

TUGAS AKHIR - TI234835

**PENERAPAN KONSEP *LEAN WAREHOUSING* UNTUK
MENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL *COLD
STORAGE* PERIKANAN BEKU**

SHAFIRA FIRDAUSI NUZULA

NRP 5010201182

Dosen Pembimbing

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

NIP 197405081999032001

Program Studi Sarjana Teknik Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

(halaman ini sengaja dikosongkan)



TUGAS AKHIR - TI234835

**PENERAPAN KONSEP *LEAN WAREHOUSING* UNTUK
MENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL *COLD
STORAGE* PERIKANAN BEKU**

SHAFIRA FIRDAUSI NUZULA

NRP 5010201182

Dosen Pembimbing

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

NIP 197405081999032001

Program Studi Sarjana Teknik Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

(halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - TI234835

**APPLICATION OF LEAN WAREHOUSING TO IMPROVE
THE OPERATIONAL PERFORMANCE OF FROZEN
FISHERIES *COLD STORAGE***

SHAFIRA FIRDAUSI NUZULA

NRP 5010201182

Advisor

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

NIP 197405081999032001

Undergraduate Study Program of Industrial Engineering

Department of Industrial and Systems Engineering

Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN KONSEP *LEAN WAREHOUSING* UNTUK MENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL *COLD STORAGE* PERIKANAN BEKU

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

Memperoleh gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi S-1 Teknik Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **SHAFIRA FIRDAUSI NUZULA**

NRP. 5010201182

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

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

Pembimbing

3. Rindi Kusumawardani, S.Si., M.Sc.

Penguji

4. Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA.

Penguji



(halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Shafira Firdausi Nuzula / 5010201182
Program studi : Teknik Sistem dan Industri FTIRS - ITS
Dosen Pembimbing / NIP : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. /
197405081999032001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Penerapan Konsep *Lean Warehousing* untuk Meningkatkan Kinerja Operasional *Cold Storage* Perikanan Beku” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

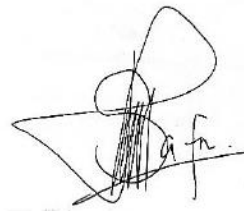
Surabaya, 25 Juli 2024

Mengetahui
Dosen Pembimbing



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

Mahasiswa



Shafira Firdausi Nuzula
NRP. 5010201182

(halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRAK

PENERAPAN KONSEP *LEAN WAREHOUSING* UNTUK MENINGKATKAN KINERJA OPERASIONAL *COLD STORAGE* PERIKANAN BEKU

Nama Mahasiswa / NRP : Shafira Firdausi Nuzula / 5010201182
Departemen : Teknik Sistem dan Industri FTIRS - ITS
Dosen Pembimbing : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Abstrak

Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi sumber daya laut yang melimpah, terutama dalam sektor perikanan yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Kegiatan rantai pasok dingin bertujuan menjaga kualitas produk ikan tetap segar dengan *cold storage* memainkan peran penting di dalamnya. Perusahaan simpan beku yang menjadi amatan adalah penyedia jasa pengolahan, penyimpanan, dan pengemasan ikan di *cold storage* yang menghadapi beberapa masalah operasional, meliputi waktu pencarian produk yang lama, kesulitan mobilisasi di *cold storage*, penataan produk yang buruk, pencatatan stok manual, serta pencapaian KPI perusahaan yang tidak sesuai target. Penelitian ini memiliki urgensi untuk mereduksi *waste* pada aktivitas pergudangan agar perusahaan dapat memenuhi komitmennya dalam menjaga keamanan dan mutu produk menggunakan konsep *Lean Warehousing*. *Tools* lean yang digunakan meliputi *Value Stream Mapping* untuk menganalisis aliran material dan informasi, *Process Activity Mapping* untuk menganalisis detail aktivitas, *Spaghetti Diagram* untuk menggambarkan aliran aktivitas, *Gemba Shikumi* untuk mengidentifikasi *waste* kritis dan area kritis, *5 Whys Analysis* untuk mengeksplorasi akar penyebab *waste*, serta *Lean Matrix 2* untuk memprioritaskan alternatif rekomendasi perbaikan. Hasilnya, ditemukan 11 dari 35 aktivitas pergudangan yang menyebabkan *waste*, dengan 5 aktivitas yang ditetapkan sebagai *waste* kritis. Adapun rekomendasi perbaikan yang diprioritaskan untuk membantu mereduksi *waste* adalah penerapan *Warehouse Management System* dan Teknologi RFID yang dapat membantu menurunkan total *cycle time* sebesar 29,43%, meningkatkan nilai PCE sebesar 25,62%, serta membantu menurunkan *Inventory Cost*, mengoptimalkan *Warehouse Utilization*, dan meningkatkan *Receiving Productivity*, *Shipping Productivity*, dan *Customer Satisfaction*. Dengan demikian, kedua rekomendasi ini efektif dalam meningkatkan kinerja operasional pergudangan dan pencapaian KPI perusahaan secara menyeluruh.

