN), persamaan AWN yang baru adalah sebagai berikut.

$$AWN_i = WT_k PV_i \sum O_j I_{ij} \qquad (4.3)$$

- 11. Menentukan *waste rank* untuk mengetahui *waste* kritis. *Waste rank* didapatkan dari hasil pengolahan data dengan mengurutkan AWN tertinggi hingga terendah.
- Menentukan area kritis atau area yang paling berpengaruh terhadap waste.
   Area kritis didapatkan dari nilai AV yang terbesar, nilai AV didapatkan dari persamaan sebagai berikut,

$$av_i = \sum_{i=1}^p a_{ij} dimana j = 1, ..., a$$
 ......(4.4)  
Keterangan:

a = area

Nilai dari  $a_{ij}$  didapatkan dari penyebaran kuisioner terhadap pihak gudang dengan nilai 1 atau 0. Bernilai 1 jika waste yang diidentifikasi berpengaruh terhadap area yang dipilih sementara bernilai 0 jika waste yang diidentifikasi tidak berpengaruh terhadap area yang dipilih. Pada pengolahan data, area yang bernilai 1 akan digantikan dengan nilai AWN pada setiap waste yang teridentifikasi pada area tersebut.

Sementara *lean matrix 2* digunakan untuk memilih strategi perbaikan agar akar penyebab *waste* dapat diminimalkan atau dieliminasi. Pada pengembangan *lean matrix 2* hanya terdapat modifikasi kerangka matriks karena penentuan *root source of waste* dikelompokkan berdasarkan area kritis yang memiliki nilai AV terbesar pada *lean matrix 1*. Pada modifikasi kerangka *lean matrix 2* juga terdapat penambahan klasifikasi *warehouse* yang didapatkan dari *lean matrix 1*, tujuan dari penambahan ini adalah untuk membantu dalam penyusunan *waste elimination action* agar mengetahui area peningkatan dari klasifikasi *warehouse* seperti yang ditampilkan pada tabel 1.2.

Formulasi rekomendasi waste elimination action (langkah pengurangan pemborosan) yang diklasifikasikan berdasarkan area kritis menjadikan rekomendasi lebih komprehensif karena mempertimbangkan beberapa root source of waste dalam suatu area yang sama. Sehingga, biaya yang dikeluarkan untuk menerapkan waste elimination action akan jauh lebih murah karena satu waste elimination action dapat mencakup beberapa root source of waste. Berbeda dengan lean matrix 1 sebelumnya, dimana satu waste elimination action mencakup satu root source of waste. Tabel 4.3 merupakan modifikasi lean matrix 2. Sedangkan langkah-langkah dalam pembuatan lean matrix 2 secara keseluruhan tidak ada perubahan.

Tabel 4. 2 Modifikasi *Lean Matrix 1* 

Warehouse	Waste Type	NVA Activity	Root Soi	ırces (	of Wa	ste	Waste Type		rformai ndicato		PV	Aggregate Waste	Waste		Area	
Classification	wasie 1 ype	(Waste)	S1	S2	<b>S3</b>	S4	Weight	KPI 1	KPI 2	KPI k	1 1	Number	Rank	Area 1	Area 2	Area k
	Defeat	W1	Iij				WTk	Pij	Pij	Pij		AWNi	1			
	Defect	W2					WIK						2			
W	Waiting	W3														
Warehouse Internal		W4														
<i>Internat</i>	Transportation ——	W5														
		W6														
	Overproduction —	W7														
		W8														
	O	<b>W</b> 9														
XX7 7	Over inventory	W10														
Warehouse External	Matian	W11														
Lxternat	Motion	W12														
	0	W13														
	Over processing	Wi														
Occurrence Le	vel of Root Source o	of Waste j	Oj				177									
Aggr	egate Cause Value		ACVi					AV								

Tabel 4. 3 Modifikasi *Lean Matrix* 2

			Waste 1	Elimination	Action	
Area Kritis	Warehouse Classification	Root Source of Waste	WEAm	WEAm	WEAm	Aggregate Cause i
		Sj	Emj			ACi
		Sj				
		Sj				
Total Effective m (TEm)	eness of Waste Eli	mination Action				
Degree of diff	iculty performing	action m (Dm)				
Effectiveness	to difficulty ratio (	ETDm)				
Rank of action	n priority		1	2	3	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

### **BAB V**

## STUDI KASUS APLIKASI PENGEMBANGAN TOOL

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai aplikasi pengembangan *tool* pada PT. X. Tujuannya yaitu melakukan validasi terhadap model yang telah disusun. Adapun isi dari bab ini meliputi profil perusahaan, pengolahan data, dan aplikasi pengembangan *tool*.

### 5.1 Profil Perusahaan

PT. X merupakan salah satu perusahaan manufaktur *starch* dan *sweetener* terbesar di Indonesia, yang didirikan di Surabaya pada tahun 1983. Saat ini, PT. X mengoperasikan dua pabrik *sweetener* di wilayah Jawa Timur – Pandaan dan wilayah Jawa Barat – Cikande Banten. PT. X memasok produknya ke banyak perusahaan seperti perusahaan industri makanan, farmasi, dan *personal care cosmetics*. Berikut merupakan visi dan misi dari PT. X,

Visi: Menjadi mitra pilihan untuk para pelanggan kami, menyediakan berbagai macam produk dan solusi mengenai pati, pemanis, dan aneka turunannya.

Misi: Menciptakan nilai khusus untuk semua pihak terkait.

## 5.2 Pengolahan Data

Data yang digunakan untuk studi kasus aplikasi pengembangan *tool* pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dengan melakukan penyebaran kuisioner, wawancara kepada pihak *expert* gudang, dan juga dari tesis yang dilakukan oleh Andriawan (2018) yang telah melakukan penelitian terlebih dahulu mengenai implementasi *lean warehouse* di PT. X.

Pada penelitian Andriawan (2018), studi dilakukan di tiga warehouse yaitu warehouse finished goods powder, warehouse finished goods liquid, dan warehouse raw material. Warehouse PT. X terdiri dari warehouse internal dan eksternal. Warehouse internal fokus kepada penyimpanan produk jadi yang terdiri dari powder dalam bentuk sak 25 kg dan liquid dalam bentuk drum 200kg dan IBC 1000 kg. Sedangkan, warehouse eksternal fokus pada penyimpanan bahan baku starch dalam bentuk bag/sak 25 kg.

PT.X memiliki tiga warehouse internal yaitu warehouse 27 untuk menyimpan produk jadi powder, warehouse MM untuk menyimpan produk jadi powder setelah warehouse 27 sudah penuh, dan warehouse 44 untuk menyimpan produk jadi liquid. PT.X juga memiliki warehouse eksternal yang berjumlah tiga dengan radius sekitar 20 km yaitu warehouse Beji, Berkat, dan Pandirejo. Dua diantaranya yaitu warehouse Beji dan dan Berkat merupakan gudang milik PT. X, sementara warehouse Pandirejo merupakan milik Third Party Logistic (3PL). Ketiga warehouse eksternal tersebut digunakan untuk menyimpan bahan baku starch baik tapioka maupun jagung, namun warehouse Pandirejo juga digunakan untuk treatment finished goods powder sebelum dikirim ke customer.

Aliran proses baik pada *warehouse* internal maupun eksternal secara keseluruhan sama, hanya terdapat perbedaan dalam hal spesial *treatment* sebelum dikirim ke *customer*. *Treatment* pada produk *powder* atau sak/*bag* 25 kg menggunakan *vacuum* dan *wrapping* dengan plastik serta proses fumigasi untuk mencegah adanya *bugs* yang ikut terkirim ke *customer*. Sedangkan, *treatment* untuk produk *liquid* hanya dengan menggunakan lap basah untuk membersihkan dan memastikan permukaan *packaging* dalam keadaan bersih.

Pada penelitian Andriawan (2018), identifikasi waste dilakukan dengan menggunakan tool Value Stream Mapping (VSM) dan Process Activity Mapping (PAM). Kemudian, dilakukan analisis akar penyebab waste dengan menggunakan 5 why's dan fishbone. Hasil dari rekapitulasi waste dan akar penyebab waste digambarkan dengan lambang kaizen burst untuk area yang terdapat opportunity perbaikan yang selanjutnya dilakukan penyusunan rekomendasi solusi dari hasil analisis kaizen burst. Langkah terakhir yang dilakukan dari penelitian ini adalah pemetaan future state value stream mapping yang sudah mempertimbangkan hasil rekomendasi solusi untuk menilai parameter yang sudah diperbaiki.

## 5.3 Aplikasi Pengembangan *Tool*

Warehouse yang digunakan dalam aplikasi pengembangan tool ini adalah warehouse yang menyimpan produk jadi powder baik internal maupun eksternal. Dari ketiga warehouse yang diidentifikasi, warehouse finished goods powder memiliki aktivitas non-value added yang terbesar yaitu sebesar 50% dari

keseluruhan aktivitas yang dilakukan (Andriawan, 2018). Pada warehouse finished goods powder juga terdapat proses yang cukup kompleks dengan adanya treatment (vakum dan fumigasi) yang dilakukan di warehouse eksternal sebelum dikirimkan ke customer, kegiatan ini bertujuan untuk memastikan tidak ada bugs atau serangga yang ikut terkirim. Berikut merupakan proses implementasi pengembangan tool.

#### 5.3.1 Lean Matrix 1

Pada *Lean Matrix 1* terdapat beberapa tahap yang dilakukan, meliputi identifikasi *waste*, menentukan akar penyebab *waste*, menentukan bobot hubungan antar *waste*, melakukan *assessment* terhadap *impact value*, *occurrence*, *performance indicator*, dan area, menghitung nilai *Aggregate Cause Value* (ACV), *Aggregate Waste Number* (AWN), *Priority Vector* (PV), dan *Area Vector* (AV) untuk mendapatkan area kritis.

### 1. Identifikasi waste

Proses identifikasi waste dilakukan oleh Andriawan (2018) dengan menggunakan tools Value Stream Mapping dan Process Activity Mapping. Output dari proses mapping adalah jenis-jenis aktivitas yang menimbulkan waste. Selain itu, digunakan tabel SIPOC (supplier, input, process, output, dan control) untuk menjelaskan aliran proses pada warehouse finished goods powder seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 SIPOC End to End Aliran Proses Warehouse Finished Goods Powder

Supplier	Input	Process	Output	Customer
Area	Product	Warehouse	Container	Customer
• Production	Powder	<ul> <li>Receiving,</li> </ul>	• Wing	• Export
Maldex	<ul> <li>Maltodex</li> </ul>	Inspection, Storing,	Box	• Domestic
• Production	trine	Recording, Picking,	• 20 feets	
DMH	• <i>DMH</i>	Loading,	• 40 feets	
		Transferring,	• Colt	
	Packaging	Unloading, Storing,	Diesel	
	Sak 25 kg	Fumigation,	Double	
		Picking, Treatment,	(CDD)	
	Tools	Loading, Weighing,		
	Forklift	Delivery		

Sumber: Andriawan (2018)

Dari tabel 5.1 diatas, berikut merupakan penjelasan dari masing-masing SIPOC,

- Supplier Produk yang diproses pada warehouse adalah produk yang berasal dari dua production line dari setiap kategori produk yang dihasilkan yaitu production maltodextrine (maldex) dan dextrose monohydrate (DMH).
- Input Produk yang diproses pada warehouse ini adalah produk powder dengan kategori maltodextrine dan dextrose monohydrate dalam kemasan sak 25 kg. Produk tersebut ditransfer dari production line ke warehouse dengan menggunakan forklift menuju warehouse 27 dan MM. Warehouse MM juga digunakan untuk menyimpan produk powder apabila warehouse 27 sudah penuh, tapi untuk proses penerimaannya tetap dilakukan terlebih dahulu di warehouse 27. Kedua lokasi warehouse tersebut terletak di internal perusahaan.
- Process Proses yang dilakukan terhadap produk powder dimulai dari receiving sampai delivery ke customer dengan detail proses seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.1. Proses yang membedakan warehouse finished goods powder dengan warehouse lainnya adalah pada setiap sak produk powder terdapat proses treatment (vakum dan fumigasi) yang dilakukan di warehouse eksternal sebelum dikirim ke customer, kegiatan tersebut bertujuan untuk memastikan tidak ada bugs atau serangga yang ikut terkirim. Pada warehouse finished goods powder juga terdapat proses racking untuk menyimpan sak produk, pada warehouse lainnya racking tidak tersedia, semua produk dilakukan atau diletakkan di lantai. Rak yang digunakan merupakan rak permanen yang memiliki kontruksi tidak dapat dipindahkan dari satu lokasi ke lokasi lainnya secara langsung. Final quality checking juga dilakukan untuk memastikan barang yang dikirim sesuai dengan permintaan.
- *Output* Hasil dari proses *warehouse* yang dilakukan pada tahap akhir *loading* sebelum *delivery* yaitu produk *powder* yang siap untuk dikirimkan ke *customer* dengan menggunakan *wingbox*, *container* 20 dan

- 40 feets, CDD (Colt Diesel Double) sesuai jumlah dalam satu pengirimannya.
- Customer Untuk semua customer baik yang dikirimkan dari warehouse internal maupun eksternal sama, dibagi menjadi dua yaitu customer untuk tujuan pengiriman luar negeri/export dan customer dengan tujuan pengiriman lokal/domestic.

Langkah awal yang dilakukan untuk menghilangkan waste berdasarkan prinsip lean adalah identifikasi value berdasarkan perspektif customer. Prinsip tersebut menekankan pada definisi value dari cara customer melihat sampai akhirnya memutuskan value pada suatu produk. Definisi dari value adalah cara mengidentifikasi bentuk, fitur, atau fungsi dan pelanggan bersedia untuk membeli karena tidak dapat memproduksi sendiri yang disebabkan oleh investasi biaya ataupun waktu proses yang cukup besar. Oleh karena itu, perusahaan perlu menentukan value secara tepat pada suatu produk tertentu dengan kemampuan tertentu yang ditawarkan dengan harga tertentu. Value pada PT. X ditentukan berdasarkan purchase order yang diterima oleh perusahaan sehingga perusahaan harus memenuhi value yang diinginkan oleh customer. Berikut merupakan beberapa value yang diinginkan oleh customer:

### 1. Kualitas Produk

Produk dari PT. X adalah bahan baku dari perusahaan yang merupakan *customer* dari PT. X. Sehingga kualitas menjadi hal yang penting bagi *customer* karena berkaitan dengan kualitas yang dihasilkan oleh produk yang diproduksi. Salah satu parameter dari kualitas produk PT. X adalah produk yang tidak terdapat *bugs* didalamnya.

### 2. Kuantitas Produk

Kuantitas produk merupakan salah satu *value* yang harus dipenuhi oleh perusahaan karena *customer* tidak akan bersedia membayar jika produk yang dikirimkan lebih atau kurang dari yang seharusnya dipesan.

## 3. Ketepatan Waktu Pengiriman

Ketepatan waktu pengiriman sangat berpengarh terhadap *lead time* produk yang diproduksi oleh *customer*, jika PT. X telat dalam pengiriman maka

akan berdampak pada ketepatan waktu pengiriman *customer* pada produknya.

Prinsip kedua dari *lean thinking* adalah identifikasi *value stream. Value Stream Mapping* (VSM) merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan aktivitas yang ada pada *warehouse* yang terdiri dari aliran informasi dan aliran material, terutama pada *warehouse finished goods powder*.

### • Aliran Informasi

Berikut ini merupakan aliran informasi dari datangnya permintaan *customer* hingga produk dikirim kepada *customer* pada *warehouse finished goods powder*.

- 1. Order dari customer diterima baik domestic maupun export.
- 2. Departemen PPIC mengirimkan *planning* produksi kepada *section head* produksi untuk memberikan perintah produksi dan ke bagian *merchandizing* untuk menghitung waktu dan jumlah kebutuhan *starch* yang harus dibeli dari *supplier*.
- 3. Bagian *merchandizing* melakukan pembelian berdasarkan analisis pasar komoditas bahan tapioka dan jagung.
- 4. Bagian produksi memberikan jadwal pengiriman bahan baku kepada eksternal *warehouse* dengan menggunakan email serta koordinasi langsung dengan telepon.
- 5. Setelah bahan baku tersedia, departemen produksi kemudian melakukan proses produksi sesuai dengan kebutuhan produksi.
- 6. Produk *powder* yang telah selesai kemudian dibawa menuju warehouse finished goods powder untuk dilakukan pencatatan.
- 7. Produk *powder* tersebut kemudian diantarkan kepada *customer* sesuai dengan waktu pengiriman yang telah disepakati dengan *customer service*.

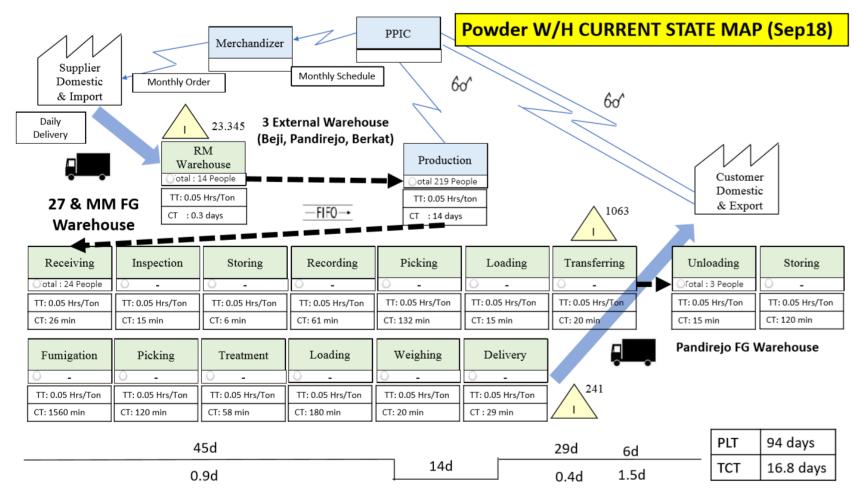
### • Aliran Material

Aliran material yang terdapat pada warehouse finished goods powder adalah sebagai berikut:

1. *Supplier* baik dari *domestic* maupun *import* mengirimkan bahan baku kepada tiga *warehouse external raw material*.