Kata kunci: *Cold Storage, Gemba Shikumi, Lean Warehousing, Lean Assessment Matrix, Perusahaan Simpan Beku*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRACT

APPLICATION OF LEAN WAREHOUSING TO IMPROVE THE OPERATIONAL PERFORMANCE OF FROZEN FISHERIES COLD STORAGE

Student Name / NRP : Shafira Firdausi Nuzula / 5010201182
Department : Industrial and Systems Engineering FTIRS - ITS
Advisor : Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

Abstract

Indonesia, as a maritime nation, has abundant marine resources, especially in the fisheries sector, which contributes significantly to the national economy. The cold chain aims to maintain the freshness of fish products, with cold storage playing a crucial role in this process. The cold storage company under observation provides processing, storage, and packaging services for fish and faces several operational issues, including long product search times, difficulties in cold storage mobilization, poor product arrangement, manual stock recording, and KPI performance not meeting targets. This research is urgent for reducing waste in warehouse activities so the company can uphold its commitment to product safety and quality using Lean Warehousing concepts. Lean tools used include Value Stream Mapping for analyzing material and information flow, Process Activity Mapping for detailing activities, Spaghetti Diagram for depicting activity flow, Gemba Shikumi for identifying critical waste and areas, 5 Whys Analysis for exploring root causes of waste, and Lean Matrix 2 for prioritizing improvement recommendations. The results identified 11 out of 35 warehouse activities causing waste, with 5 activities categorized as critical waste. The prioritized improvement recommendations are the implementation of a Warehouse Management System (WMS) and RFID technology, which are expected to reduce total cycle time by 29.43%, increase Process Cycle Efficiency (PCE) by 25.62%, and help lower Inventory Cost, optimize Warehouse Utilization, and enhance Receiving Productivity, Shipping Productivity, and Customer Satisfaction. Thus, these recommendations are effective in improving warehouse operational performance and achieving the company's KPIs comprehensively.

Keywords: *Cold Storage, Freezing Storage Company, Gemba Shikumi, Lean Warehousing, Lean Assessment Matrix*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

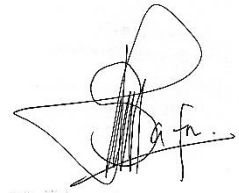
KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan Konsep *Lean Warehousing* untuk Meningkatkan Kinerja Operasional *Cold Storage* Perikanan Beku”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi S-1 Jurusan Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis menyadari dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan berharga dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Vickie Arde Eko B. selaku *Plant Manager* yang telah memberikan izin dan dukungan untuk menjadikan perusahaannya sebagai objek amatan dalam penelitian ini.
3. Ibu Yana Anjarwati, Bapak Dwi Sutrisno, dan Seluruh Operator Gudang dan Staff Perusahaan yang telah memberikan berbagai macam informasi dan data yang sangat berguna terkait proses operasional pergudangan.
4. Bapak Andi Dewangga Putra sebagai penghubung yang telah memfasilitasi komunikasi antara peneliti dengan perusahaan.
5. Ibu Rindi Kusumawardani, S.Si., M.Sc., Bapak Dr. Adithya Sudiarno, S.T., M.T., dan Bapak Yudha Andrian Saputra, S.T., MBA. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan evaluasi yang membangun selama proses Seminar dan Sidang Tugas Akhir.
6. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri yang telah memberikan dukungan, arahan, dan fasilitas yang diperlukan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Segenap Dosen dan Tenaga Pendidik yang telah memberikan materi kuliah, diskusi, dan pengetahuan dasar yang mendukung dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
8. Kedua Orang tua dan saudara-saudara penulis, terkhusus kepada Ayah penulis, Mirza GA, S. T. dan Ibu penulis, Dwi Fitasari, S. T. yang telah memberikan dukungan moral, doa, dan motivasi yang tak henti-hentinya selama proses penyusunan Tugas Akhir.
9. Sahabat dan teman penulis, Atika dan Risma, yang selalu memberikan bantuan berupa masukan, kritik, dan waktu luang, serta selalu menjadi pemberi solusi terbaik.
10. Keluarga besar TI-36 Vidyagatara selaku teman seperjuangan yang saling mendukung, berbagi informasi, ide, dan diskusi dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
11. Harvi Akbar Ritonga, yang telah membersamai penulis dalam keadaan suka maupun duka, dan telah menjadi pendengar keluh kesah penulis. Terimakasih telah bersedia menemani dan mendukung penulis hingga saat ini.
12. Untuk diri saya sendiri, Terimakasih karena telah bekerja keras dan tetap gigih dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dalam situasi dan kondisi apapun.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikan sehingga akhirnya Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat di bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Surabaya, 25 Juli 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Shafira Firdausi Nuzula', with a stylized flourish above the name.

Shafira Firdausi Nuzula

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.5.1 Batasan	7
1.5.2 Asumsi.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Konsep <i>Lean</i>	9
2.2 <i>Warehouse</i>	10
2.2.1 <i>Aktivitas Pergudangan</i>	10
2.2.2 <i>Jenis-Jenis Gudang</i>	11
2.2.3 <i>Metode Penyimpanan Gudang</i>	12
2.2.4 <i>Kebijakan Penyimpanan Gudang</i>	14
2.2.5 <i>Warehouse Performance Measurement</i>	14
2.3 <i>Lean Warehousing</i>	16
2.3.1 <i>Value dalam Lean Warehousing</i>	16
2.3.2 <i>Waste dalam Lean Warehousing</i>	17
2.3.3 <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	18
2.3.4 <i>Process Activity Mapping (PAM)</i>	18
2.4 <i>Cold storage</i>	19
2.4.1 <i>Jenis-Jenis Cold Storage</i>	19
2.4.2 <i>Cold storage Perikanan Beku</i>	20

2.4.3	<i>Aplikasi Lean dalam Cold Storage</i>	20
2.5	<i>Gemba Shikumi</i>	21
2.6	<i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	26
2.7	<i>Lean Assessment Matrix</i>	27
2.7.1	<i>Lean Matrix 1</i>	27
2.7.2	<i>Lean Matrix 2</i>	30
2.8	<i>Spaghetti Diagram</i>	32
2.9	Penelitian Terdahulu.....	33
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1	Tahap Pemetaan Aliran Proses Pergudangan.....	38
3.1.1	<i>Pemetaan aliran proses pergudangan menggunakan Value Stream Mapping</i>	38
3.1.2	<i>Perincian aliran proses pergudangan menggunakan Process Activity Mapping</i>	39
3.1.3	<i>Proses Validasi kepada Pihak Perusahaan</i>	39
3.1.4	<i>Penggambaran aliran proses pergudangan menggunakan Spaghetti Diagram</i> ..	40
3.1.5	<i>Identifikasi Waste</i>	40
3.2	Tahap Penentuan <i>Waste</i> Kritis menggunakan <i>Gemba Shikumi</i>	41
3.3	Tahap Mencari Akar Penyebab <i>Waste</i> Kritis menggunakan <i>5 Whys Analysis</i>	42
3.4	Tahap Penentuan Rekomendasi Perbaikan menggunakan <i>Lean Matrix 2</i>	42
3.4.1	<i>Penyusunan Alternatif Rekomendasi Perbaikan</i>	42
3.4.2	<i>Penyusunan Lean Matrix 2</i>	42
3.4.3	<i>Penentuan Rekomendasi Perbaikan Terpilih</i>	44
3.4.4	<i>Penyusunan Future Value Stream Mapping</i>	44
3.5	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	44
BAB 4	PEMETAAN ALIRAN PROSES DAN IDENTIFIKASI WASTE	45
4.1	Profil Perusahaan.....	45
4.2	Kondisi Eksisting Gudang.....	48
4.3	Pemetaan Aliran Proses Pergudangan.....	50
4.3.1	<i>Current Value Stream Mapping (VSM)</i>	50
4.3.2	<i>Process Activity Mapping (PAM)</i>	53
4.3.3	<i>Spaghetti Diagram</i>	56
4.4	Identifikasi <i>Waste</i> pada Proses Pergudangan	57
BAB 5	IDENTIFIKASI WASTE KRITIS DAN AKAR PENYEBAB WASTE	59
5.1	Identifikasi <i>Waste</i> Kritis menggunakan <i>Gemba Shikumi</i>	59
5.1.1	<i>Matriks Muda</i>	59