- 2. Setelah ketersediaan bahan baku terpenuhi, eksternal *warehouse* akan mengirimkan bahan baku kepada *production plant* yang ada pada internal perusahaan, dengan menggunakan truk bak terbuka dengan aktivitas *loading* dan *unloading* menggunakan tenaga kerja borongan (*outsource*) secara manual dan diawasi oleh karyawan tetap.
- 3. Setelah produk *powder* selesai diproduksi, kemudian dibawa menuju *warehouse finished goods powder* 27, namun jika *warehouse* 27 sudah penuh maka akan disimpan di *warehouse* MM.
- 4. Setelah produk diterima di *warehouse* (*receiving*), selanjutnya dilakukan inspeksi untuk melihat adanya *bugs*, jumlah produk dalam satu palet, dan lain-lain.
- 5. Selanjutnya dilakukan proses penyimpanan produk (*storing*) dan pencatatan penempatan produk (*recording*).
- 6. Sebelum produk dikirim ke *customer*, produk diambil sesuai dengan *order customer* (*picking*) dan dimuat (*loading*) untuk dikirim terlebih dahulu ke *warehouse external* (*transferring*).
- 7. Sesampainya produk *powder* di *warehouse external*, produk tersebut dibongkar (*unloading*) dan disimpan (*storing*) terlebih dahulu sebelum dilakukan fumigasi untuk mencegah adanya *bugs* yang ikut terkirim ke *customer*.
- 8. Setelah tiba waktu pengiriman yang telah disepakati, produk diambil untuk dilakukan *treatment* seperti *vacuum* produk, pengecekan jumlah, dan lain-lain.
- 9. Proses terakhir sebelum *delivery* adalah timbang truk untuk mengetahui berat dari produk.

Berdasarkan aliran informasi dan aliran material yang telah dibuat, gambar 5.2 merupakan *value stream mapping* pada *warehouse finished goods powder*.



Gambar 5. 1 Value Stream Mapping Warehouse Finished Goods Powder

Sumber: Andriawan (2018)

Berdasarkan gambar 5.1, dapat diketahui bahwa *total process lead time* adalah 94 hari dan *total cycle time* adalah 16,8 hari. Berdasarkan hasil eksisting VSM selanjutnya dilakukan rekapitulasi hasil *total process lead time* dan *total cycle time* pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Value Stream Mapping

Area Lead Time	Lead Time (Hari)	Cycle Time (Hari)
Tiga <i>Warehouse Raw Material</i> (Beji, Berkat, dan Pandirejo)	45	0,9
Produksi	14	14
Dua Warehouse Finished Goods Powder (27 dan MM)	29	0,4
Warehouse Finished Goods Pandirejo untuk treatment	6	1,5
Total	94	16,8

Berdasarkan gambar 5.1 juga dapat dilihat bagaiman perusahaan memenuhi value yang diinginkan oleh customer dimulai dari pengadaan material yang sesuai dengan kebutuhan customer dan beberapa proses untuk menambah value kualitas produk seperti inspection, fumigation, dan treatment untuk mencegah bugs tidak masuk ke dalam produk. Sementara proses yang digunakan untuk menambah value kuantitas produk adalah weighing. Namun, untuk total proses lead time memiliki waktu yang cukup lama sehingga harus diidentifikasi lebih lanjut untuk mengetahui waste apa saja yang terlibat untuk mengurangi waktu lead time tersebut.

Selanjutnya dilakukan pemetaan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk memahami aliran proses dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya dalam *value stream mapping* yang dikelompokkan secara lebih detail. PAM juga mengidentifikasi setiap kegiatan berdasarkan tipe aktivitas yaitu *Value Added* (VA), *Non-Value Added but Necessary* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA). Sehingga dengan proses tersebut dapat menganalisis kegiatan yang perlu diperbaiki.

Kegiatan PAM di area warehouse finished goods powder dilakukan baik di warehouse internal maupun warehouse external. Pada warehouse internal dilakukan di warehouse 27 dan MM. Kedua warehouse tersebut mempunyai urutan aktivitas yang sama, mulai dari receiving finished goods dari produksi sampai finished goods tersebut dikirim ke external warehouse. Tabel 5.3 merupakan PAM

pada internal *warehouse finished goods powder*, sementara pada tabel 5.4 merupakan PAM pada *external warehouse finished goods powder* yang dilakukan di eksternal *warehouse* Pandirejo untuk melakukan spesial *treatment* sebelum dikirim ke *customer*.

Tabel 5. 3 PAM pada Internal Warehouse Finished Goods Powder

NI.	F1	Delelenene	Waktu	Kate	egori Akti	vitas
No.	Elemen Kerja/Aktivitas	Pelaksana	(menit)	VA	NNVA	NVA
1	Receiving					
1.1	Menunggu informasi dari departemen produksi untuk mengambil produk	WH (forklift outside)	5	-	1	-
1.2	Mengambil produk dari departemen produksi	WH (forklift outside)	5	1	-	-
1.3	Cover produk sebelum dipindah dengan menggunakan jumbo bag	WH (forklift outside)	1	ı	-	1
1.4	Memindahkan produk menuju buffer warehouse	WH (forklift outside)	15	ı	1	-
2	Inspection					
2.1	Pengecekan produk terhadap kontaminasi hama (kutu, dll) dengan melakukan <i>vacuum</i>	WH (gate keeper)	5	-	-	1
2.2	Pengecekan jumlah produk dalam satu palet	WH (gate keeper)	5	1	1	-
2.3	Pengecekan label produk dalam satu palet	WH (gate keeper)	5	ı	1	_
3	Storing					
3.1	Proses racking system	WH (forklift inside)	3	1	-	_
3.2	Proses floor stacking system	WH (forklift inside)	3	1	-	-
4	Recording					
4.1	Pencatatan penempatan produk pada checklist	WH (forklift inside)	1	ı	1	-
4.2	Collect checklist hasil penerimaan produk	WH (gate keeper)	15	-	1	_
4.3	Melakukan manual input checklist penerimaan produk pada excel	WH (gate keeper)	15	-	1	_
4.4	Melakukan verifikasi jumlah penerimaan produk (fisik vs sistem)	WH (gate keeper)	15	1	1	_

Tabel 5. 3 PAM pada Internal Warehouse Finished Goods Powder (Lanjutan)

No.	Elemen Konia/Aktivites	Pelaksana	Waktu	Kate	gori Aktiv	vitas
110.	Elemen Kerja/Aktivitas	Pelaksalia	(menit)	VA	NNVA	NVA
4.5	Menerima NPHP dari departemen produksi (pencocokan jumlah)	WH (gate keeper)	15	1		-
5	Picking					
5.1	Menerima job order dari PPIC	PPIC	5	ı	1	-
5.2	Meminta jadwal kedatangan kendaraan ke transporter	Warehouse adm	5	1	1	-
5.3	Mencetak jenis produk dan BN yang akan dipindahkan	WH (gate keeper)	2	ı	1	-
5.4	Mempersiapkan barang untuk ditransfer ke warehouse external	WH (forklift inside)	120	ı	-	1
6	Loading					
6.1	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer	WH (forklift inside)	15	ı	-	1
	Total Waktu (Menit)		255	4	11	4
	Total Waktu (Jam)		4,3	21%	58%	21%
	Total Waktu (Hari)		0,2	•	% Activity	

Sumber: Andriawan (2018)

Tabel 5. 4 PAM pada External Warehouse Finished Goods Powder

No.	Elemen Konio/Aktivites	Pelaksana	Waktu	Kaategori Aktivitas		
NO.	Elemen Kerja/Aktivitas	Pelaksalia	(menit)	VA	NNVA	NVA
1	Tranferring					
1.1	Mengirimkan produk ke external warehouse	Transporter	20	-	-	1
2	Unloading					
2.1	Pembongkaran produk di external warehouse	WH (forklift inside)	15	-	-	1
3	Storing	·				
3.1	Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)	WH (forklift inside)	60	-	-	1

Tabel 5. 4 PAM pada External Warehouse Finished Goods Powder (Lanjutan)

NI.	El	Dalalanana	Waktu	Kaategori Aktivitas		
No.	Elemen Kerja/Aktivitas	Pelaksana	(menit)	VA	NNVA	NVA
3.2	Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping	Cleaning service	60	1	-	1
4	Fumigation					
4.1	Melakukan proses fumigasi	Vendor (liberro)	1440	-	-	1
4.2	Melakukan proses aerasi	Vendor (liberro)	60	-	-	1
4.3	Membungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping	Cleaning service	60	-	-	1
5	Picking					
5.1	Persiapan produk untuk dikirim ke customer	WH (gate keeper)	120	1	-	-
6	Treatment					
6.1	Proses vacuum terhadap produk	WH (tenaga harian)	10	-	-	1
6.2	Proses barcode untuk memastikan jumlah barang telah sesuai	WH (stuffing op)	3	-	-	1
6.3	Melakukan packing untuk customer tertentu (pallet, making)	WH (tenaga harian)	15	-	-	1
6.4	Melakukan <i>treatment</i> terhadap kendaraan seperti membersihkan, memasang aksesoris, dan dokumentasi.	WH (stuffing)	30	1	-	-
7	Loading	1	l		ı	
7.1	Memuat produk ke atas truk (palet atau curah)	WH dan tenaga kuli	180	1	-	-
8	Weighing					
8.1	Menimbang kosong kendaraan	Transporter	10	1	-	-
8.2	Menimbang isi kendaraan	Transporter	10	1	-	-
9	Delivery					
9.1	Rekonsiliasi hasil penimbangan	Warehouse adm	1	1	1	-
9.2	Investigasi hasil rekonsiliasi (jika perbedaan > 0,2%)	Warehouse adm	20	-	1	-
9.3	Rilis surat jalan	Warehouse adm	5	-	1	-
9.4	Proses segel kendaraan	Warehouse adm	3	1	-	-
9.5	Keberangkatan kendaraan	Transporter	0	1	-	_

Tabel 5. 4 PAM pada External Warehouse Finished Goods Powder (Lanjutan)

No.	Elemen Kerja/Aktivitas	Pelaksana	Waktu	Kaate	Kaategori Aktivi	
NO.	Elemen Kerja/Aktivitas	Peiaksalia	(menit)	VA	NNVA	NVA
	Total Waktu (Menit)	2122	7	3	10	
	Total Waktu (Jam)		35,4	35%	15%	50%
	Total Waktu (Hari)		1,5	(	% Activity	y

Sumber: Andriawan (2018)

Berdasarkan PAM yang terdapat pada tabel 5.3, diketahui bahwa terdapat 19 aktivitas yang dilakukan dalam internal *warehouse finished goods powder* yang terdiri dari aktivitas *receiving, inspection, storing, recording, picking*, dan *loading*. Sedangkan, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas di internal *warehouse finished goods powder* adalah 225 menit atau setara dengan 4,3 jam. Berdasarkan hasil eksisting PAM selanjutnya dilakukan rekapitulasi hasil PAM pada tabel 5.5 berikut.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi PAM pada Internal Warehouse Finished Goods Powder

Aktivitas	Jumlah Aktivitas	(%)	Waktu (menit)	(%)	VA	NNVA	NVA
Receiving	4	21,05%	26	10,2%	5	20	1
Inspection	3	15,79%	15	5,88%	0	10	5
Storing	2	10,53%	6	2,35%	6	0	0
Recording	5	26,32%	61	23,92%	15	46	0
Picking	4	21,05%	132	51,76%	0	12	120
Loading	1	5,26%	15	5,88%	0	0	15
Total	19		255		26	88	141

Berdasarkan hasil rekapitulasi dari *process activity mapping* pada internal warehouse finished goods powder, presentase waktu yang diperlukan untuk aktivitas receiving 10,2%, inspection 5,88%, storing 2,35%, recording 23,92%, picking 51,76%, dan loading 5,88%. Total waktu VA pada internal warehouse finished goods powder adalah 26 menit, NNVA sebesar 88 menit, dan NVA sebesar 141 menit. Sehingga, dapat disimpulkan pada rekapitulasi PAM internal warehouse finished goods powder, kategori aktivitas terbesar dan sering dilakukan adalah NVA atau kegiatan yang bersifat non-value added.

Sedangkan, berdasarkan PAM yang terdapat pada tabel 5.4, diketahui bahwa terdapat 20 aktivitas yang dilakukan dalam eksternal warehouse finished goods powder yang terdiri dari aktivitas transferring, unloading, storing, fumigation, picking, treatment, loading, weighing, dan delivery. Sedangkan, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas di eksternal warehouse finished goods powder adalah 2122 menit atau setara dengan 1,5 hari. Berdasarkan hasil eksisting PAM selanjutnya dilakukan rekapitulasi hasil PAM pada tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi PAM pada Eksternal Warehouse Finished Goods Powder

Aktivitas	Jumlah Aktivitas	(%)	Waktu (menit)	(%)	VA	NNVA	NVA
Transferring	1	5%	20	0,94%	0	0	20
Unloading	1	5%	15	0,71%	0	0	15
Storing	2	10%	120	5,66%	0	0	120
Fumigation	3	15%	1560	73,52%	0	0	1560
Picking	1	5%	120	5,66%	120	0	0
Treatment	4	20%	58	2,73%	30	0	28
Loading	1	5%	180	8,48%	180	0	0
Weighing	2	10%	20	0,94%	20	0	0
Delivery	5	25%	29	1,37%	3	26	0
Total	20		2122		353	26	1743

Berdasarkan hasil rekapitulasi dari *process activity mapping* pada eksternal *warehouse finished goods powder*, presentase waktu yang diperlukan untuk aktivitas *transferring* 0,94%, *unloading* 0,71%, *storing* 5,66%, *fumigation* 63,52%, *picking* 5,66%, *treatment* 2,73%, *loading* 8,48%, *weighing* 0,94%, dan *delivery* 1,37%. Total waktu VA pada eksternal *warehouse finished goods powder* adalah 353 menit, NNVA sebesar 26 menit, dan NVA sebesar 1743 menit. Sehingga, dapat disimpulkan pada rekapitulasi PAM eksternal *warehouse finished goods powder*, kategori aktivitas terbesar dan sering dilakukan adalah NVA atau kegiatan yang bersifat *non-value added*.

Process Activity Mapping yang telah dibuat sebelumnya, kemudian dilakukan indentifikasi terhadap aktivitas yang termasuk ke dalam Non-Value Added (NVA) atau waste. Waste yang diindentifikasi mengacu pada tujuh waste berdasarkan klasifikasi dari Abushaikha, et al., (2018), yaitu inventory, transportation, waiting, motion, overproduction, overprocessing, dan defect. Tabel 5.7 merupakan identifikasi waste berdasarkan hasil PAM.

Pada tabel 5.7, diketahui bahwa aktivitas pada warehouse finished goods powder baik pada internal maupun eksternal warehouse terdapat dua jenis waste yang meliputi overprocessing dan transportation. Pada masing-masing waste memiliki aktivitas waste lebih dari satu. Waste overprocessing memiliki aktivitas non-value added sebanyak 10 macam, sedangkan untuk waste transportation memiliki empat aktivitas non-value added. Aktivitas-aktivitas tersebut merupakan

waste yang harus dieliminasi atau direduksi. Sedangkan tabel 5.8 merupakan rekapitulasi jenis aktivitas waste yang dinotasikan ke dalam W1 hingga Wn.

Tabel 5. 7 Identifikasi Waste Berdasarkan Hasil PAM

Area	Sub Aktivitas	Rincian Aktivitas	Kriteria waste
Internal	Receiving	Cover produk sebelum dipindah dengan menggunakan jumbo bag	Overprocessing
Warehouse	Inspection	Pengecekan produk terhadap kontaminasi hama (kutu, dll) dengan melakukan vacuum	Overprocessing
Finished	Picking	Mempersiapkan barang untuk ditransfer ke warehouse external	Transportation
Goods Powder	Loading	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer	Transportation
	Transfering	Mengirimkan produk ke external warehouse	Transportation
	Unloading	Pembongkaran produk di external warehouse	Transportation
F 1	Storing	Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)	Overprocessing
External Warehouse		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping	Overprocessing
Finished	Fumigation	Melakukan proses fumigasi	Overprocessing
Goods		Melakukan proses aerasi	Overprocessing
Powder		Membungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping	Overprocessing
1 Owaer	Treatment	Proses vacuum terhadap produk	Overprocessing
		Proses barcode untuk memastikan jumlah barang telah sesuai	Overprocessing
		Melakukan packing untuk customer tertentu (pallet, making)	Overprocessing

Sumber: Andriawan (2018)

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Jenis Aktivitas Waste

Area	Waste	Activity Waste	
Internal	Overprocessing	Cover produk sebelum dipindah dengan menggunakan jumbo bag	W1
Warehouse	Overprocessing	Pengecekan produk terhadap kontaminasi hama (kutu, dll) dengan melakukan vacuum	W2
Finished		Mempersiapkan barang untuk ditransfer ke warehouse external	W3
Goods Powder	Transportation	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer	W4
	Transportation	Mengirimkan produk ke external warehouse	W5
		Pembongkaran produk di external warehouse	W6
T	Overprocessing	Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)	W7
External		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping	W8
Warehouse		Melakukan proses fumigasi	W9
Finished		Melakukan proses aerasi	W10
Goods Powder		Membungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping	W11
Fowaer		Proses vacuum terhadap produk	W12
		Proses <i>barcode</i> untuk memastikan jumlah barang telah sesuai	W13
		Melakukan packing untuk customer tertentu (pallet, making)	W14

## 2. Menentukan akar penyebab waste

Setelah mengidentifikasi waste dengan PAM, selanjutnya adalah mengidentifikasi akar penyebab waste. Akar penyebab waste atau root cause analysis (RCA) dapat diidentifikasi dengan beberapa metode, seperti fishbone dan 5 why's. Fishbone diagram digunakan untuk mencari akar penyebab waste dengan faktor 6M yaitu man, machine, material, method, measurement, dan mother nature. Fishbone merupakan metode yang sesuai jika dilakukan untuk mencari akar permasalahan yang terjadi dari banyak kemungkinan. Sedangkan metode 5 why's merupakan metode yang sesuai jika dilakukan untuk mencari akar masalah yang tidak memiliki banyak kemungkinan. Metode 5 why's digunakan untuk mencari masalah yang paling mendasar dengan mengajukan pertanyaan sampai tidak ada jawaban lagi. Metode ini sangat sederhana tapi terbukti sangat powerfull untuk mencari akar permasalahan. Tabel 5.9 merupakan proses untuk mencari akar permasalahan dengan menggunakan metode 5 why's analysis untuk kategori waste overprocessing dalam sub aktivitas receiving, inspection, storing, fumigation, dan treatment.

Tabel 5. 9 Metode 5 Why's untuk Kategori Waste Overprocessing

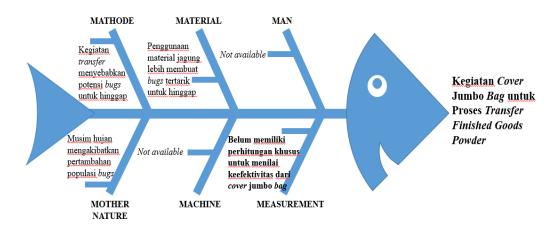
Area	Warehouse finished goods powder (27, MM, dan Pandirejo)				
Sub Aktivitas	Receiving, inspection, storing, fumigation, dan treatment				
Kategori Waste	Overprocessing				
Penemuan	Setelah produk selesai di area filling, sebelum dilakukan				
Fakta	transfer ke area warehouse, diperlukan aktivitas yang tidak				
	memiliki nilai value added yaitu melakukan cover sak pada				
	palet dengan menggunakan plastik jumbo bag serta terdapat				
	kegiatan inspection untuk memeriksa apakah ada bugs yang				
	terbawa dari area luar ke warehouse. Plastik jumbo tersebut				
	hanya dipakai sementara dan akan dibuang, tidak bisa lagi				
	dipergunakan untuk proses lainnya, sehingga ada biaya yang				
	terbuang serta penggunaan lebih banyak operator untuk				
	melakukan inspeksi dan kegiatan vacuum bugs.				
Why 1	Masih terjadi komplain dari <i>customer</i> berkenaan dengan <i>bugs</i>				
	yang ditemukan diluar <i>bag</i> pada saat <i>unloading</i> di lokasi				
	customer.				
Why 2	Terdapat potensi bugs bisa terbawa pada saat transfer dari				
	filling produksi ke area warehouse serta terdapat				
	kemungkinan <i>bugs</i> masuk pada saat pintu dibuka baik di area				
	produksi maupun area <i>warehouse</i> pada saat kegiatan transfer				
	produk.				

Tabel 5. 9 Metode 5 Why's untuk Kategori Waste Overprocessing (Lanjutan)

Why 3	Bugs memiliki sifat bisa terbang dan merayap sehingga
	memiliki potensi hinggap pada saat transfer atau bisa
	merayap masuk pada saat pintu dibuka.
Why 4	Belum ditemukan cara efektif untuk mencegah bugs hinggap
	saat proses transfer atau merayap pada saat proses membuka
	warehouse atupun saat proses loading dan unloading.
Why 5	Belum terdapat cara untuk menghitung seberapa efektif
	penggunaan <i>cover</i> jumbo <i>bag</i> untuk mencegah <i>bugs</i> hinggap
	pada saat <i>transfer</i> . Sehingga penggunaan jumbo bag
	dianggap waste dengan pertimbangan masih ada proses
	treatment yang dilakukan setelah di warehouse eksternal.

Sumber: Andriawan (2018)

Gambar 5.2 merupakan *fishbone diagram* untuk menganalisis penyebab perusahaan masih melakukan kegiatan *cover* jumbo *bag* untuk proses *transfer* dari area produksi ke internal *warehouse finished goods powder*.



Gambar 5. 2 Fishbone Diagram Kegiatan Cover Jumbo Bag Finished Goods

Powder

Sumber: Andriawan (2018)

Pada gambar 5.2 diatas, penyebab utama perusahaan melakukan kegiatan *cover* jumbo *bag* untuk proses *transfer* adalah belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif *cover* jumbo *bag* untuk mencegah *bugs* tidak hinggap dan masuk ke area *finished goods powder* pada saat *transfer*. Hasil pengolahan data *fishbone* sejalan dengan dengan *why* ke 5 dalam metode 5 *why analysis* untuk kategori *waste overprocessing*.

Tabel 5.10 merupakan proses untuk mencari akar permasalahan dengan menggunakan metode 5 *why's analysis* untuk kategori *waste transportation* dalam sub aktivitas *picking, loading, transferring,* dan *unloading*.

Tabel 5. 10 Metode 5 Why's untuk Kategori Waste Transportation

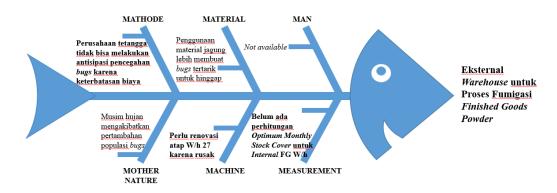
Area	Warehouse finished goods powder (27, MM, dan Pandirejo)			
Sub Aktivitas	Picking, loading, transferring, dan unloading.			
Kategori Waste	Transportation			
Penemuan	Saat ini, semua pengiriman produk <i>powder</i> yang sebelumnya			
Fakta	bisa langsung dikirim ke customer melalui warehouse			
	internal, tetapi semenjak ditemukan bugs di pihak customer			
	dan menjadi komplain, maka diputuskan semua produk			
	powder sebelum dikirim ke customer harus dikirimkan			
	dahulu ke warehouse eksternal untuk dilakukan special			
	treatment yaitu proses fumigasi dan vacuum bag per bulan			
	April 2018. Hal tersebut menyebabkan membengkaknya			
	biaya variable cost yaitu transportasi untuk melakukan oper,			
	operator yang digunakan, serta biaya eksternal warehouse,			
	sehingga mengakibatkan tingginya biaya operasional			
Why 1A	<ul><li>warehouse dibandingkan dengan budget.</li><li>Ditemukan banyak celah pada atap di warehouse 27 yang</li></ul>			
Why IA	dapat menyebabkan <i>bugs</i> bisa masuk melalui celah tersebut.			
Why 2A	Diperlukan perbaikan atau renovasi total dari fasilitas			
77 tt y 21 <b>x</b>	warehouse 27 dengan pertimbangan umur warehouse yang			
	sudah tua dan membutuhkan waktu yang lama untuk			
	mengganti atap dan biaya yang besar. Sehingga, untuk			
	sementara harus dilakukan proses <i>treatment</i> di area			
	warehouse eksternal.			
Why 1B	Musim hujan yang panjang menyebabkan bertambahnya			
	populasi <i>bugs</i> di sumbernya yaitu pabrik pakan ternak milik			
	tetangga yang berlokasi di sebelah <i>plant</i> .			
Why 2B	Tidak ada kontrol atau upaya dari pabrik tetangga untuk			
	menekan atau mengurangi populasi <i>bugs</i> .			
Why 3B	Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga			
	tidak ada upaya untuk mengatasi populasi <i>bugs</i> tersebut			
Why 1C	sehingga merugikan <i>plant</i> milik perusahaan PT.X.  Tidak terdapat <i>available space</i> di area internal <i>warehouse</i>			
why IC	yang bisa digunakan untuk proses <i>treatment</i> .			
Why 2C	Tingkat <i>utilitas warehouse</i> internal melebihi kapasitas yang			
1111y 2C	tersedia terutama di area <i>warehouse</i> 44 <i>liquid</i> sudah mencapai			
	persentase diatas 100% yaitu 139%.			
	p			

Tabel 5. 10 Metode 5 Why's untuk Kategori Waste Transportation (Lanjutan)

Why 3C	Belum ada kontrol di sistem PPIC apabila memiliki <i>monthly</i>			
	stock cover yang sudah melebihi dari minimumnya, harus			
	masuk kedalam proses cycle line produksi atau mengurangi			
	rate produksi mengikuti demand agar tersedia space di area			
	internal warehouse yang bisa digunakan untuk proses			
	treatment.			

Sumber: Andriawan (2018)

Gambar 5.3 merupakan *fishbone diagram* untuk menganalisis penyebab perusahaan menggunakan *external warehouse* untuk melakukan fumigasi *finished goods powder* sebelum dikirim ke *customer*.



Gambar 5. 3 *Fishbone Diagram Warehouse External* untuk Proses Fumigasi Sumber: Andriawan (2018)

Dari gambar 5.3 diatas, penyebab utama perusahaan melakukan kegiatan fumigasi *finished goods powder* menggunakan *external warehouse* adalah karena ada tiga penyebab utama yang mempengaruhi,

- a. Belum terdapat perhitungan *optimum monthly stock cover* untuk internal *warehouse* sehingga tidak memiliki *space* untuk melakukan *treatment* di dalam *plant*.
- b. Perlu renovasi pada fasilitas *warehouse* 27 yaitu atap, karena sudah rusak.
- c. Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan *bugs*.

Hasil pengolahan *fishbone* sejalan dengan *why* ke 2A, 3B, dan 3C dalam metode 5 *why analysis* untuk kategori *waste transportation*. Tabel 5.11 merupakan rekapitulasi akar penyebab *waste* yang dituliskan dengan notasi S1 hingga Sn.

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Akar Penyebab Waste

Root Source of Cause	Cause Code
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa	
efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan	S1
masuk ke area finished goods powder pada saat transfer	
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk	
internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk	S2
melakukan treatment di dalam plant	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena	S3
sudah rusak	33
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak	S4
bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs	ა4

## 3. Menentukan bobot hubungan antar waste

Hubungan antar *waste* didapatkan dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang ditentukan secara subjektif dengan melakukan penyebaran kuisioner. Bentuk kuisioner terdapat pada lampiran 1.1, kuisioner tersebut diberikan kepada pihak *expert* perusahaan, yang benar-benar memahami *lean* dan aktivitas pergudangan di perusahaan.

Tahapan yang terdapat pada WRM meliputi:

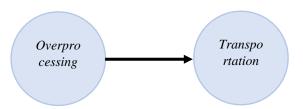
- a. Membuat kuisioner yang terdiri dari tiga pertanyaan (lampiran 1.1)
- b. Melakukan *brainstorming* dengan pihak perusahaan untuk mengisi kuisioner dalam kasus ini adalah Bapak Nirwan M Andriawan, selaku Supply Planning & Continuous Improvement Lead yang telah bekerja selama 4,5 tahun. Hasil kuisioner seperti pada tabel 5.12 berikut.

Tabel 5. 12 Hasil Kuisioner Waste Relationship

Wasta Dalationshin	Pertanyaan			Total	Simbol	
Waste Relationship	1	2	3	Skor	Sillibol	
Overprocessing - Transportation	4	2	4	10	A	
Transportation - Overprocessing	0	0	0	0	X	

Dari tabel 5.12 diatas, hanya terdapat dua hubungan antar *waste* yaitu *overprocessing* dan *transportation*, karena dalam identifikasi *waste* pada *warehouse finished goods powder* hanya dua *waste* tersebut yang teridentifikasi.

c. Membuat diagram *direct waste relationship* dari jawaban skor pada pertanyaan nomor 1.



Gambar 5. 4 Direct Waste Relationship

Gambar 5.4 merupakan hubungan antar waste dari hasil kuisioner yang ditunjukkan dengan garis panah. Garis panah tersebut didapatkan dari pertanyaan WRM nomor 1 yaitu apakah waste i menghasilkan waste j dengan jawaban kadang-kadang yang memiliki skor 2 dan jawaban selalu yang memiliki skor 4. Hubungan antar waste terdiri dari tiga macam yaitu kedua waste saling mempengaruhi, kedua waste tidak saling berpengaruh, dan hanya satu waste yang dapat memberikan pengaruh terhadap waste yang lain. Pada gambar 5.4, hanya terdapat satu hubungan antar waste yaitu hanya satu waste yang dapat memberikan pengaruh terhadap waste yang lain, dimana waste overprocessing memberikan pengaruh terhadap waste transportation, namun waste transportation tidak memberikan pengaruh terhadap waste overprocessing.

d. Pembuatan matriks relasi antar *waste* sesuai dengan justifikasi nilai konversi keterkaitan antar *waste* berdasarkan tabel 5.12.

Tabel 5. 13 Waste Relationship Matrix

F/T	Overprocessing	Transportation
Overprocessing	A	A
Transportation	X	A

e. Perhitungan waste matrix value sesuai dengan hasil WRM.

Tabel 5.13 dikonversikan menjadi *waste matrix value*, simbol matriks tersebut akan dikonversikan kembali ke angka dengan nilai konversi tiap simbol A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Hasil perhitungan tersebut akan dijumlahkan pada masing-masing baris dan kolom untuk mengetahui nilai *waste type weight* pada tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5. 14 Waste Matrix Value

F/T	Overprocessing	Transportation	Skor	%
Overprocessing	10	10	20	66,67
Transportation	0	10	10	33,33
Skor	10	20	30	100
%	33,33	66,67	100	

Berdasarkan tabel 5.14, dapat diketahui nilai "from" dan "to" dari setiap waste yang ada. Jika suatu waste memiliki nilai "from" yang tinggi maka waste tersebut memiliki peluang besar untuk memberikan pengaruh terhadap munculnya waste yang lain. Sedangkan, jika waste memiliki nilai "to" yang tinggi, maka waste tersebut akan muncul jika terjadi waste yang lain. Pada tabel 5.14, nilai "from" terbesar berada pada overprocessing (66,67%), yang mengindikasikan bahwa waste yang timbul pada aktivitas pergudangan diakibatkan overprocessing. Sedangkan, nilai "to" terbesar yaitu transportation (66,67%), yang menunjukkan bahwa pengaruh terbesar berdampak pada munculnya waste transportation. Waste type weight yang digunakan sebagai input pada *lean matrix* 1 ditunjukkan dengan area berwarna abuabu yang menunjukkan bahwa nilai *waste* i mempengaruhi *waste* j.

4. Proses *assessment* terhadap *impact value*, *occurrence*, *performance indicator*, dan area

Proses assessment pada lean matrix 1 dilakukan terhadap impact value, occurrence, performance indicator, dan area. Impact value of root source of waste j to waste i. Penilaian tersebut digunakan untuk melihat keterkaitan antara aktivitas waste dengan akar penyebab waste. Penilaian impact value menggunakan skala

likert 0, 1, 3, dan 9. Nilai dampak 0 mengindikasikan bahwa sumber penyebab waste tidak menyebabkan terjadinya waste terkait, 1 mengindikasikan bahwa sumber penyebab waste memiliki dampak rendah terhadap waste terkait, 3 mengindikasikan bahwa sumber penyebab waste memiliki dampak sedang terhadap waste terkait, sementara nilai dampak 9 mengindikasikan bahwa sumber penyebab waste memiliki dampak yang tinggi terhadap waste terkait. Penentuan impact value tetap dilakukan oleh pihak gudang untuk mengetahui pengaruh terhadap aktivitas pergudangan yang ditampilkan pada tabel 5.15 berikut.

Tabel 5. 15 Nilai Relasi Aktivitas Waste dengan Akar Penyebab Waste

			Root	Sourc	e of W	aste
Area	Waste Type	Non-Value Added Activity (Waste)	S1	S2	<b>S3</b>	<b>S4</b>
Internal	Onarmagaggina	W1	9	0	9	9
Warehouse	Overprocessing -	W2	3	1	3	9
Finished	T	W3	3	9	9	9
Goods Powder	Transportation	W4	1	9	9	9
	Transportation	W5	1	9	9	9
		W6	1	9	9	9
External	Overprocessing	W7	1	3	3	9
		W8	9	0	3	9
Warehouse Finished		W9	3	0	3	9
Goods		W10	3	0	3	9
Powder		W11	9	0	3	9
1 owaer		W12	3	0	3	9
		W13	1	0	0	0
		W14	1	0	0	0

Sementara, nilai occurrence dimiliki oleh akar penyebab waste. Penilaian tingkat occurrence dilakukan untuk mengetahui seberapa sering akar penyebab waste terjadi. Nilai occurrence berada pada range 1 sampai 10. Dalam mengestimasi nilai occurrence, diperlukan penyusunan kriteria masing-masing range berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan. Tujuan dari diskusi tersebut adalah untuk menyamakan persepsi. Nilai occurrence juga ditentukan oleh pihak expert perusahaan yang berpengalaman dan memahami aktivitas pergudangan. Tabel 5.16 merupakan kriteria penilaian occurrence yang digunakan, sementara tabel 5.17 merupakan hasil nilai occurrence.