5.1.2	<i>Matriks Korelasi</i>	61
5.1.3	<i>Matriks Prioritas</i>	63
5.1.4	<i>Matriks Kepentingan Mutlak</i>	65
5.1.5	<i>Matriks Area</i>	67
5.2	Identifikasi Akar Penyebab Waste Kritis menggunakan <i>5 Whys Analysis</i>	69
5.2.1	<i>Akar Penyebab Waste Kritis 1</i>	71
5.2.2	<i>Akar Penyebab Waste Kritis 2</i>	71
5.2.3	<i>Akar Penyebab Waste Kritis 3</i>	71
5.2.4	<i>Akar Penyebab Waste Kritis 4</i>	71
5.2.5	<i>Akar Penyebab Waste Kritis 5</i>	71
BAB 6	PENENTUAN REKOMENDASI PERBAIKAN	73
6.1	Alternatif Rekomendasi Perbaikan.....	73
6.1.1	<i>Perancangan Tata Letak Cold Storage dengan Pallet Racking</i>	73
6.1.2	<i>Investasi Material Handling dengan Kapasitas Besar</i>	77
6.1.3	<i>Penerapan Warehouse Management System (WMS)</i>	79
6.1.4	<i>Penerapan Teknologi RFID</i>	81
6.1.5	<i>Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk</i>	82
6.2	Penyusunan <i>Lean Matrix 2</i>	86
6.2.1	<i>Nilai Occurance Akar Penyebab Waste</i>	86
6.2.2	<i>Perhitungan Nilai Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)</i>	87
6.2.3	<i>Perhitungan Nilai Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)</i>	88
6.3	Rekomendasi Perbaikan Terpilih	90
6.4	Penyusunan <i>Future Value Stream Mapping</i>	92
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN	95
7.1	Kesimpulan.....	95
7.2	Saran.....	96
7.2.1	<i>Saran bagi Perusahaan Simpan Beku</i>	96
7.2.2	<i>Saran bagi Penelitian Selanjutnya</i>	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	101
BIODATA PENULIS	105

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Angka Konsumsi Ikan Nasional (2011-2023)	1
Gambar 1. 2 Proyeksi Permintaan <i>Cold storage</i> di Indonesia (2019-2024).....	2
Gambar 1. 3 Layanan Tambahan Ikan (a) Filet dengan Kulit (b) Filet tanpa Kulit	4
Gambar 1. 4 Kondisi di dalam <i>Cold Storage</i>	5
Gambar 1. 5 Proses Pencatatan Stok yang Masih Manual	5
Gambar 2. 1 Alur Aktivitas Pergudangan.....	11
Gambar 2. 2 Penyimpanan <i>Block Stacking</i>	12
Gambar 2. 3 Penyimpanan <i>Pallet Racking</i>	12
Gambar 2. 4 Penyimpanan <i>Live Storage</i>	13
Gambar 2. 5 Penyimpanan <i>Double-deep Static Racking</i>	13
Gambar 2. 6 Penyimpanan <i>Pushback Racking</i>	13
Gambar 2. 7 Penyimpanan <i>Powered Mobile</i>	14
Gambar 2. 8 Contoh <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	18
Gambar 2. 9 Contoh <i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	19
Gambar 2. 10 Contoh Perhitungan Matriks Muda	22
Gambar 2. 11 Contoh Perhitungan Matriks Korelasi	23
Gambar 2. 12 Contoh Perhitungan Matriks Prioritas	24
Gambar 2. 13 Contoh Perhitungan Matriks Kepentingan Mutlak.....	25
Gambar 2. 14 Contoh Perhitungan Matriks Area	26
Gambar 2. 15 Contoh Penyusunan <i>Spaghetti Diagram</i>	32
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	37
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (Lanjutan)	38
Gambar 4. 1 <i>Flowchart</i> Pengolahan Produk Ikan Pelagik	47
Gambar 4. 2 <i>Flowchart</i> Pengolahan Produk Ikan Demersal	48
Gambar 4. 3 <i>Layout</i> Perusahaan Simpan Beku	49
Gambar 4. 4 Proses Penanganan Material dengan <i>Hand Pallet Truck</i>	49
Gambar 4. 5 Aktivitas Pergudangan.....	51
Gambar 4. 6 <i>Current Value Stream Mapping</i> Perusahaan Simpan Beku.....	52
Gambar 4. 7 <i>Spaghetti Diagram</i> Aktivitas Pergudangan Perusahaan Simpan Beku	57
Gambar 6. 1 Kemasan Produk menggunakan Master Karton dan Sak	74
Gambar 6. 2 <i>Pallet Stacking Rack</i> dan Contoh Penggunaannya	74
Gambar 6. 3 Palet Plastik Biasa dan Contoh Penggunaannya.....	75
Gambar 6. 4 Dimensi Rak Penyimpanan (a) Panjang dan Tinggi Rak (b) Lebar Rak.....	75
Gambar 6. 5 Tata Letak Baru <i>Cold Storage</i>	76
Gambar 6. 6 <i>Forklift VNA RFTL Series</i>	78
Gambar 6. 7 <i>RFID Reader</i> dan <i>RFID Handheld Reader</i>	81
Gambar 6. 8 Kemasan yang Rusak.....	82
Gambar 6. 9 Kemasan Primer Produk	83
Gambar 6. 10 Kemasan Sekunder Produk.....	83
Gambar 6. 11 Kemasan Tersier Produk.....	84
Gambar 6. 12 <i>Future Value Stream Mapping</i> Perusahaan Simpan Beku	93