Tabel 5. 16 Kriteria Penilaian Occurrence

Rating	Occurrence	Deskripsi	Frekuensi
1	Remote	Akar penyebab <i>waste</i> tidak	
		mungkin terjadi	-
2	Low	Alzer popyabah wagta jarang tarjadi	Terjadi setiap
3	Low	Akar penyebab <i>waste</i> jarang terjadi	tahun
4	Moderate	Alrea menyrahah suggés gegelzeli	Tomicali action
5	Moderate	Akar penyebab <i>waste</i> sesekali terjadi	Terjadi setiap bulan
6	Moderate	terjaur	Dulan
7	High	Akar penyebab <i>waste</i> berulang kali	Terjadi setiap
8	High	terjadi	minggu
9	Very High	Akar penyebab <i>waste</i> tidak bisa	Terjadi setiap
10	Very High	dihindari	hari

Tabel 5. 17 Hasil Nilai Occurrence

Root Source of Cause	Cause Code	Occurrence
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif <i>cover</i> jumbo <i>bag</i> untuk mencegah <i>bugs</i> tidak hinggap dan masuk ke area <i>finished goods powder</i> pada saat <i>transfer</i>	<b>S</b> 1	5
Belum terdapat perhitungan <i>optimum monthly stock cover</i> untuk internal <i>warehouse</i> sehingga tidak memiliki <i>space</i> untuk melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i>	S2	4
Perlu renovasi pada fasilitas <i>warehouse</i> 27 yaitu atap, karena sudah rusak	<b>S</b> 3	7
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i>	S4	10

Setelah dilakukan penilaian terhadap *occurrence* selanjutnya dilakukan penilaian terhadap *performance indicator*. *Performance indicator* penting untuk memaparkan, mengukur, dan memvisualisasikan *waste*. Terdapat empat indikator kinerja yang biasa digunakan dalam industri yaitu waktu, kualitas, biaya, dan produktivitas. Sementara sub indikator yang digunakan berdasarkan hasil diskusi dengan pihak perusahaan. Masing-masing indikator dapat memiliki satu atau lebih sub indikator tergantung *waste* yang teridentifikasi pada masing-masing *warehouse*. Nilai dari masing-masing indikator didapatkan dari penyebaran kuisioner kepada pihak gudang dan bernilai 0, 1, atau 2, dimana bernilai 0 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang tidak berpengaruh pada indikator yang dipilih, bernilai 1 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang rendah pada

indikator yang dipilih, dan bernilai 2 jika *waste* yang diidentifikasi memiliki dampak yang tinggi pada indikator yang dipilih. Tabel 5.18 merupakan sub indikator yang dipilih perusahaan.

Tabel 5. 18 Sub Indikator yang Dipilih Perusahaan

Indikator	Sub Indikator	PI Code
Waktu	Receiving time	KPI 1
Kualitas	On-time delivery	KPI 2
Biaya	Inventory cost	KPI 3
Produktivitas	Labor productivity	KPI 4

Pada tabel 5.18 diatas merupakan sub indikator yang digunakan pada proses lean matrix 1. Sub indikator tersebut dianggap penting bagi perusahaan dan disesuaikan dengan waste yang teridentifikasi pada warehouse finished goods powder. Pada indikator waktu, sub indikator yang digunakan adalah receiving time yaitu lamanya waktu yang diperlukan untuk unloading, sub indikator kualitas yang digunakan adalah on-time delivery yaitu pengiriman yang dilakukan sebelum atau tepat pada waktu yang dijanjikan, sub indikator biaya yang digunakan adalah inventory cost yaitu total biaya penyimpanan item, dan sub indikator produktivitas yang digunakan adalah labor productivity yaitu rasio jumlah total barang yang dikelola setiap pekerja per satuan waktu. Hubungan antara performance indicator dengan waste ditunjukkan pada tabel 5.19.

Tabel 5. 19 Penilaian terhadap Sub Indikator yang dipilih

			Perf	orman	ce Indic	ator
Area	Waste Type	Non-Value Added Activity (Waste)	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4
Internal	Onamagaagina	W1	0	1	0	2
Warehouse	Overprocessing	W2	0	1	0	2
Finished Goods	Transportation	W3	2	2	0	1
Powder	Transportation	W4	2	2	0	1
External	T	W5	1	1	1	1
Warehouse	Transportation	W6	2	2	2	2
Finished		W7	0	0	2	1
Goods	Overprocessing	W8	1	1	1	2
Powder	_	W9	0	1	2	2

Tabel 5. 19 Penilaian terhadap Sub Indikator yang dipilih (Lanjutan)

			Perf	ormano	e Indic	ator
Area	Waste Type	Non-Value Added Activity (Waste)	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4
		W10	0	1	1	2
		W11	0	1	0	2
		W12	0	1	0	2
		W13	0	1	0	1
		W14	0	1	0	1

Penilaian terakhir yang dilakukan pada *lean matrix 1* adalah area, area digunakan untuk mempertimbangkan dimana setiap *waste* terjadi. Area yang paling berpengaruh terhadap *waste* disebut dengan area kritis, yang ditunjukkan dengan nilai AV yang terbesar. Nilai AV merupakan penjumlahan nilai AWN pada setiap *waste* yang terindentifikasi dari masing-masing area. Penentuan nilai AWN tersebut didapatkan dari penyebaran kuisioner kepada pihak gudang dengan nilai 1 atau 0. Bernilai 1 jika *waste* yang diidentifikasi berpengaruh terhadap area yang dipilih sementara bernilai 0 jika *waste* yang diidentifikasi tidak berpengaruh terhadap area yang dipilih. Tabel 5.20 merupakan area terjadinya *waste* dan tabel 5.21 merupakan penilaian pada masing-masing area.

Tabel 5. 20 Area Terjadinya Waste

Area	Waste	Activity Waste	Area Terjadi <i>Waste</i>	Area Code
	Опантиа	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag	Production	A1
Internal Warehou	Overpro cessing	Cek kontaminasi hama (kutu, dll) - <i>vacuum</i>	Internal warehouse receiving	A2
se Finished Goods Powder	Transpor	Persiapan barang untuk ditransfer ke <i>warehouse</i> <i>external</i>	Internal warehouse preparation	A3
Towaer	tation	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer	Internal warehouse preparation	A3

Tabel 5. 20 Area Terjadinya Waste (Lanjutan)

Area	Waste	Activity Waste	Area Terjadi <i>Waste</i>	Area Code		
	Transpor	Transfer produk ke <i>external</i> warehouse	Container	A4		
	tation	Pembongkaran di external warehouse	External warehouse receiving	A5		
		Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)	External warehouse building	A6		
		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping	External warehouse building	A6		
External Warehou		Proses fumigasi (waiting time)	External warehouse building	A6		
se Finished Goods Powder	Overpro	Proses aerasi	External warehouse building	A6		
rowaer	cessing	Bungkus produk dengan plastik jumbo <i>bag</i> dan <i>wrapping</i>	External warehouse building	A6		
		Vacuum produk	External warehouse building	A6		
		Proses <i>barcode</i> untuk memastikan jumlah barang telah sesuai	External warehouse preparation	A7		
		Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu	External warehouse preparation	A7		

Tabel 5. 21 Penilaian pada Masing-Masing Area

					,	Area	ì		
Area	Waste Type	Non-Value Added Activity (Waste)	A 1	<b>A</b> 2	<b>A</b> 3	<b>A 4</b>	<b>A</b> 5	<b>A 6</b>	<b>A</b> 7
Internal	Overproces	W1	1	0	0	0	0	0	0
Warehouse	sing	W2	1	1	1	1	1	1	1
Finished Goods	Transportat	W3	0	0	1	1	1	0	0
Powder	ion	W4	0	0	1	1	1	0	0

Tabel 5. 21 Penilaian	pada Masi	ng-Masing	Area	(Lanjutan)
-----------------------	-----------	-----------	------	------------

						Area	1		
Area	Waste Type	Non-Value Added Activity (Waste)	A 1	A 2	<b>A</b> 3	A 4	<b>A</b> 5	<b>A 6</b>	A 7
	Transportat	W5	0	0	0	1	1	1	0
	ion	W6	0	0	0	1	1	1	0
F1		W7	0	0	0	0	1	1	1
External		W8	0	0	0	0	1	1	1
Warehouse Finished	Overproces	W9	0	0	0	0	0	1	1
Goods		W10	0	0	0	0	0	1	1
Powder	sing	W11	1	1	0	0	1	1	0
rowaei		W12	1	1	1	1	1	1	1
		W13	0	0	1	0	0	0	1
		W14	0	0	0	0	0	1	1

Tabel 5.21 merupakan hasil penyebaran kuisioner kepada Bapak Nirwan M Andriawan, selaku Supply Planning & Continuous Improvement Lead yang telah bekerja selama 4,5 tahun. Hasil dari penyebaran kuisioner tersebut akan diolah, dimana area yang bernilai 1 akan digantikan dengan nilai AWN pada setiap *waste* yang teridentifikasi pada area tersebut, seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.22.

#### 5. Menentukan area kritis

Setelah dilakukan proses *assessment*, selanjutnya dilakukan penentuan area kritis. Namun, sebelum menentukan area kritis dilakukan perhitungan *Priority Vector* (PV), *Aggregate Cause Value* (ACV), *Aggregate Waste Number* (AWN), dan *Area Vector* (AV).

Berikut merupakan contoh perhitungan PV pada W1,

$$pv_{i} = \sum_{j=1}^{k} p_{ij} .....(4.1)$$

$$pv_{w1} = 0 + 1 + 0 + 2$$

$$pv_{w1} = 3$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan ACV. Berikut merupakan contoh perhitungan ACV untuk S1.

$$ACV_{i} = O_{i} \sum PV_{i}I_{ij} \qquad (4.2)$$

$$ACV_{s1} = 5 \times ((9 \times 3) + (3 \times 3) + (3 \times 5) + (1 \times 5) + (1 \times 4) + (1 \times 8) + (1 \times 3) + (9 \times 5) + (3 \times 5) + (3 \times 4) + (9 \times 3) + (3 \times 3) + (1 \times 2) + (1 \times 3)$$

$$ACV_{s1} = 920$$

Setelah menghitung ACV, selanjutnya dilakukan perhitungan AWN. Berikut merupakan contoh perhitungan AWN pada W1.

$$AWN_{i} = WT_{k}PV_{i} \sum O_{j}I_{ij} \qquad (4.3)$$

$$AWN_{w1} = 66,67 \times 3 \times ((5 \times 9) + (4 \times 0) + (7 \times 9) + (10 \times 9))$$

$$AWN_{w1} = 39601,98$$

Perhitungan yang terakhir adalah AV. Berikut merupakan contoh perhitungan AV pada A1.

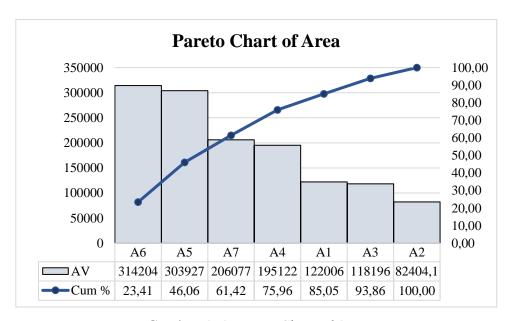
$$av_i = \sum_{i=1}^p a_{ij}$$
 .....(4.4)  
 $av_{A1} = 39601,98 + 26001,3 + 31201,56 + 25201,26$   
 $av_{A1} = 122006,1$ 

Tabel 5.22 merupakan pemetaan *lean matrix* 1.

Tabel 5. 22 Lean Matrix 1

Warehouse Classification	Waste Type	NVA Activity	Root	t Sourc	es of W	aste	Waste Type	Perj	forman	ce Indic	ator	PV	Aggregate Waste	Waste Rank				Area			
Ciassification		(Waste)	S1	S2	S3	S4	Weight	KPI 1	KPI 2	KPI 3	KPI 4		Number	Kank	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Internal	Overprocessing	W1	9	0	9	9	66.67	0	1	0	2	3	39601.98	4	39601.98						
Warehouse	Overprocessing	W2	3	1	3	9	66.67	0	1	0	2	3	26001.3	9	26001.3	26001.3	26001.3	26001.3	26001.3	26001.3	26001.3
Finished	Transportation	W3	3	9	9	9	33.33	2	2	0	1	5	33996.6	5			33996.6	33996.6	33996.6		
Goods Powder	Transportation	W4	1	9	9	9	33.33	2	2	0	1	5	32330.1	7			32330.1	32330.1	32330.1		
	Transportation	W5	1	9	9	9	33.33	1	1	1	1	4	25864.08	10				25864.08	25864.08	25864.08	
	Transportation	W6	1	9	9	9	33.33	2	2	2	2	8	51728.16	2				51728.16	51728.16	51728.16	
		W7	1	3	3	9	66.67	0	0	2	1	3	25601.28	11					25601.28	25601.28	25601.28
External		W8	9	0	3	9	66.67	1	1	1	2	5	52002.6	1					52002.6	52002.6	52002.6
Warehouse		W9	3	0	3	9	66.67	0	1	2	2	5	42002.1	3						42002.1	42002.1
Finished	Overprocessing	W10	3	0	3	9	66.67	0	1	1	2	4	33601.68	6						33601.68	33601.68
Goods Powder	Overprocessing	W11	9	0	3	9	66.67	0	1	0	2	3	31201.56	8	31201.56	31201.56			31201.56	31201.56	
		W12	3	0	3	9	66.67	0	1	0	2	3	25201.26	12	25201.26	25201.26	25201.26	25201.26	25201.26	25201.26	25201.26
		W13	1	0	0	0	66.67	0	1	0	1	2	666.7	14			666.7				666.7
		W14	1	0	0	0	66.67	1	1	0	1	3	1000.05	13						1000.05	1000.05
Occurance Lev	el of Root Source o	of Waste j	5	4	7	10					AV				122006.1	82404.12	118196	195121.5	303926.9	314204.1	206077
Aggre	egate Cause Value		920	840	2121	4590				Ar	ea Rank				5	7	6	4	2	1	3

Dari hasil pemetaan *lean matrix* 1 pada tabel 5.22 diatas, selanjutnya dilakukan penilaian terhadap area kritis dengan menggunakan *pareto chart of area*. Gambar 5.5 merupakan *pareto chart of area* dengan variabel *area vector* (AV) dari hasil *lean matrix* 1.



Gambar 5. 5 Pareto Chart of Area

Pada *pareto chart* tersebut, didapatkan hasil satu area kritis yaitu A6 yang dapat menyebabkan 80% dari total permasalahan pada perusahaan.

#### 5.3.2 Lean Matrix 2

Dari hasil *pareto chart*, AV pada peringkat satu beserta akar penyebab *waste* dari aktivitas area tersebut yang dibawa ke *lean matrix* 2. Dari hasil area kritis dan akar penyebab *waste* tersebut, kemudian ditentukan *waste elimination action* dengan mempertimbangkan tingkat efektivitas dan tingkat kesulitan.

# 1. Menentukan Waste Elimination Action (WEA)

Waste Elimination Action disusun berdasarkan root source of waste area kritis pada lean matrix 1 yaitu external warehouse building. Tabel 5.23 merupakan root source of waste dari external warehouse building.

Tabel 5. 23 Area Kritis dan Akar Penyebab Waste Terpilih

Area	Root Source of Waste
External	1. Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa
warehouse	efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak
building (A6)	hinggap dan masuk ke area <i>finished goods powder</i> pada saat <i>transfer</i> (S1)
	2. Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover
	untuk internal <i>warehouse</i> sehingga tidak memiliki <i>space</i> untuk melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i> (S2)
	3. Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap,
	karena sudah rusak (S3)
	4. Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga
	tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs (S4)

Pada tabel 5.23 akar penyebab *waste* tersebut didapatkan dari *waste* yang terlibat pada area tersebut, pada area *external warehouse building, waste* yang terlibat adalah W2, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, W12, dan W14. Karena pada W2 akar penyebab *waste* yang terlibat adalah S1 sampai dengan S4, maka akar penyebab *waste* pada area *external warehouse building* adalah S1 sampai dengan S4. Akar penyebab *waste* dipilih dari *waste* yang paling banyak terlibat. Area kritis dan akar penyebab *waste* tersebut diselesaikan dengan menyusun alternatif rekomendasi perbaikan. Tabel 5.24 merupakan beberapa alternatif rekomendasi perbaikan yang diusulkan untuk membentuk komponen *lean matrix* 2 yaitu *Waste Elimination Action* (WEA) dan tabel 5.25 merupakan rekapitulasi dari *waste elimination action*.

Tabel 5. 24 Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Area Kritis	Root Source of Waste	Alternatif Perbaikan
External warehouse building (A6)	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif <i>cover</i> jumbo <i>bag</i> untuk mencegah <i>bugs</i> tidak hinggap dan masuk ke area <i>finished goods powder</i> pada saat <i>transfer</i> (S1)  Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	monitoring dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi

Tabel 5. 24 Alternatif Rekomendasi Perbaikan (Lanjutan)

Area Kritis	Root Source of Waste	Alternatif Perbaikan		
	Belum terdapat perhitungan <i>optimum</i> monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)	treatment pada warehouse internal		
	Perlu renovasi pada fasilitas <i>warehouse</i> 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	dibutuhkan untuk melakukan <i>treatment</i> .		

Tabel 5. 25 Rekapitulasi Waste Elimination Action

Code WEA	Deskripsi Waste Elimination Action			
WEA 1	Melakukan <i>monitoring</i> dan pengendalian yang tepat terhadap			
	jumlah populasi <i>bugs</i> .			
WEA 2	Melakukan treatment pada warehouse internal MM dengan			
	mengurangi unnecessary inventory.			