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Warehouse Time Indicator Definition</i>	15
Tabel 2. 2 <i>Warehouse Quality Indicator Definition</i>	15
Tabel 2. 3 <i>Warehouse Cost Indicator Definition</i>	16
Tabel 2. 4 <i>Warehouse Productivity Indicator Definition</i>	16
Tabel 2. 5 Matriks Muda	21
Tabel 2. 6 Matriks Korelasi	22
Tabel 2. 7 Matriks Prioritas	23
Tabel 2. 8 Matriks Kepentingan Mutlak.....	24
Tabel 2. 9 Matriks Area.....	25
Tabel 2. 10 Identifikasi Akar Penyebab <i>Waste</i> menggunakan <i>5 Whys Analysis</i>	27
Tabel 2. 11 Kuisisioner Keterkaitan antar <i>Waste</i> beserta Bobotnya.....	28
Tabel 2. 12 Konversi Nilai Keterkaitan antar <i>Waste</i>	28
Tabel 2. 13 <i>Waste Relationship Matrix</i>	29
Tabel 2. 14 Persentase Keterkaitan antar <i>Waste</i>	29
Tabel 2. 15 Panduan <i>Lean Matrix 1</i>	30
Tabel 2. 16 Panduan <i>Lean Matrix 2</i>	31
Tabel 2. 17 Penelitian Terdahulu.....	34
Tabel 3. 1 <i>Lean Matrix 2</i> yang telah disesuaikan	43
Tabel 4. 1 Data Waktu Aktivitas Pergudangan	51
Tabel 4. 2 <i>Process Activity Mapping (PAM)</i> Perusahaan Simpan Beku	54
Tabel 4. 3 Rekapitulasi <i>Process Activity Mapping (PAM)</i> Perusahaan Simpan Beku.....	56
Tabel 4. 4 Rekapitulasi <i>Waste</i> pada Aktivitas Pergudangan Perusahaan Simpan Beku	58
Tabel 5. 1 Matriks Muda	60
Tabel 5. 2 Matriks Korelasi	62
Tabel 5. 3 Matriks Prioritas	64
Tabel 5. 4 Matriks Kepentingan Mutlak.....	66
Tabel 5. 5 Matriks Area.....	68
Tabel 5. 6 Analisis Akar Penyebab <i>Waste</i> menggunakan <i>5 Whys Analysis</i>	70
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Akar Penyebab <i>Waste</i>	72
Tabel 6. 1 Perhitungan Kapasitas Total <i>Cold Storage</i>	77
Tabel 6. 2 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 1	77
Tabel 6. 3 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 2	78
Tabel 6. 4 Rencana <i>Design Modul WMS Odoo</i>	80
Tabel 6. 5 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 3	80
Tabel 6. 6 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 4	82
Tabel 6. 7 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 5	84
Tabel 6. 8 Rekapitulasi Alternatif Rekomendasi Perbaikan.....	84
Tabel 6. 9 <i>Action Plan</i> dari Alternatif Rekomendasi Perbaikan.....	85
Tabel 6. 10 Usulan <i>Waste Elimination Action (WEA)</i>	86
Tabel 6. 11 Hasil Penilaian Skor <i>Occurance</i> Akar Penyebab <i>Waste</i>	87

Tabel 6. 12 Hasil Penilaian <i>Degree of Effectiveness of Action</i> (Emj) dan <i>Total Effectiveness of Waste Elimination Action</i> (Tem)	87
Tabel 6. 13 Hasil Penilaian <i>Degree of Difficulty Performing Action</i> (Dm) dan <i>Effectiveness of Difficulty Ratio</i> (ETDm).....	89
Tabel 6. 14 <i>Lean Matrix 2</i>	90
Tabel 6. 15 Estimasi Reduksi Waktu pada Proses Pergudangan.....	91

BAB 1

PENDAHULUAN

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

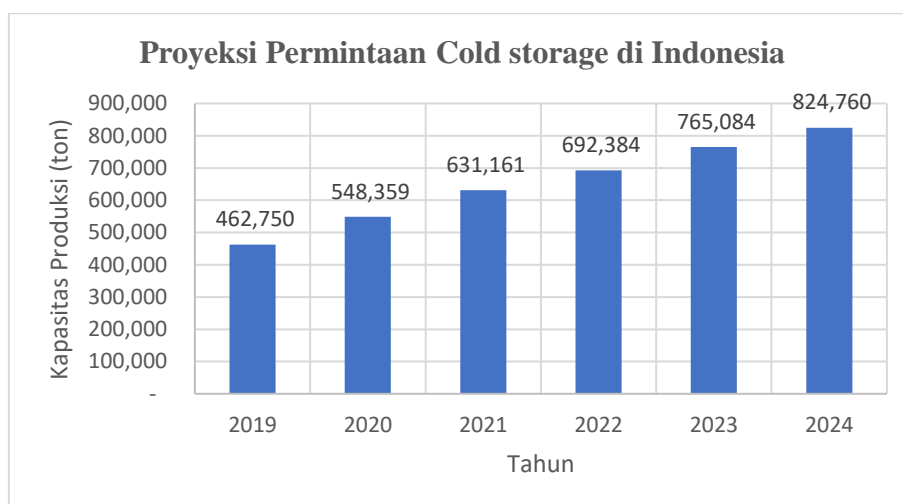
1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dimana dua pertiga luas wilayahnya merupakan perairan dengan daratan yang luasnya lebih kecil. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (2021), luas wilayah perairan Indonesia mencapai 6,4 juta km² dengan panjang garis pantai 108.000 km serta jumlah pulau lebih dari 17.500, sedangkan sisanya berupa daratan dengan luas 1,91 juta km². Hal ini membuat Indonesia memiliki potensi kekayaan sumber daya laut yang sangat besar, khususnya pada sektor perikanan. Sektor perikanan telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian negara, baik dari konsumsi domestik maupun yang dijual untuk ekspor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), volume ekspor hasil perikanan nasional mencapai 24,74 juta ton dengan nilai ekspor mencapai USD 5,6 miliar. Sedangkan untuk Tahun 2024, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menargetkan produksi perikanan akan mencapai 30,85 juta ton dengan nilai ekspor mencapai USD 7,20 miliar. Peningkatan target produksi perikanan ini dilakukan seiring dengan meningkatnya peluang pasar perikanan global yang diproyeksikan meningkat mencapai 115,75% hingga Tahun 2030 mendatang (Adhiem, 2024). Sementara itu, angka konsumsi ikan domestik juga terlihat selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya dalam satu dekade terakhir seperti yang terlihat pada Gambar 1.1. Hal tersebut berkaitan dengan adanya Gerakan Memasyarakatkan Makan Ikan (Gemarikan) di berbagai daerah di Indonesia yang bertujuan untuk memberikan edukasi terkait manfaat mengonsumsi ikan sebagai sumber protein utama yang bergizi. Gerakan ini menjadi salah satu indikasi bahwa permintaan ikan untuk konsumsi domestik juga akan cenderung meningkat pada tahun-tahun mendatang.



Gambar 1. 1 Angka Konsumsi Ikan Nasional (2011-2023)
(Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia)

Mengingat potensi besar yang dimiliki industri perikanan di Indonesia, kebutuhan akan *cold storage* atau gudang penyimpanan dingin dalam rantai pasok dingin (*cold chain*) perikanan menjadi semakin krusial. *Cold storage* berperan penting dalam menjaga kualitas produk perikanan yang memiliki umur simpan relatif pendek dengan mengatur suhunya sehingga ikan tetap segar dan bebas dari kerusakan hingga didistribusikan ke konsumen, baik dalam negeri maupun internasional. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (2024), saat ini terdapat 232 *cold storage* yang ada di berbagai provinsi di Indonesia. Kebutuhan terbanyak akan *cold storage* terletak di wilayah Jawa dengan jumlah ketersediaan sebesar 14,15%, yang kemudian disusul oleh Sulawesi dengan jumlah ketersediaan sebesar 12,55%, Papua dan Maluku dengan jumlah ketersediaan sebesar 12,28%, Bali dan Nusa Tenggara dengan jumlah ketersediaan 9,51%, Sumatera dengan jumlah ketersediaan sebesar 6,51%, serta Kalimantan dengan jumlah ketersediaan sebesar 3,96%. Keberadaan *cold storage* ini dapat membantu menampung dan mendistribusikan ikan hasil tangkapan nelayan untuk menjangkau pasar yang lebih luas serta membantu menekan harga dengan menyesuaikan fluktuasi pasokan dan permintaan di pasar. Permintaan terhadap *cold storage* terlihat meningkat selama 5 tahun belakang seperti yang terlihat pada Gambar 1.2. Hal ini didorong oleh peningkatan permintaan pasar untuk produk makanan beku atau *frozen food* yang naik pesat akibat pandemi COVID-19 (Yasni, 2021).