Salah satu pertimbangan dalam pembuatan Waste Elimination Action adalah area peningkatan dari klasifikasi warehouse. Area kritis yang terpilih dalam penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan adalah external warehouse building, yang diklasifikasikan dalam warehouse external karena lokasinya yang berada diluar pabrik. Waste yang terjadi dikarenakan lokasi warehouse external yang berada jauh dari lokasi pabrik internal dengan radius sekitar 20 km. Oleh karena itu, alternatif rekomendasi perbaikan difokuskan pada warehouse internal. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.2, area peningkatan pada warehouse internal antara lain *people*, proses, manajemen kinerja, dan *layout*. Pada WEA 1, area peningkatan yang digunakan adalah proses dan manajemen kinerja, dengan melakukan monitoring dan cara pengendalian yang tepat terhadap hama maka akan mengurangi langkah penanganan produk, dari yang harus melakukan pengemasan lalu melakukan cover jumbo bag untuk mencegah bugs, saat ini aktivitas cover jumbo bag dapat dihilangkan karena bugs yang terkendali dan meningkatkan efisiensi yang berkelanjutan. Pada WEA 2, area peningkatan yang digunakan adalah layout dan people, dikarenakan letak warehouse external yang cukup jauh dari pabrik internal, maka penggunaan warehouse internal dioptimalkan dengan

cara treatment dilakukan pada warehouse internal. Treatment pada warehouse internal akan meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas tenaga kerja karena akan mengurangi langkah penanganan, produk tidak perlu di transfer ke warehouse external untuk dilakukan treatment sebelum dikirim ke customer. Kedua alternatif rekomendasi perbaikan tersebut terlebih dahulu didiskusikan dengan pihak perusahaan sebelum dinilai tingkat efektivitas dan kesulitan dalam penerapan waste elimination action. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing alternatif perbaikan yang telah diusulkan.

a. Alternatif perbaikan menilai efektivitas *cover* jumbo *bag* untuk mencegah *bugs* (S1) dan keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga untuk mengontrol populasi *bugs* (S4)

Root source of waste S1 yaitu belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area *finished goods powder* pada saat *transfer* sehingga menyebabkan waste overprocessing dan S4 yaitu keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs yang menyebabkan treatment yang dilakukan di warehouse eksternal. Perbaikan yang dapat dilakukan pada permasalahan ini adalah melakukan *monitoring* dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi bugs. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk monitoring bugs adalah dengan menjebak bugs di tempat-tempat dimana bugs tersebut biasa terdapat. Jebakan yang digunakan tentunya disesuaikan dengan bugs yang terdapat pada perusahaan. Jebakan tersebut harus dimonitoring seperti diganti setiap minggu untuk menjaga efektivitasnya. Tahap awal yang dilakukan untuk menerapkan alternatif perbaikan tersebut adalah dengan melakukan inspeksi visual secara menyeluruh pada gudang untuk mengetahui jalan masuk bugs ke dalam bangunan dan area-area yang biasa bugs tersebut menetap, sehingga jebakan tersebut diletakkan pada area-area tersebut. Selain itu, cara pengendalian yang tepat pada waktu yang tepat sesuai siklus hidup bugs tersebut juga perlu dilakukan. Dalam melakukan identifikasi terhadap bugs, perlu diketahui juga siklus hidup bugs tersebut. Identifikasi dilakukan untuk menentukan bagaimana dan dimana bugs menghabiskan hidupnya sebagai telur, larva, pupa, atau dewasa. Hal ini penting

untuk menentukan saat terlemah dari *bugs* dan menentukan apakah *bugs* tersebut berada dalam fase yang paling merusak terhadap produk.

Apabila alternatif ini berhasil untuk mengendalikan populasi *bugs* maka beberapa penghematan dapat dihasilkan, seperti hilangnya proses *cover* jumbo *bugs*. Pada kondisi eksisisting perusahaan, setelah dilakukan pengemasan produk *powder* dengan menggunakan sak 25 kg, sak pada palet harus di*cover* dengan menggunakan plastik jumbo *bag* sebelum di *transfer* ke area *warehouse*. Plastik jumbo *bag* tersebut hanya dipakai sementara dan akan dibuang ketika akan dilakukan proses fumigasi, sehingga plastik tersebut tidak bisa digunakan untuk proses lainnya. Tingkat efektivitas dari penggunaan *cover* jumbo *bag* tersebut juga belum di perhitungkan sehingga dilakukan *treatment* lanjutan di *warehouse* eksternal. Selain itu, penghematan lain yang bisa didapatkan dari populasi *bugs* yang terkendali adalah mengurangi kegiatan *non-value added* yang terbesar pada *warehouse* eksternal yaitu proses fumigasi. Proses fumigasi harus dilakukan untuk menjaga kualitas dari produk, namun waktu proses dapat berkurang jika *bugs* pada perusahaan dapat terkendali.

Agar dapat menerapkan alternatif perbaikan tersebut, diperlukan pengecekan dan pergantian secara berkala pada jebakan yang digunakan dan kartu kontrol untuk *monitoring bugs* tercatat dengan jelas dan untuk mengontrol populasi pertumbuhan *bugs* dengan membuat *Standard Operating Procedure* (SOP). Alternatif ini merupakan alternatif yang paling mudah dan murah untuk dilakukan. Berikut merupakan contoh SOP *monitoring* pengendalian *bugs*.

Nama Perusahaan		Tanggal Asal:	
	Standard Operating Procedure pada	Tanggal Revisi:	
	Monitoring Pengendalian Bugs	No. Revisi	
No. SOP		Hal. 1 dari 1	
Tanggal	Tanggal Tanda Tangan Persetujuan Dept.	Tanggal Tanda Tangan	
		Persetujuan Q.A.	

# I. Tujuan

Untuk mencegah pertumbuhan populasi *bugs* pada *warehouse internal finished goods powder* 

#### II. Cakupan

SOP ini berlaku untuk area warehouse internal finished goods powder di PT. X

#### III. Tanggung Jawab

Teknisi Quality Assurance PT. X

#### IV. Prosedur

Periksa baik di luar maupun di dalam fasilitas setiap minggu untuk mendeteksi *bugs* dan catat dalam catatan inspeksi (Form-XX1)

Setiap perangkat pengendalian *bugs* yang diletakkan di dalam dan disekitar fasilitas harus memiliki nomer seri yang jelas yang dilabeli diatasnya.

Teknisi QA harus memeriksa tanggal dan menandatangani label di dalam semua perangkap. Catat setiap *bugs* yang ditemui di perangkap dalam catatan pemantauan *bugs* 

Lokasi perangkap juga harus ditandai untuk memudahkan identifikasi lokasi perangkap bagi karyawan di perusahaan

# V. Monitoring

Teknisi QA harus memeriksa tanggal dan menandatangani label di dalam semua jebakan untuk ditempatkan disekitar fasilitas dan memeriksa setiap minggu.

#### **VI.** Corrective Action

- 1. Manager QA akan mengubah program pengendalian bugs jika program tidak efektif
- 2. Teknisi QA akan mencatat deskripsi ketidaksesuaian, penyebab masalah, dan tindakan korektif yang diambil dengan tanggal tindakan pada Catatan Pemantauan Pengendalian *Bugs* (Form-XX2)
- 3. Departemen QA akan melatih kembali karyawan yang ditemukan tidak mengikuti prosedur dalam SOP ini.

#### VII. Referensi dari Dokumen Lain

Catatan Inspeksi (Form-XX1)

Catatan Pemantauan (Form-XX2)

## VIII. End of Document

#### **Approval**

Tanggal Implementasi:	By:
Tanggal Peninjauan:	By:
Tanggal Revisi:	By:

Gambar 5. 6 Contoh SOP *Monitoring* Pengendalian *Bugs* 

b. Alternatif perbaikan tidak memiliki *space* untuk melakukan *treatment* di dalam *plant* (S2) dan perlunya renovasi *warehouse* 27 (S3)

Root source of waste S2 yaitu belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant dan S3 yaitu perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak menyebabkan terjadinya waste transportation. Pada kondisi eksisting perusahaan, treatment dilakukan di warehouse eksternal karena tidak adanya space pada warehouse internal dan kondisi warehouse 27 yang atapnya sudah rusak, sehingga produk sebelum dikirim ke customer harus dikirim terlebih dahulu ke warehouse external dengan jarak yang cukup jauh yaitu kurang lebih 20 km. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengoptimalkan penggunaan warehouse internal karena lokasi warehouse external yang berada di lokasi yang cukup jauh dan transportasi produk yang kurang efektif karena bahan baku yang berada di warehouse external harus dikirimkan ke warehouse internal untuk diproses dan setelah produk selesai diproses harus dikirim lagi ke warehouse external untuk dilakukan treatment.

Optimalisasi penggunaan warehouse internal adalah dengan melakukan treatment di warehouse internal 44 karena tingkat utilitas warehouse melebihi kapasitas yang tersedia yang mencapai 139%, sehingga unnecessary inventory dapat dihilangkan dan space yang diperlukan untuk melakukan treatment di dalam plant dapat dihitung. Warehouse 27 dan MM di maksimalkan untuk penyimpanan produk powder dan agar tidak memperburuk kondisi produk, warehouse 27 perlu diperbaiki pada bagian yang rusak tanpa perlu perbaikan sampai dengan redesign. Agar dapat mengurangi unnecessary inventory maka PPIC harus memberikan schedule plan produksi pada section head produksi dan filling dengan pertimbangan produk yang harus diprioritaskan untuk kebutuhan waktu pengiriman ke *customer* dengan mempertimbangkan space yang dimiliki warehouse internal finished goods. Alternatif perbaikan ini memberikan penghematan pada biaya transportasi, biaya sewa 3PL untuk melakukan proses fumigasi, dan waktu proses yang jauh lebih cepat. Selain itu, penghematan lain yang bisa didapatkan dari treatment yang dilakukan di warehouse internal adalah menghilangkan kegiatan non-value added yang terbesar pada warehouse internal yaitu proses picking yang terjadi karena

persiapan transfer produk untuk dilakukan *treatment* di *warehouse external*. Agar dapat menerapkan alternatif perbaikan tersebut, diperlukan perhitungan pembagian *space* antara alokasi area *treatment* dengan penyimpanan produk jadi dan pelatihan kepada karyawan untuk melakukan *treatment* di dalam *plant*.

Perbandingan alternatif perbaikan yang diusulkan oleh Andriawan (2018) berbeda dengan penelitian ini, tabel 5.26 merupakan beberapa perbedaan alternatif perbaikan yang diusulkan.

Tabel 5. 26 Perbandingan Alternatif Perbaikan Metode LMW dengan Penelitian Andriawan (2018)

Root Source of waste	Alternatif Perbaikan Metode LMW	Alternatif Perbaikan Penelitian Andriawan (2018)
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	Melakukan  monitoring dan  pengendalian yang  tepat terhadap jumlah  populasi bugs	Menghilangkan proses cover jumbo bag untuk mencegah bug
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	populasi <i>bugs</i>	Bekerja sama dengan pabrik tetangga dengan menawarkan sharing biaya untuk melakukan fumigasi oleh <i>pest control</i> terhadap sumber kontaminasi
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)	Melakukan treatment pada warehouse internal dengan menghitung space	Mengurangi <i>unnecessary inventory</i> dan kegiatan fumigasi dilakukan di <i>warehouse</i> 44.
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	yang dibutuhkan untuk melakukan treatment.	Perancangan desain baru untuk renovasi atap warehouse yang lebih permanen dan merancang program untuk melakukan perawatan berkala.

Dari hasil alternatif perbaikan yang direkomendasikan oleh Andriawan (2018), yang diterapkan pada perusahaan adalah mengurangi *unnecessary inventory*, namun *treatment* pada internal *warehouse* belum dilakukan dikarenakan menunggu perbaikan fasilitas pada *warehouse* 27 yang masih pada tahap *budgeting*. Sehingga perhitungan *space* yang diperlukan untuk melakukan *treatment* di dalam *plant* juga belum dilakukan. Sementara untuk alternatif perbaikan bekerja sama dengan pabrik tetangga untuk mengontrol populasi *bugs* dan menghilangkan proses *cover* jumbo *bag* belum diterapkan karena populasi *bugs* yang belum terkendali. Sehingga *monitoring* dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi *bugs* merupakan alternatif baru yang perlu diterapkan karena bekerja sama dengan pabrik tetangga tidak bisa dilaksanakan.

### 2. Assessment terhadap tingkat efektivitas

Setelah dibuat *waste elimination action*, selanjutnya dilakukan *assessment* terhadap tingkat efektivitas dan tingkat kesulitan apabila *waste elimination action* tersebut diterapkan. Penentuan nilai efektivitas adalah dengan menggunakan kriteria penilaian dengan skala 0 (tidak ada), 1 (rendah), 3 (sedang), atau 9 (tinggi). Dengan menggunakan skala tersebut, maka didapatkan hasil penilaian tingkat efektivitas beserta penjelasan pemilihan skor yang ditunjukkan pada tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Efektivitas Waste Elimination Action

Relationship	Skor	Keterangan				
Peran WEA 1 untuk meminimalisir S1	1	WEA 1 berperan kecil pada S1 karena jika <i>bugs</i> sudah dapat terkendali barulah <i>cover</i> jumbo <i>bag</i> yang belum dihitung tingkat efektivitasnya dapat dihilangkan.				
Peran WEA 1 untuk meminimalisir S2	0	melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i>				
Peran WEA 1 untuk meminimalisir S3	l l l memburuk namun tidak sampai dengan					
		Monitoring bugs dapat berperan besar dalam mengontrol populasi pertumbuhan bugs.				
Peran WEA 2 untuk meminimalisir S1	0	Mengurangi <i>unnessary inventory</i> tidak dapat berperan dalam menghitung efektivitas <i>cover</i> jumbo <i>bag</i>				

Tabel 5. 27 Efektivitas Waste Elimination Action (Lanjutan)

Relationship	Skor	Keterangan			
Peran WEA 2 untuk meminimalisir S2	3	Mengurangi <i>unnessary inventory</i> dapat berperan untuk melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i> karena telah memiliki <i>space</i> di internal <i>warehouse</i> .			
Peran WEA 2 untuk meminimalisir S3	1	Renovasi atap pada fasilitas <i>warehouse</i> 27 tetap dilakukan untuk memilisir kondisi produk yang memburuk namun tidak sampai dengan <i>redesign</i> hanya pada bagian yang rusak saja karena <i>treatment</i> dilakukan di <i>warehouse</i> 44			
Peran WEA 2 untuk meminimalisir S4	0	Mengurangi <i>unnessary inventory</i> tidak dapat berperan dalam mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i>			

Nilai tingkat efektivitas menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat efektivitas maka *waste elimination action* yang akan diterapkan memiliki peranan yang tinggi dalam mengeliminasi atau mereduksi *waste*, begitu juga sebaliknya.

# 3. Perhitungan total efektivitas

Setelah dilakukan *assessment* terhadap tingkat efektivitas, selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap efektivitas total dari *waste elimination action*. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui secara efektif *waste elimination action* yang dijalankan. Nilai efektivitas total didapatkan dengan mengalikan nilai *aggregate cause* yang ada pada *lean matrix 1* dengan nilai tingkat efektivitas. Contoh perhitungan dari nilai efektivitas total pada WEA 1 adalah sebagai berikut:

$$TEm = \sum AC_i E_{mj}$$
 .....(2.8)  
 $TE_{WEA1} = (1 \times 920) + (0 \times 840) + (1 \times 2121) + (9 \times 4590)$   
 $TE_{WEA1} = 44351$ 

Perhitungan diatas dilakukan untuk setiap *waste elimination action*. Tabel 5.28 berikut menunjukkan nilai efektivitas total untuk setiap *waste elimination action*.

Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Nilai Efektivitas Total Waste Elimination Action

Code	Deskripsi Waste Elimination Action	Tingkat Efektivitas Total
WEA 1	Melakukan <i>monitoring</i> dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi <i>bugs</i> .	44351
WEA 2	Melakukan <i>treatment</i> pada <i>warehouse</i> internal dengan menghitung <i>space</i> yang dibutuhkan untuk melakukan <i>treatment</i> .	4641

Dari tabel 5.28 diketahui bahwa *waste elimination action* yang paling efektif adalah WEA 1 hal ini berarti bahwa ketika *waste elimination action* dijalankan maka akan memiliki peranan besar dalam eliminasi atau reduksi *waste*.

#### 4. Assessment terhadap tingkat kesulitan

Proses assessment juga dilakukan terhadap tingkat kesulitan dalam melakukan waste elimination action. Tingkat kesulitan diperlukan untuk mengetahui seberapa sulit perusahaan dalam melakukan beberapa alternatif rekomendasi perbaikan yang telah disusun. Penentuan nilai tingkat kesulitan adalah dengan menggunakan kriteria penilaian dengan skala 3, 4, atau 5 yang dilakukan oleh pihak expert perusahaan. Penilaian tingkat kesulitan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek kuantitatif dan kualitatif. Aspek kuantitatif terdiri dari biaya yang perlu dikeluarkan untuk penerapan rekomendasi perbaikan dan waktu atau lamanya penerapan alternatif perbaikan, sedangkan aspek kualitatif berkaitan dengan adanya kendala organisasi. Tabel 5.29 merupakan kriteria degree of difficulty performing action dan hasil penilaian ditunjukkan pada tabel 5.30, semakin tinggi tingkat kesulitan maka biaya yang dikeluarkan semakin tinggi pula.

Tabel 5. 29 Kriteria Degree of Difficulty Performing Action

Rating	Parameter Kuantitatif	Parameter Kualitatif	
3	Penerapan alternatif perbaikan berada dalam kurun waktu 0-6 bulan Biaya penerapan alternatif perbaikan berada dalam kisaran harga Rp 0 – Rp 10.000.000	Alternatif perbaikan yang diusulkan mudah untuk dilakukan dan diterima oleh setiap <i>stakeholder</i> perusahaan	
4	Penerapan alternatif perbaikan berada dalam kurun waktu 6-12 bulan Biaya penerapan alternatif perbaikan berada dalam kisaran harga Rp 10.000.000 – Rp 30.000.000	Alternatif perbaikan yang diusulkan cukup sulit untuk dilakukan dan diterima oleh setiap <i>stakeholder</i> perusahaan	

Tabel 5. 29 Kriteria Degree of Difficulty Performing Action (Lanjutan)

Rating	Parameter Kuantitatif	Parameter Kualitatif		
5	Penerapan alternatif perbaikan berada dalam kurun waktu >12 bulan Biaya penerapan alternatif perbaikan berada dalam kisaran harga lebih dari Rp 30.000.000	Alternatif perbaikan yang diusulkan sulit untuk dilakukan dan diterima oleh setiap <i>stakeholder</i> perusahaan		

Tabel 5. 30 Hasil Penilaian Tingkat Kesulitan Waste Elimination Action

Code	Deskripsi Waste Elimination Action	Tingkat Kesulitan	Keterangan		
WEA 1	Melakukan <i>monitoring</i> dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi <i>bugs</i> .	3	Perusahaan tidak mempermasalahkan penerapan rekomendasi perbaikan karena operator mudah untuk melakukannya.		
WEA 2	Melakukan treatment pada warehouse internal dengan menghitung space yang dibutuhkan untuk melakukan treatment.	5	Untuk dapat menerapkan alternatif perbaikan tersebut diperlukan perhitungan <i>space</i> yang diperlukan untuk melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i> dan perhitungan <i>monthly stock cover</i> sehingga perusahaan harus mempelajarinya.		

# 5. Perhitungan rasio efektivitas total dan tingkat kesulitan

Langkah yang dilakukan berikutnya adalah melakukan perhitungan nilai rasio antara tingkat total efektivitas dengan tingkat kesulitan. Perhitungan rasio ini dilakukan untuk memprioritaskan *waste elimination action* yang dijalankan agar mengeliminasi atau mereduksi *waste*. Berikut merupakan contoh perhitungan rasio antara tingkat total efektivitas dengan tingkat kesulitan pada WEA 1.

$$ETDm = \frac{TEm}{Dm}$$

$$ETD_{WEA1} = \frac{44351}{3}$$

$$ETD_{WEA1} = 14783,67$$
(2.9)

Perhitungan diatas dilakukan untuk setiap *waste elimination action*, tabel 5.31 merupakan hasil perhitungan rasio antara tingkat total efektivitas dengan tingkat kesulitan.

Tabel 5. 31 Hasil Perhitungan Rasio Total Efektivitas dan Tingkat Kesulitan

Code	Deskripsi Waste Elimination Action	Tingkat Efektivitas Total	Tingkat Kesulitan	Nilai Rasio (ETDm)
WEA 1	Melakukan <i>monitoring</i> dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi <i>bugs</i> .	44351	3	14783,67
WEA 2	Melakukan <i>treatment</i> pada <i>warehouse</i> internal dengan menghitung <i>space</i> yang dibutuhkan untuk melakukan <i>treatment</i> .	4641	5	928,20

Setelah didapatkan nilai rasio maka selanjutnya dilakukan prioritas *waste elimination action* dengan mengurutkan nilai rasio dari yang terbesar ke terkecil. Hasil prioritas *waste elimination action* ditunjukkan pada tabel 5.32 berikut, sementara hasil dari *lean matrix* 2 secara keseluruhan ditunjukkan pada tabel 5.33.

Tabel 5. 32 Hasil Prioritas Waste Elimination Action

Code	Deskripsi Waste Elimination Action	Tingkat Efektivitas Total	Tingkat Kesulitan	Nilai Rasio (ETDm)	Ranking
WEA 1	Melakukan monitoring dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi bugs.	44351	3	14783,67	1
WEA 2	Melakukan  treatment pada  warehouse internal dengan menghitung  space yang dibutuhkan untuk melakukan treatment.	4641	5	928,20	2

Tabel 5. 33 Pemetaan *Lean Matrix* 2

			Waste Elii Acti		
Area Kritis	Warehouse Classification	Root Source of Waste	WEA 1	WEA 2	Aggregate Cause i
External	External	S1	1	0	920
Warehouse	Warehouse	S2	0	3	840
	Finished	<b>S</b> 3	1	1	2121
Building	Goods	S4	9	0	4590
Total Effectiveness of Waste Elimination Action m (TEm)		44351	4641		
Degree of difficulty performing action m (Dm)			3	5	
Effectiveness to difficulty ratio (ETDm)			14783.67	928.20	
Rank of action priority			1	2	

Dari tabel 5.33 diatas, diketahui bahwa waste elimination action yang menjadi prioritas adalah melakukan monitoring dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi bugs. Waste elimination action ini merupakan alternatif perbaikan yang paling efektif untuk diterapkan karena pertumbuhan populasi bugs tidak bisa terkontrol. Populasi bugs yang dapat terkendali akan mencegah produk yang terkontaminasi dengan bugs, sehingga akan meningkatkan efisiensi dalam penanganan produk seperti treatment yang hanya dilakukan sekali yaitu diakhir sebelum produk dikirim ke customer untuk memastikan kualitas produk. Sehingga cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer yang belum tau tingkat efektivitasnya dapat dihilangkan. Hal tersebut membawa peningkatan pada manajemen kinerja dan proses dengan potensi penghematan sebesar 6-14%. Penghematan juga didapatkan dari hilangnya proses cover jumbo bag adalah sebagai berikut,

Harga 1 jumbo bag = Rp. 15.000,00 Output produk jadi powder dalam 1 hari = 37 palet Saving per tahun = 15.000 x 37 x 30 x 12 = Rp. 199.800.000,00

# 5.4 Action Plan Waste Elimination Action yang diprioritaskan

Berdasarkan hasil *lean matrix* 2 dan diskusi dengan pihak perusahaan *waste elimination action* yang diprioritaskan adalah melakukan *monitoring* dan

pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi *bugs*. Agar alternatif perbaikan tersebut dapat diimplementasikan, maka diperlukan *action plan* untuk merubah cara kerja pada perusahaan. Membuat *Standard Operating Procedure* (SOP) merupakan langkah awal yang dilakukan untuk menerapkan alternatif perbaikan. Tujuan dari pembuatan SOP adalah pedoman kerja yang berisi prosedur dan aturan yang harus dipatuhi oleh semua pihak yang terlibat di dalam perusahaan agar mencapai tujuan bersama yaitu *bugs* yang dapat terkendali. Contoh SOP *monitoring* dan pengendalian populasi *bugs* dapat dilihat pada gambar 5.6 yang terdiri dari alur kerja, tanggung jawab dan wewenang dari masing-masing pihak yang terlibat dalam perusahaan. Departemen yang bertanggung jawab dalam *monitoring* dan pengendalian populasi *bugs* adalah Departemen *Quality Control*. Kepala departemen bertanggung jawab untuk memberikan pelatihan kepada semua staf *Quality Control* untuk dapat melaksanakan tugas *monitoring* dan pengendalian populasi *bugs* sesuai dengan SOP yang telah dibuat. Ukuran keberhasilan dari alternatif perbaikan ini adalah *bugs* yang dapat terkendali pada perusahaan.

# 5.5 Perbandingan Implementasi *Lean Warehouse* Andriawan (2018) dengan Implementasi Pengembangan *Tool*

Implementasi *lean warehouse* yang dilakukan oleh Andriawan (2018) berbeda dengan implementasi pengembangan *tool* pada penelitian ini. Tabel 5.34 merupakan beberapa perbedaan antara kedua penelitian.

Tabel 5. 34 Perbedaan Implementasi *Lean Warehouse* Andriawan (2018) dengan LMW

No.	Aspek	Andriawan (2018)	LMW
1	Penentuan Waste Kritis	Pada penentuan waste digunakan tools Value Stream Mapping (VSM) dan Process Activity Mapping (PAM). Penelitian ini tidak menentukan waste kritis, semua waste yang teridentifikasi akan dianalisis dan selanjutnya dicari akar penyebabnya.	Pada penelitian ini, penentuan waste juga menggunakan tools Value Stream Mapping (VSM) dan Process Activity Mapping (PAM). Namun lebih fokus pada penentuan area kritis yaitu area yang paling berpengaruh terhadap waste.

Tabel 5. 34 Perbedaan Implementasi *Lean Warehouse* Andriawan (2018) dengan LMW (Lanjutan)

No.	Aspek	Andriawan (2018)	LMW
2	Penentuan Sumber Penyebab Waste	Akar penyebab waste ditentukan dengan tools RCA yaitu 5 why's dan fishbone. Pada penelitian ini tidak dilakukan pemrioritasan akar penyebab waste.	Akar penyebab waste ditentukan dengan tools RCA yaitu 5 why's dan fishbone yang kemudian dilakukan assessment terhadap tingkat occurrence sesuai dengan skala likert yang digunakan. Pada penelitian ini juga tidak dilakukan pemrioritasan akar penyebab waste. Namun, pemrioritasan dilakukan pada area kritis yang kemudian akar penyebab dari area kritis ini akan dibawa ke lean matrix 2 untuk ditentukan waste elimination action yang sesuai.
3	Tahap Improve	Pembuatan alternatif perbaikan dilakukan dengan menggambarkan lambang kaizen burst pada VSM current state untuk area dimana terdapat opportunity perbaikan yang dapat dilakukan. Kemudian, hasil rekomendasi solusi tersebut dipetakan dalam future state VSM dan di analisis estimasi penghematan biaya operasional apabila perusahaan menerapkan hasil dari rekomendasi tersebut.	Rekomendasi alternatif perbaikan dilakukan dengan memformulasikan waste elimination action berdasarkan area kritis yang terpilih pada lean matrix 1 dan akar penyebab waste yang teridentifikasi pada area tersebut. Aksi perbaikan dipilih dari hasil prioritas waste elimination action dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan dan tingkat efektivitas dari sebuah waste elimination action tersebut.

Berdasarkan hasil yang didapatkan juga terdapat perbedaan, dimana pada penelitian Andriawan (2018) tidak dilakukan pemrioritasan rekomendasi perbaikan, semua akar penyebab *waste* yang teridentifikasi digambarkan pada *future state* VSM. Sedangkan dalam penelitian ini, rekomendasi perbaikan yang diprioritaskan adalah yang berada pada peringkat satu yaitu melakukan *monitoring* dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi *bugs* yang berasal dari akar

penyebab *waste* S4 yaitu keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan *bugs* dan S1 yaitu belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif *cover* jumbo *bag* untuk mencegah *bugs* tidak hinggap dan masuk ke area *finished goods powder* pada saat *transfer*. Sehingga, dalam penerapan satu alternatif perbaikan tersebut dapat menghapus dua akar penyebab *waste* yaitu S1 dan S4.

Parameter lain yang digunakan untuk membedakan penelitian ini dengan penelitian Andriawan (2018) adalah kemudahan dalam implementasi metode untuk menyelesaikan permasalahan pada aktivitas pergudangan. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil wawancara dengan Bapak Nirwan M Andriawan yang telah melakukan penelitian mengenai *lean warehouse* dengan menggunakan beberapa metode yang umum digunakan untuk implementasi *lean manufacturing* dengan objek penelitian yang sama yaitu PT. X.

Berdasarkan hasil diskusi, jika dibandingkan antara penelitian ini yang menggunakan integrasi *tool* mulai dari identifikasi *waste* hingga prioritas rekomendasi perbaikan dengan menggunakan beberapa metode yang umum digunakan, maka dengan skala 1 sampai 5 dimana 1 berarti sangat tidak efektif sedangankan 5 berarti sangat efektif, metode LMW ini memiliki skor 4 yang berarti efektif, karena metode LMW ini melihat beberapa aspek yang tidak dilakukan pada penelitian sebelumnya seperti prioritas rekomendasi perbaikan yang dinilai berdasarkan tingkat efektivitas dan tingkat kesulitan. LMW juga mencakup tahap lengkap implementasi *lean*, sehingga tidak perlu mencari metode yang sesuai pada setiap langkah penerapan *lean*. Pada metode LMW ini alternatif rekomendasi perbaikan yang diusulkan juga lebih komprehensif karena mempertimbangkan beberapa *root source of waste*, namun langkah dalam penerapan metode LMW ini cukup panjang.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB VI**

# KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan. Penarikan kesimpulan menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan dan pemberian saran agar penelitian selanjutnya menjadi lebih baik.

## 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, berikut ini adalah kesimpulan yang dapat diambil:

- 1. Pengembangan *lean matrix* 1 digunakan untuk mengidentifikasi *waste*, akar penyebab *waste*, dan menentukan peringkat area yang paling berpengaruh terhadap *waste* (area kritis). Berdasarkan aplikasi pengembangan *tools* didapatkan satu area kritis yang terpilih dari pemetaan *lean matrix* 1 yaitu *external warehouse building* (A6) dan empat akar penyebab *waste* yang teridentifikasi pada area tersebut yaitu belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif *cover jumbo bag* (S1), belum terdapat perhitungan *optimum monthly stock cover* untuk internal *warehouse* (S2), perlu renovasi pada fasilitas *warehouse* 27 (S3), dan keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan *bugs* (S4).
- 2. Pengembangan *lean matrix* 2 bertujuan untuk memprioritaskan alternatif rekomendasi perbaikan untuk menghilangkan atau mengurangi akar penyebab *waste* berdasarkan area kritis yang terpilih pada *lean matrix* 1. *Lean matrix* 2 terdiri dari rekomendasi dan *ranking waste elimination action* yang mempertimbangkan tingkat efektivitas dan kesulitannya. Berdasarkan aplikasi pengembangan *tools* didapatkan satu *waste elimination action* yang terpilih dari pemetaan *lean matrix* 2 yaitu melakukan *monitoring* dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi *bugs* yang dapat mengeliminasi dua akar penyebab *waste* S1 dan S4. Jika rekomendasi perbaikan tersebut diimplementasikan, maka akan membawa peningkatan

- pada manajemen kinerja dan proses dengan potensi penghematan sebesar 6-14%. Penghematan juga didapatkan dari hilangnya proses *cover* jumbo *bag* dengan pengurangan biaya sebesar Rp. 199.800.000/tahun.
- 3. Lean Matrix for Warehouse (LMW) diaplikasikan pada studi kasus di industri manufaktur starch dan sweetener. Studi kasus ini sebelumnya telah dianalisis oleh Andriawan (2018), namun dalam aplikasinya menggunakan lean tools yang umum digunakan untuk implementasi lean manufacturing. Sehingga berbeda dengan implementasi LMW untuk eliminasi waste. Salah satu parameter yang digunakan untuk membedakan penelitian ini dengan penelitian Andriawan (2018) adalah kemudahan dalam implementasi metode untuk menyelesaikan permasalahan pada aktivitas pergudangan, metode LMW ini memiliki skor 4 yang berarti efektif untuk diimplementasikan.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya yaitu melakukan pengaplikasian *Lean Matrix for Warehouse* (LMW) pada objek yang berbeda untuk lebih mengetahui kelebihan dan kekurangan pengembangan *tools*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdi, F., Sohrab Khalili, S. dan Seyed Mohammad Seyed, H. (2006) "Glean Lean: How To Use Lean Approach in Service Industries?," *Journal of Services Research*.
- Abushaikha, I., Salhieh, L. dan Towers, N. (2018) "Improving distribution and business performance through lean warehousing," *International Journal of Retail and Distribution Management*, 46(8), hal. 780–800.
- Alan, E., Rushton, A. dan Scholten, J. (2000) Logistics and Distribution Management. 2nd ed. London: Kogan.
- Aljunaidi, A. dan Ankrak, S. (2014) "The Application of Lean Principles in the Fast Moving Consumer Goods (FMCG)," *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 7.
- Alpan, G. et al. (2015) "Warehouse performance measurement: classification and mathematical expressions of indicators To cite this version: HAL Id: hal-01242034 Warehouse performance measurement: classification and mathematical expressions of indicators," *International Conference in Information Systems*, 5(1), hal. 1–9.
- Anđelković, A., Radosavljević, M. dan Stošić, D. (2017) "Effects of Lean Tools in Achieving Lean Warehousing," *Economic Themes*, 54(4), hal. 517–534.
- Andriawan, M. N. (2018) Reduksi Waste pada Operasi Warehouse dengan Menerapkan Metode Lean Warehousing. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dotoli, M. *et al.* (2015) "An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study," *Computers in Industry*. Elsevier B.V., 70(1), hal. 56–69.
- Frazelle, E. H. (2002) World-Class Warehousing and Material Handling. New York: McGraw Hill.
- Gupta, S. dan Jain, S. K. (2013) "A literature review of lean manufacturing," International Journal of Management Science and Engineering Management, 8(4), hal. 241–249.
- Hadiguna, R. A. (2008) Tata Letak Pabrik. Yogyakarta: Andi Offset.

- Hines, P., Holwe, M. dan Rich, N. (2004) "Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking," *International Journal of Operations and Production Management*. doi: 10.1108/01443570410558049.
- Hines, P. dan Rich, N. (1997) "The seven value stream mapping tools," International Journal of Operations and Production Management.
- Holweg, M., Radnor, Z. J. dan Waring, J. (2012) "Lean in healthcare: The unfilled promise?," *Social Science and Medicine*.
- Jones, D. T. dan Womack, J. P. (1996) *Lean Thinking*. New York: Simon and Schuster.
- Jones, D. T. dan Womack, J. P. (1997) "Lean thinking-banish waste and create wealth in your corporation," *Journal of the Operational Research Society*.
- Karningsih, P. D., Pangesti, A. T. dan Suef, M. (2019) "Lean Assessment Matrix: A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1).
- Kay, M. G. (2015) "Warehousing," hal. 1–54.
- Koster, R. B. M. De dan Smidts, A. (2013) "Organizing warehouse management," International Journal of Operations and Production Management, 33(9), hal. 1230–1256.
- Kusanggita, P. (2019) *Implementasi Lean Manufacturing pada Produksi Obat Anti Mabuk di PT X. Laporan Tugas Akhir*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nofrimurti, M. dan Oey, E. (2018) "Lean implementation in traditional distributor warehouse A case study in an FMCG company in Indonesia," *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 8(1), hal. 1–15.
- Nyavie, G. M. K. . (2015) "Assessing the Impact of Lean Implementation Strategies on Warehousing Performance. A case study of Nestlé Ghana Ltd.," (September).
- Priyambodo, B. (2007) *Manajemen Farmasi Industri*. Yogyakarta: Global Pustaka Utama.
- Rawabdeh, I. A. (2005) "A model for the assessment of waste in job shop environments," *International Journal of Operations and Production*

- Management, 25(8), hal. 800-822.
- Staudt, F. H. (2015) "Global warehouse management: a methodology to determine an integrated performance measurement," hal. 263.
- Visser, J. (2014) "Lean in the warehouse: Measuring lean maturity and performance within a warehouse environment," *Master Thesis, Rotterdam School of Management, Erasmus University*, hal. 80.
- Vorne, R. A. (2007) *KPIs from a Lean Perspective: Achieve goals, reduce waste, Plant Engineering.* Tersedia pada:

  https://www.plantengineering.com/articles/kpis-from-a-lean-perspective-achieve-goals-reduce-waste/ (Diakses: 17 April 2020).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **LAMPIRAN**

## LAMPIRAN 1 – KUISIONER LEAN MATRIX 1

Nama Responden : Bapak Nirwan M Andriawan

Jabatan : Supply Planning & Continuous Improvement Lead

Lama Bekerja : 4,5 Tahun

Deskripsi Singkat :

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tool agar membantu implementasi Lean Warehouse saat identifikasi waste, menentukan akar waste dan menformulasikan/memprioritaskan langkah untuk mengeliminasi/mereduksi waste. Tool tersebut disebut dengan Lean Matrix for Warehouse (LMW) yang merupakan integrasi dari Lean Assessment Matrix dan Gemba Shikumi. Sebagai bagian dari pengembangan tool diperlukan hasil penelitian beserta expert (narasumber) yang telah melakukan implementasi Lean Warehouse untuk dianalisa dengan tool LMW ini.