Gambar 1. 2 Proyeksi Permintaan *Cold storage* di Indonesia (2019-2024)
(Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia)

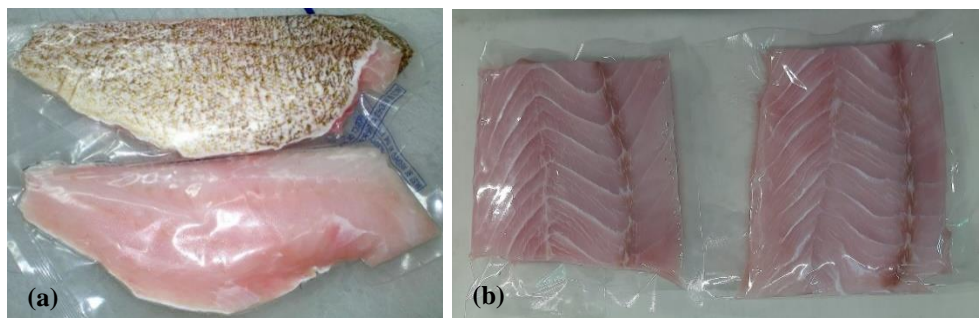
Cold storage yang menjadi salah satu komponen penting dalam jaringan aktivitas rantai pasok dingin (*cold chain*) seringkali tidak terlepas dari permasalahan operasional yang dapat memberikan dampak negatif bagi produk perikanan yang disimpannya. Permasalahan operasional ini berpotensi menjadi sumber pemborosan atau *waste* yang akan berdampak terhadap penurunan kualitas produk dan kerugian finansial yang dialami perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk mengurangi *waste* guna meningkatkan kinerja operasional perusahaan sehingga aktivitas pergudangan dapat berjalan dengan optimal. Kinerja operasional dalam konteks ini mengacu pada pelaksanaan kegiatan-kegiatan manajerial yang dibawakan dalam pemilihan, perancangan, pembaharuan, pengoperasian, dan pengawasan terhadap sistem-sistem dalam suatu perusahaan. Dengan kata lain, kinerja operasional

merupakan pengukuran dari performa perusahaan terhadap standar atau indikator secara efektif dan efisien (Handoko, 2010). Pengukuran kinerja operasional diukur melalui beberapa dimensi pengukuran, yaitu biaya produk perunit, kualitas produk, kualitas proses, kemampuan menangani perubahan jumlah permintaan, kemampuan memenuhi perubahan selera pelanggan, pengiriman tepat waktu, dan kemampuan pengiriman sebelum waktu yang ditentukan (Leong et al., 1990). Dalam penelitian ini, parameter yang akan digunakan untuk mengukur kinerja operasional pada aktivitas pergudangan adalah *total cycle time* dan *process cycle efficiency*. Kedua parameter ini relevan dengan dimensi pengukuran kinerja operasional yang disampaikan oleh Leong et al., (1990) yaitu pengiriman tepat waktu dan kemampuan pengiriman sebelum waktu yang ditentukan. *Total cycle time* mengukur waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus proses dari awal hingga akhir, yang secara langsung mempengaruhi kemampuan perusahaan untuk mengirimkan produk tepat waktu. Semakin pendek *total cycle time*, semakin tinggi kemungkinan perusahaan untuk memenuhi atau bahkan melebihi target waktu pengiriman. Sedangkan *process cycle efficiency* mengukur efisiensi dari proses dengan membandingkan waktu kerja produktif dengan *total cycle time*. Nilai *process cycle efficiency* yang tinggi menunjukkan bahwa proses dilakukan dengan sedikit pemborosan, sehingga mempercepat pengiriman produk dan meningkatkan kemampuan untuk memenuhi atau melampaui ekspektasi pengiriman kepada pelanggan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi *waste* guna meningkatkan kinerja operasional perusahaan ini adalah dengan menerapkan konsep *lean*. Mulanya, konsep *lean* hanya digunakan dalam proses manufaktur yang disebut dengan *Lean Manufacturing*. Namun seiring dengan kebutuhan industri untuk menjaga persaingan di tengah kondisi pasar yang semakin kompetitif, konsep *lean* mulai diadaptasi dalam berbagai komponen rantai pasok, termasuk pada proses pergudangan yang disebut dengan *Lean Warehousing* (Gaspersz, 2011). *Lean Warehousing* merupakan pendekatan dalam manajemen gudang yang fokus pada optimasi sumber daya gudang, termasuk inventaris, peralatan penanganan material, operasi pemuatan/pengeluaran, staf, serta penerapan solusi inovatif. Penerapan konsep ini tidak hanya terbatas pada proses penyimpanan barang di dalam gudang, tetapi juga mencakup seluruh aktivitas mulai dari saat produk masuk ke gudang hingga proses distribusi kepada pelanggan (Villarreal et al., 2016). Adapun penggunaan 9 *waste* yang akan digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dalam *Lean Warehousing* ini merupakan pengembangan dari konsep 7 *waste* dalam *Lean Manufacturing*. Meskipun awalnya konsep *waste* tersebut dikembangkan untuk proses manufaktur, namun pada dasarnya prinsip 9 *waste* ini memiliki tujuan yang sama, yaitu untuk meminimalisir pemborosan dan meningkatkan efisiensi, sehingga dinilai masih relevan untuk diterapkan secara luas pada berbagai jenis proses, termasuk pada proses pergudangan. Terdapat dua jenis *waste* tambahan yang memiliki dampak yang juga signifikan terhadap operasional pergudangan, yaitu *Environmental, Health, and Safety* (EHS) dan *non-utilizing employee*. Dalam proses pergudangan, *Environmental, Health, and Safety* (EHS) *waste* mencakup masalah-masalah seperti kecelakaan kerja, pencemaran lingkungan, atau kegagalan dalam mematuhi standar keselamatan dan lingkungan yang dapat mengakibatkan kerusakan dan penurunan kualitas pada produk. Ini menunjukkan adanya pemborosan dalam hal pemeliharaan lingkungan dan keselamatan kerja yang dapat mempengaruhi produktivitas serta kesejahteraan karyawan. Sementara itu, *non-utilizing employee waste* terjadi ketika pekerja tidak digunakan secara optimal, misalnya karena