Untuk itu mohon ijin untuk menggunakan data dan hasil analisa berdasarkan penelitian (Tesis MMT ITS) yang dilakukan oleh Bapak Nirwan M Andriawan tahun 2018 dengan judul "Reduksi Waste pada Operasi Warehouse dengan Menerapkan Metode Lean Warehousing". Salah satu hasil analisis pada penelitian ini adalah teridentifikasinya dua jenis *waste yaitu: waste overprocessing* dan *transportation*. Rekapitulasi *waste* dapat terlihat pada tabel berikut.

Area	Waste	Activity Waste
Internal	Ou amana a again a	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag
Warehouse	Overprocessing	Cek kontaminasi hama (kutu, dll) - vacuum
Finished Goods	T	Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external
Powder	Transportation	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer
	Transportation	Transfer produk ke external warehouse
		Pembongkaran di external warehouse
External	re	Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)
Warehouse		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping
Finished Goods		Proses fumigasi
Powder		Proses aerasi
		Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping
		Vacuum produk

Area	Waste	Activity Waste	
		Proses barcode untuk memastikan jumlah barang telah	
		sesuai  Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu	

Berdasarkan Abushaikha, et al., (2018), definisi *waste overprocessing* adalah *waste* yang terjadi ketika solusi yang terlalu kompleks ditemukan untuk tugas yang sederhana. Sementara, definisi dari *waste transportation* adalah setiap pergerakan pada *warehouse* yang tidak bernilai tambah.

Oleh karena itu, peneliti memohon kesediaan Bapak untuk mengisi kuisioner ini. Atas kerjasama dan kesediaan Bapak dalam mengisi kuisioner, saya ucapkan terimakasih.

# Lampiran 1.1 Kuisioner Keterkaitan antar Waste

Deskripsi Singkat

Kuisioner ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan sebab akibat (keterkaitan) antar *waste* (*waste* A menyebabkan *waste* B atau sebaliknya).

Mohon memilih salah satu pilihan jawaban (a, b atau c)

Perta	Pertanyaan No. 1			
No.	Pertanyaan	Jawaban (a, b atau c)		
	Apakah waste overprocessing	a.Selalu		
1	mengakibatkan atau menghasilkan waste transportation?	b.Kadang-kadang c.Jarang		
	Apakah waste transportation	a.Selalu		
2	mengakibatkan atau menghasilkan waste	b.Kadang-kadang		
	overprocessing?	c.Jarang		
Perta	nyaan No. 2			
No.	Pertanyaan	Jawaban (a, b atau c)		
1	Apakah waste overprocessing memiliki hubungan dengan waste transportation?	a.Jika waste overprocessing naik, maka waste transportation naik b.Jika waste overprocessing naik, maka waste transportation tetap c.Tidak tentu, tergantung keadaan		
2	Apakah waste transportation memiliki hubungan dengan waste overprocessing?	a.Jika waste transportation naik, maka waste overprocessing naik b.Jika waste transportation naik, maka waste overprocessing tetap c.Tidak tentu, tergantung keadaan		
Perta	nyaan No. 3			
No.	Pertanyaan Jawaban (a, b atau c)			
1	Apakah waste overprocessing memberikan dampak kepada waste transportation?			

Perta	Pertanyaan No. 3			
No.	Pertanyaan	Jawaban (a, b atau c)		
2	Apakah waste transportation memberikan dampak kepada waste overprocessing?	a.Tampak secara langsung dan jelas b.Butuh waktu untuk terlihat c.Tidak terlihat		

# Lampiran 1.2 Kuisioner Tingkat Impact Waste

Deskripsi Singkat

Kuisioner ini disusun berdasarkan *Root Cause Analysis* (RCA) yang telah disusun pada penelitian Tesis Bapak Nirwan.

Berikut merupakan rekapitulasi identifikasi *waste* pada *warehouse finished* goods powder baik pada *warehouse* internal maupun eksternal

Area	Waste Type	Waste	
Internal	Overnresessing	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag	
Warehouse	Overprocessing	Cek kontaminasi hama (kutu, dll) - vacuum	W2
Finished Goods	Transportation	Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external	W3
Powder	1	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer	W4
	Transportation	Transfer produk ke external warehouse	W5
	Transportation	Pembongkaran di external warehouse	
	Overprocessing	Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)	
T . 1		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping	
External Warehouse		Proses fumigasi	W9
Finished		Proses aerasi	W10
Goods Powder		Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping	W11
		Vacuum produk	W12
		Proses <i>barcode</i> untuk memastikan jumlah barang telah sesuai	
		Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu	W14

# Berikut merupakan rekapitulasi sumber penyebab waste

Sumber penyebab waste	Code
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag	
untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat	S1
transfer	
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse	S2
sehingga tidak memiliki <i>space</i> untuk melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i>	32
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak	S3
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol	C 4
populasi pertumbuhan <i>bugs</i>	S4

Mohon mengisi kuisioner ini dengan nilai skor (0, 1, 3 atau 9) dengan arti tiap nilai skor adalah sebagai berikut:

Impact Value of Root Source of Waste	Rating
Sumber penyebab waste tidak menyebabkan terjadinya waste terkait	0
Sumber penyebab waste memiliki dampak rendah terhadap waste terkait	1
Sumber penyebab waste memiliki dampak sedang terhadap waste terkait	3
Sumber penyebab waste memiliki dampak yang tinggi terhadap waste terkait	9

	Pertanyaan			Jawaban (0,1,3, atau 9)
Seberapa besar dampak	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	terhadap	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag (W1)	
	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)		Cek kontaminasi hama (kutu, dll) – vacuum (W2)	
	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)		Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external (W3)	
	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)		Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer (W4)	
	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)		Transfer produk ke external warehouse (W5)	
	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)		Pembongkaran di <i>external</i> warehouse (W6)	
	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)		Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack) (W7)	
	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif <i>cover jumbo bag</i> untuk mencegah <i>bugs</i> tidak hinggap dan		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping (W8)	

Pertanyaan		Jawaban (0,1,3, atau 9)
masuk ke area finished goods		
powder pada saat transfer (S1)  Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	Proses fumigasi (waiting time) (W9)	
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	Proses aerasi (W10)	
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping (W11)	
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	Vacuum produk (W12)	
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	Proses barcode untuk memastikan jumlah barang telah sesuai (W13)	
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif cover jumbo bag untuk mencegah bugs tidak hinggap dan masuk ke area finished goods powder pada saat transfer (S1)	Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu (W14)	
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag (W1)	
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)	Cek kontaminasi hama (kutu, dll) – vacuum (W2)	
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space	Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external (W3)	

Pertanyaan		Jawaban (0,1,3, atau 9)
untuk melakukan treatment di		(*,=,=, ,
dalam plant (S2)		
Belum terdapat perhitungan		
optimum monthly stock cover	Pemuatan	
untuk internal warehouse	kedalam kendaraan	
sehingga tidak memiliki space		
untuk melakukan treatment di	untuk proses transfer (W4)	
dalam plant (S2)	transfer (W4)	
Belum terdapat perhitungan	Transfer	
optimum monthly stock cover	produk ke	
untuk internal warehouse	external	
sehingga tidak memiliki space	warehouse	
untuk melakukan treatment di	(W5)	
dalam plant (S2)		
Belum terdapat perhitungan		
optimum monthly stock cover	Pembongkaran	
untuk internal warehouse	di external	
sehingga tidak memiliki <i>space</i> untuk melakukan <i>treatment</i> di	warehouse	
	(W6)	
dalam <i>plant</i> (S2)  Belum terdapat perhitungan		
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover	Penempatan	
untuk internal warehouse	produk di	
sehingga tidak memiliki <i>space</i>	lokasi fumigasi	
untuk melakukan <i>treatment</i> di	(floor stack)	
dalam plant (S2)	(W7)	
Belum terdapat perhitungan		
optimum monthly stock cover	Pelepasan	
untuk internal warehouse	plastik jumbo	
sehingga tidak memiliki <i>space</i>	bag dan	
untuk melakukan treatment di	wrapping (W8)	
dalam <i>plant</i> (S2)		
Belum terdapat perhitungan		
optimum monthly stock cover	Proses fumigasi	
untuk internal warehouse	(waiting time)	
sehingga tidak memiliki space	(Walting time) (W9)	
untuk melakukan treatment di		
dalam plant (S2)		
Belum terdapat perhitungan		
optimum monthly stock cover		
untuk internal warehouse	Proses aerasi	
sehingga tidak memiliki <i>space</i>	(W10)	
untuk melakukan <i>treatment</i> di		
dalam plant (S2)	Punglana	
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover	Bungkus produk dengan	
untuk internal warehouse	produk dengan plastik jumbo	
sehingga tidak memiliki <i>space</i>	bag dan	
untuk melakukan <i>treatment</i> di	wrapping dan	
dalam plant (S2)	(W11)	
Belum terdapat perhitungan	(**11)	
optimum monthly stock cover	Vacuum produk	
untuk internal warehouse	(W12)	
sehingga tidak memiliki <i>space</i>	(=2)	
1 11 1 66 11 1-1-1-1-1 Up weet	<u> </u>	

Pertanyaan	Jawaban (0,1,3, atau 9)	
untuk melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i> (S2)		(2,2,2, 2000 2)
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)	Proses barcode untuk memastikan jumlah barang telah sesuai (W13)	
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)	Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu (W14)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag (W1)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Cek kontaminasi hama (kutu, dll) – vacuum (W2)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external (W3)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer (W4)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Transfer produk ke external warehouse (W5)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Pembongkaran di external warehouse (W6)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack) (W7)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping (W8)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Proses fumigasi (waiting time) (W9)	

Pertanyaan		Jawaban (0,1,3, atau 9)
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Proses aerasi (W10)	(1)
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping (W11)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Vacuum produk (W12)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Proses barcode untuk memastikan jumlah barang telah sesuai (W13)	
Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu (W14)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag (W1)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs (S4)	Cek kontaminasi hama (kutu, dll) – vacuum (W2)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs (S4)	Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external (W3)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer (W4)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Transfer produk ke external warehouse (W5)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Pembongkaran di external warehouse (W6)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs (S4)	Penempatan produk di lokasi fumigasi	

Pertanyaan	Jawaban (0,1,3, atau 9)	
	(floor stack) (W7)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs (S4)	Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping (W8)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs (S4)	Proses fumigasi (waiting time) (W9)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan bugs (S4)	Proses aerasi (W10)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping (W11)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Vacuum produk (W12)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Proses barcode untuk memastikan jumlah barang telah sesuai (W13)	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu (W14)	

## Lampiran 1.3 Kuisioner Penentuan Kriteria Occurrence

Deskripsi Singkat

Kuisioner ini disusun untuk mencari kriteria nilai *occurence* yang berada pada *range* antara 1 sampai 10. *Occurrence* (estimasi seberapa sering muncul) digunakan untuk menilai setiap efek yang ditimbulkan oleh akar penyebab *waste*.

Berikut merupakan contoh penilaian skala dan kriteria untuk penilaian occurrence.

Rating	Occurrence	Deskripsi	Frekuensi
1	Remote	Akar penyebab waste tidak mungkin terjadi	-
2	Low	A1	Tania di antina talana
3	Low	Akar penyebab <i>waste</i> jarang terjadi	Terjadi setiap tahun
4	Moderate	Alan manadah masta asadadi tania di	Tania di antina balan
5	Moderate	Akar penyebab <i>waste</i> sesekali terjadi	Terjadi setiap bulan

Rating	Occurrence	Deskripsi	Frekuensi
6	Moderate		
7	High	Alrem menyehoh sugata hamilana Irali tania di	Tomic di sation minassu
8	High	Akar penyebab <i>waste</i> berulang kali terjadi	Terjadi setiap minggu
9	Very High	Alson montrohoh sugata tidals higo dihindoni	Tamiadi sation hani
10	Very High	Akar penyebab <i>waste</i> tidak bisa dihindari	Terjadi setiap hari

Bila perusahaan sudah memiliki tabel acuan untuk penilaian *occurrence* yang standar, dapat mengacu pada tabel tersebut. Bila perusahaa belum memiliki tabel acuan, apakah Bapak setuju dengan tabel diatas? Bila ada yang perlu disesuaikan dengan kondisi perusahaan maka mohon mengisi tabel di bawah ini.

Rating	Occurrence	Deskripsi	Frekuensi
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

#### Lampiran 1.4 Kuisioner Penentuan Performance Indicator

#### Deskripsi Singkat

Kuisioner ini disusun untuk menentukan pencapaian key performance indicator oleh perusahaan. Key Performance Indicator (KPI) penting untuk lantai pabrik karena sangat efektif dalam memaparkan, mengukur, dan memvisualisasikan waste. Terdapat empat indikator kinerja yang biasa digunakan dalam industri yaitu waktu, kualitas, biaya, dan produktivitas. Setiap indikator terdiri dari beberapa sub indikator, berikut merupakan penjelasan dari masingmasing indikator.

#### 1. Indikator Waktu

Sub Indikator	Definisi		
Order lead time	Lamanya waktu dari masuknya pesanan pelanggan hingga penerimaan pesanan.		
Receiving time	Lamanya waktu ketika unloading		
Order picking time	Lamanya waktu untuk memilih atau mengambil <i>item</i> dalam suatu pesanan.		
Putaway time	Waktu yang diperlukan untuk menyimpan <i>item</i> pada lokasi tertentu.		
Delivery lead time	Lamanya waktu pengiriman dari gudang hingga diterima pelanggan.		
Dock to stock time	Lamanya waktu dari kedatangan persediaan hingga produk tersebut dilakukan <i>order picking</i> .		

## 2. Indikator Kualitas

Sub Indikator	Definisi
On-time	Pengiriman yang dilakukan sebelum atau tepat pada waktu yang
delivery	dijanjikan.
Customer satisfaction	Banyaknya customer complain yang diterima.
Order fill rate	Jumlah <i>order</i> terisi komplit pada pengiriman pertama.
Delivery accuracy	Banyaknya pesanan pelanggan yang dikirim tanpa insiden.
Picking accuracy	Presentase produk yang diambil dari gudang tidak <i>defect</i> dan sesuai dengan alokasi <i>system stock</i> .
Orders shipped on time	Presentase terkirimnya pesanan secara tepat waktu.
Perfect orders	Banyaknya pesanan yang dikirim tepat waktu, tanpa ada yang rusak, dan dengan dokumentasi yang akurat.
Storage accuracy	Kesesuaian jumlah item secara physical count dengan system stock.
Physical inventory accuracy	Perhitungan <i>physical counts</i> sesuai dengan status persediaan yang dilaporkan dalam <i>database</i>
Stock out rate	Banyaknya item yang tidak dapat dipenuhi karena kehabisan stock.

# 3. Indikator Biaya

Sub Indikator	Definisi
Inventory cost	Total biaya penyimpanan item
Order processing cost	Biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan pemesanan item
Labor cost	Biaya yang dikeluarkan untuk membayar setiap pekerja yang terlibat pada operasi gudang.
Cost as % of sales	Biaya pengelolaan gudang terhadap <i>revenue</i> perusahaan.
Maintenance cost	Biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perawatan pada peralatan gudang.

## 4. Indikator Produktivitas

Sub Indikator	Definisi
Labor productivity	Rasio jumlah total barang yang dikelola setiap pekerja per satuan waktu.
Throughput	Banyaknya <i>item</i> yang meninggalkan gudang per satuan waktu.
Shipping productivity	Jumlah total produk yang dikirim per periode waktu
Transport utilization	Vehicle fill rate
Warehouse utilization	Tingkat kapasitas gudang yang digunakan
Picking productivity	Total jumlah produk yang diambil per jam kerja dalam aktivitas picking
Turnover	Rasio antara harga pokok penjualan dan rata-rata persediaan.
Receiving productivity	Rata-rata jumlah <i>item</i> yang diterima setiap pekerja per satuan waktu.

Mohon mengisi kuisioner berikut untuk menentukan sub indikator pada masing-masing indikator yang dianggap penting di perusahaan dan disesuaikan dengan waste yang teridentifikasi pada warehouse finished goods powder (bisa satu atau lebih dari satu).

Indikator	Sub Indikator
Waktu	
** **	
Kualitas	
Diam.	
Biaya	
Produktivitas	
Troduktivitus	

### Lampiran 1.5 Kuisioner Penentuan Area Terjadi Waste

Deskripsi Singkat

Kuisioner ini disusun untuk menentukan area terjadinya *waste* baik pada *warehouse finished goods powder* internal maupun eksternal. Pada masing-masing *waste* yang diidentifikasi sebelumnya, ditentukan dimana area terjadinya *waste* tersebut (misalnya: area *loading dock*, area *receiving*, dan lain-lain).

Area	Waste	Activity Waste	Area Terjadi <i>Waste</i>
Y	se	Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag	
Internal Warehouse Finished		Cek kontaminasi hama (kutu, dll) - vacuum	
Goods Powder	Tuguan outation	Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external	
Powaer	Transportation	Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer	
	Transportation	Transfer produk ke external warehouse	
		Pembongkaran di external warehouse	
External	rehouse nished oods Overprocessing	Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)	
Warehouse Finished Goods Powder		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping	
		Proses fumigasi	
		Proses aerasi	
		Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping	
		Vacuum produk	

Area	Waste	Activity Waste	Area Terjadi Waste
		Proses barcode untuk memastikan jumlah	
		barang telah sesuai	
		Packing (pallet, making) - untuk customer	
		tertentu	

## ${\bf Lampiran~1.6~Kuisioner~Penilaian~\it Occurrence~terhadap~Akar~Penyebab~\it Waste}$

Deskripsi Singkat

Kuisioner ini disusun berdasarkan *Root Cause Analysis* (RCA) yang telah disusun pada penelitian Tesis Bapak Nirwan dan juga kriteria penilaian *occurrence* yang telah ditetapkan pada kuisioner sebelumnya.

Berikut merupakan rekapitulasi kriteria penilaian *occurrence* yang telah ditetapkan sebelumnya.

Rating	Occurrence	Deskripsi	Frekuensi	
1	Remote	Akar penyebab waste tidak mungkin terjadi	-	
2	Low	Akar penyebab <i>waste</i> jarang terjadi	Toriodi sation tahun	
3	Low	Akai penyebab wasie jarang terjadi	Terjadi setiap tahun	
4	Moderate			
5	Moderate	Akar penyebab waste sesekali terjadi	Terjadi setiap bulan	
6	Moderate			
7	High	Alton mantichah sugata hamilang Itali tania di	Tonio di cation minacu	
8	High	Akar penyebab <i>waste</i> berulang kali terjadi	Terjadi setiap minggu	
9	Very High	Alson manyahah unggia tidals higa dihindani	Tomic di cation homi	
10	Very High	Akar penyebab <i>waste</i> tidak bisa dihindari	Terjadi setiap hari	

Mohon mengisi kuisioner ini dengan rating (1 - 10) dengan dengan deskripsi seperti tabel diatas.

Root Source of Cause	Cause Code	Occurrence
Contoh	S0	4
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif <i>cover</i> jumbo <i>bag</i> untuk mencegah <i>bugs</i> tidak hinggap dan masuk ke area <i>finished goods powder</i> pada saat <i>transfer</i>	<b>S</b> 1	
Belum terdapat perhitungan <i>optimum monthly stock cover</i> untuk internal <i>warehouse</i> sehingga tidak memiliki <i>space</i> untuk melakukan <i>treatment</i> di dalam <i>plant</i>	S2	
Perlu renovasi pada fasilitas <i>warehouse</i> 27 yaitu atap, karena sudah rusak	<b>S</b> 3	
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i>	S4	

### Lampiran 1.7 Kuisioner Penilaian Performance Indicator

Deskripsi Singkat :

Kuisioner ini disusun berdasarkan *waste* yang telah teridentifikasi pada penelitian Tesis Bapak Nirwan dan juga sub indikator yang telah dipilih pada kuisioner sebelumnya.

Berikut merupakan rekapitulasi sub indikator yang dipilih.

Indikator	Sub Indikator	PI Code
Waktu	Receiving time	KPI 1
Kualitas	On-time delivery	KPI 2
Biaya	Inventory cost	KPI 3
Waktu	Labor productivity	KPI 4

Sub indikator yang digunakan pada penelitian adalah sub indikator yang dianggap penting bagi perusahaan dan disesuaikan dengan waste yang teridentifikasi pada warehouse finished goods powder. Pada indikator waktu, sub indikator yang digunakan adalah receiving time yaitu lamanya waktu yang diperlukan untuk unloading, sub indikator kualitas yang digunakan adalah on-time delivery yaitu pengiriman yang dilakukan sebelum atau tepat pada waktu yang dijanjikan, sub indikator biaya yang digunakan adalah inventory cost yaitu total biaya penyimpanan item, dan sub indikator produktivitas yang digunakan adalah labor productivity yaitu rasio jumlah total barang yang dikelola setiap pekerja per satuan waktu.

Mohon mengisi kuisioner ini dengan nilai skor (0, 1, atau 2) dengan arti tiap nilai skor adalah sebagai berikut:

Nilai Dampak Waste terhadap Performance Indicator		Skor
Waste yang diidentifikasi memiliki dampak yang <b>tidak berpengaruh</b> pyang dipilih	oada indikator	0
Waste yang diidentifikasi memiliki dampak yang rendah pada indikato	or yang dipilih	1
Waste yang diidentifikasi memiliki dampak yang tinggi pada indikator	yang dipilih	2

	Performance Indicator			
Non-Value Added Activity (Waste)	Receiving time	On-time delivery	Inventory cost	Labor productivity
Contoh	2	0	1	0
Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag (W1)				
Cek kontaminasi hama (kutu, dll) - vacuum (W2)				
Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external (W3)				

	Performance Indicator			
Non-Value Added Activity (Waste)	Receiving time	On-time delivery	Inventory cost	Labor productivity
Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer (W4)				
Transfer produk ke <i>external warehouse</i> (W5)				
Pembongkaran di <i>external warehouse</i> (W6)				
Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack) (W7)				
Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping (W8)				
Proses fumigasi (W9)				
Proses aerasi (W10)				
Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping (W11)				
Vacuum produk (W12)				
Proses <i>barcode</i> untuk memastikan jumlah barang telah sesuai (W13)				
Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu (W14)				

# Lampiran 1.8 Kuisioner Penilaian Area yang Paling Berpengaruh terhadap Waste

Deskripsi Singkat

Kuisioner ini disusun berdasarkan *waste* yang telah teridentifikasi pada penelitian Tesis Bapak Nirwan dan juga area yang berpengaruh terhadap *waste* dan telah ditetapkan pada kuisioner sebelumnya.

Berikut merupakan rekapitulasi area yang berpengaruh terhadap waste.

Area	Waste	Activity Waste	Area Terjadi <i>Waste</i>	Area <i>Code</i>
		Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag	Production	A1
Internal Warehouse		Cek kontaminasi hama (kutu, dll) - vacuum	Internal warehouse receiving	A2
Finished Goods Powder	Transportation	Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external	Internal warehouse preparation	A3
		Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer	Internal warehouse preparation	A3
External Warehouse		Transfer produk ke <i>external</i> warehouse	Container	A4
Finished Goods Powder	Transportation	Pembongkaran di external warehouse	External warehouse receiving	A5

Area	Waste	Activity Waste	Area Terjadi <i>Waste</i>	Area Code
		Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack)	External warehouse building	A6
		Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping		A6
		Proses fumigasi (waiting time)	External warehouse building	A6
	Overprocessing	Proses aerasi	External warehouse building	A6
		Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping	External warehouse building	A6
		Vacuum produk	External warehouse building	A6
		Proses <i>barcode</i> untuk memastikan jumlah barang telah sesuai	External warehouse preparation	A7
		Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu	External warehouse preparation	A7

Mohon mengisi kuisioner ini dengan nilai skor (0 atau 1) dengan arti tiap nilai skor adalah sebagai berikut:

Nilai Dampak Waste terhadap Performance Indicator	Skor
Waste yang diidentifikasi berpengaruh terhadap area yang dipilih	1
Waste yang diidentifikasi tidak berpengaruh terhadap area yang dipilih	0

				Area			
Non-Value Added Activity (Waste)	Production	Internal warehouse receiving	Internal warehouse preparation	Container	External warehouse receiving	External warehouse building	External warehouse preparation
Contoh	1	1	0	1	0	0	1
Cover produk sebelum dipindah dengan jumbo bag (W1)							
Cek kontaminasi hama (kutu, dll) - vacuum (W2)							
Persiapan barang untuk ditransfer ke warehouse external (W3)							
Pemuatan kedalam kendaraan untuk proses transfer (W4)							
Transfer produk ke external warehouse (W5)							
Pembongkaran di external warehouse (W6)							
Penempatan produk di lokasi fumigasi (floor stack) (W7)							
Pelepasan plastik jumbo bag dan wrapping (W8)							
Proses fumigasi (waiting time) (W9)							
Proses aerasi (W10)							
Bungkus produk dengan plastik jumbo bag dan wrapping (W11)							
Vacuum produk (W12)							
Proses <i>barcode</i> untuk memastikan jumlah barang telah sesuai (W13)							
Packing (pallet, making) - untuk customer tertentu (W14)							

#### LAMPIRAN 2 – KUISIONER LEAN MATRIX 2

## Lampiran 2.1 Kuisioner Penilaian Tingkat Efektivitas Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Deskripsi Singkat :

Kuisioner ini disusun berdasarkan *Waste Elimination Action* (WEA) atau alternatif rekomendasi perbaikan yang telah disusun berdasarkan area kritis dan akar penyebab *waste* yang terpilih.

Mohon mengisi kuisioner ini dengan skala (0, 1, 3, atau 9) dengan arti tiap nilai skor adalah sebagai berikut:

Penilaian Tingkat Kesulitan Penerapan WEA	Skor		
WEA tidak dapat digunakan untuk meminimalisir akar penyebab waste	0		
WEA <b>berperan kecil</b> dalam meminimalisir akar penyebab <i>waste</i>			
WEA <b>berperan</b> dalam meminimalisir akar penyebab <i>waste</i>			
WEA berperan besar dalam meminimalisir akar penyebab waste	9		

	Waste Elimination Action	
Root Source of Waste	Melakukan <i>monitoring</i> dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi <i>bugs</i> (WEA 1)	Melakukan treatment pada warehouse internal dengan menghitung space yang dibutuhkan untuk melakukan treatment. (WEA 2)
Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif <i>cover</i> jumbo <i>bag</i> untuk mencegah <i>bugs</i> tidak hinggap dan masuk ke area <i>finished goods powder</i> pada saat <i>transfer</i> (S1)		
Belum terdapat perhitungan optimum monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)		
Perlu renovasi pada fasilitas <i>warehouse</i> 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)		
Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)		

## Lampiran 2.2 Kuisioner Penilaian Tingkat Kesulitan Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Deskripsi Singkat :

Kuisioner ini disusun berdasarkan *Waste Elimination Action* (WEA) atau alternatif rekomendasi perbaikan yang telah disusun berdasarkan area kritis dan akar penyebab *waste* yang terpilih.

Mohon mengisi kuisioner ini dengan skala (3, 4, atau 5) dengan arti tiap nilai skor adalah sebagai berikut:

Rating	Parameter Kuantitatif	Parameter Kualitatif	
3	Penerapan alternatif perbaikan berada dalam kurun waktu 0-6 bulan  Biaya penerapan alternatif perbaikan berada dalam kisaran harga Rp 0 – Rp 10.000.000	Alternatif perbaikan yang diusulkan mudah untuk dilakukan dan diterima oleh setiap <i>stakeholder</i> perusahaan	
4	Penerapan alternatif perbaikan berada dalam kurun waktu 0-12 bulan  Biaya penerapan alternatif perbaikan berada dalam kisaran harga Rp 10.000.000 – Rp 30.000.000	Alternatif perbaikan yang diusulkan cukup sulit untuk dilakukan dan diterima oleh setiap <i>stakeholder</i> perusahaan	
5	Penerapan alternatif perbaikan berada dalam kurun waktu >12 bulan Biaya penerapan alternatif perbaikan berada dalam kisaran harga lebih dari Rp 30.000.000	Alternatif perbaikan yang diusulkan sulit untuk dilakukan dan diterima oleh setiap <i>stakeholder</i> perusahaan	

Area Kritis	Root Source of Waste	Alternatif Perbaikan	Tingkat Kesulitan
External warehouse building (A6)	Belum memiliki perhitungan khusus untuk menilai seberapa efektif <i>cover</i> jumbo <i>bag</i> untuk mencegah <i>bugs</i> tidak hinggap dan masuk ke area <i>finished goods powder</i> pada saat <i>transfer</i> (S1)  Keterbatasan dana yang dimiliki pabrik tetangga sehingga tidak bisa mengontrol populasi pertumbuhan <i>bugs</i> (S4)	Melakukan monitoring dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi bugs	
	Belum terdapat perhitungan <i>optimum</i> monthly stock cover untuk internal warehouse sehingga tidak memiliki space untuk melakukan treatment di dalam plant (S2)  Perlu renovasi pada fasilitas warehouse 27 yaitu atap, karena sudah rusak (S3)	Melakukan treatment pada warehouse internal dengan menghitung space yang dibutuhkan untuk melakukan treatment.	

## LAMPIRAN 3 – KUISIONER PENILAIAN EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN *TOOLS*

### Deskripsi Singkat

Kuisioner ini disusun berdasarkan perbandingan implementasi *lean* warehouse dengan menggunakan pengembangan tool Lean Matrix for Warehouse (LMW) dibandingkan dengan Tesis Bapak Nirwan M Andriawan tahun 2018 dengan judul "Reduksi Waste pada Operasi Warehouse dengan Menerapkan Metode Lean Warehousing". Berikut merupakan beberapa perbedaan antara kedua penelitian.

No.	Aspek	Andriawan (2018)	LMW
1	Penentuan Waste Kritis	Pada penentuan waste digunakan tools Value Stream Mapping (VSM) dan Process Activity Mapping (PAM). Penelitian ini tidak menentukan waste kritis, semua waste yang teridentifikasi akan dianalisis dan selanjutnya dicari akar penyebabnya.	Pada penelitian ini, penentuan waste juga menggunakan tools Value Stream Mapping (VSM) dan Process Activity Mapping (PAM). Namun lebih fokus pada penentuan area kritis yaitu area yang paling berpengaruh terhadap waste.
2	Penentuan Sumber Penyebab Waste	Akar penyebab waste ditentukan dengan tools RCA yaitu 5 why's dan fishbone. Pada penelitian ini tidak dilakukan pemrioritasan akar penyebab waste.	Akar penyebab waste ditentukan dengan tools RCA yaitu 5 why's dan fishbone yang kemudian dilakukan assessment terhadap tingkat occurrence sesuai dengan skala likert yang digunakan. Pada penelitian ini juga tidak dilakukan pemrioritasan akar penyebab waste. Namun, pemrioritasan dilakukan pada area kritis yang kemudian akar penyebab dari area kritis ini akan dibawa ke lean matrix 2 untuk ditentukan waste elimination action yang sesuai.
3	Tahap Improve	Pembuatan alternatif perbaikan dilakukan dengan menggambarkan lambang <i>kaizen</i>	Rekomendasi alternatif perbaikan dilakukan dengan memformulasikan waste elimination action berdasarkan

No.	Aspek	Andriawan (2018)	LMW
		burst pada VSM current state untuk area dimana terdapat opportunity perbaikan yang dapat dilakukan. Kemudian, hasil rekomendasi solusi tersebut dipetakan dalam future state VSM dan di analisis estimasi penghematan biaya operasional apabila perusahaan menerapkan hasil dari rekomendasi tersebut.	area kritis yang terpilih pada lean matrix  1 dan akar penyebab waste yang teridentifikasi pada area tersebut. Aksi perbaikan dipilih dari hasil prioritas waste elimination action dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan dan tingkat efektivitas dari sebuah waste elimination action tersebut.
4	Hasil Penelitian	Tidak dilakukan pemrioritasan rekomendasi perbaikan, semua akar penyebab <i>waste</i> yang teridentifikasi digambarkan pada <i>future state</i> VSM	Rekomendasi perbaikan yang diprioritaskan adalah yang berada pada peringkat satu yaitu melakukan monitoring dan pengendalian yang tepat terhadap jumlah populasi bugs yang berasal dari akar penyebab waste S1 dan S4. Sehingga, dalam penerapan satu alternatif perbaikan tersebut dapat menghapus dua akar penyebab waste yaitu S1 dan S4.

Parameter lain yang digunakan untuk membedakan kedua penelitian adalah kemudahan dalam implementasi metode untuk menyelesaikan permasalahan pada aktivitas pergudangan.

Mohon mengisi kuisioner ini dengan skala 1-5 (1=sangat tidak efektif, 5=sangat efektif) untuk menilai efektivitas dari pengembangan *tools Lean Matrix* for Warehouse beserta penjelasan dari pemilihan skor tersebut.

Skor (1-5)	Penjelasan	

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

#### **BIOGRAFI PENULIS**



Nilamsari lahir di Mojokerto pada tanggal 8 April 1997 dan merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Berbek, Waru, Sidoarjo (2004-2010), SMP Negeri 1 Waru, Sidoarjo (2010-2013), SMA Negeri 14 Surabaya (2013-2016), dan Pendidikan Sarjana di Departemen Teknik Sistem dan Industri Institut Teknologi

Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur undangan (2016-2020).

Selama menempuh Pendidikan Sarjana, penulis aktif dalam berbagai kegiatan dan organisasi. Penulis berkontribusi sebagai Staf Departemen Sosial Masyarakat Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) ITS periode 2017/2018 pada tahun kedua dan kemudian menjadi Sekretaris Departemen Sosial Masyarakat HMTI ITS 2018/2019. Pada tahun keempat, penulis aktif dalam Asisten Mata Kuliah Pengantar Teknik dan Sistem Industri dan juga Wakil Koordinator dalam Komunitas Jalan Pelan (Komunitas Peduli Lansia). Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan seperti menjadi *Streering Committee* (SC) FTIRS *Save-Pro* 2018 BEM FTIRS ITS dan berbagai *event* lainnya. Pelatihan yang pernah diikuti penulis diantaranya Latihan Ketrampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) Pra-Tingkat Dasar (TD), LKMM Tingkat Dasar (TD), Pelatihan Karya Tulis Ilmiah (PKTI), dan lainnya.

Pada bidang akademik, penulis pernah menjadi finalis Business Case Competition Brunei Indonesia Malaysia tahun 2018 dan 2019, finalis Entrepreneur Business Case Competition tahun 2019 dan 2020, dan juga juara II Business Case Tinager tahun 2019. Selain itu, penulis juga pernah melaksanakan proyek Pemerintah Kota Surabaya sebagai surveyor Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Pemerintah Kota Surabaya tahun 2018, Kerja Praktek di PT SMART Tbk serta Magang di Tokopedia Surabaya.

Apabila ada pertanyaan atau membutuhkan informasi lebih lanjut mengenai penelitian ini, penulis dapat dihubungi melalui email dengan alamat nilamsari78@gmail.com.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)