kekurangan pelatihan atau keterampilan yang diperlukan untuk tugas tertentu, atau jika pekerja tidak diberikan tanggung jawab yang sesuai dengan kemampuannya. Ini menyebabkan pemborosan dalam hal sumber daya manusia, karena pekerja tidak dapat berkontribusi secara maksimal terhadap efisiensi dan efektivitas proses pergudangan.

Perusahaan simpan beku yang menjadi amatan pada penelitian ini merupakan salah satu perusahaan di Surabaya yang menawarkan jasa penyewaan *freezer* dan *cold storage* untuk produk hasil laut, daging, ayam, dan buah, dengan produk andalan yang paling banyak disimpan yaitu ikan dengan berbagai macam jenis. Perusahaan ini memiliki 4 *cold storage* dengan total kapasitas 1500 ton, dimana 3 *cold storage* berisi ikan, daging, dan ayam, sedangkan 1 *cold storage* berisi buah-buahan. Dari keempat *cold storage* yang ada, *cold storage 1* memiliki kapasitas penyimpanan yang paling besar dan secara signifikan mempengaruhi kegiatan operasional gudang. Aktivitas pergudangan yang dilakukan perusahaan simpan beku ini mencakup proses *receiving*, *unloading*, *checking*, *storage*, dan *stuffing*. Namun, perusahaan ini juga menyediakan layanan tambahan khususnya bagi produk ikan sesuai dengan permintaan dari pelanggan, yaitu proses filet dengan kulit dan proses filet tanpa kulit seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1. 3 Layanan Tambahan Ikan (a) Filet dengan Kulit (b) Filet tanpa Kulit
(Sumber: Data Perusahaan)

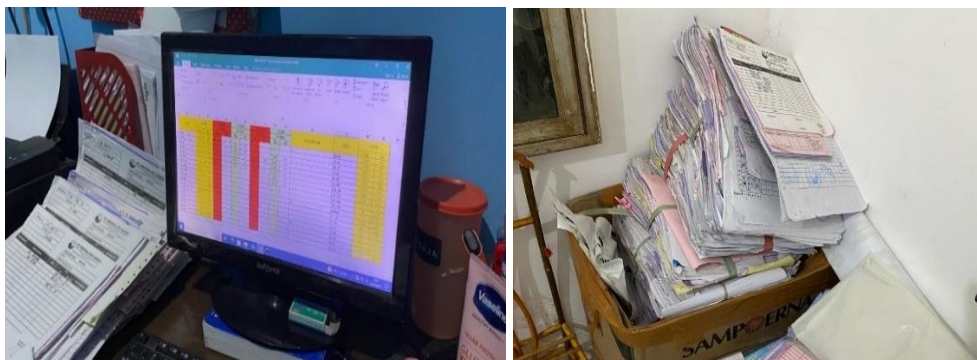
Dalam menjalankan proses bisnisnya, perusahaan simpan beku ini memiliki komitmen untuk menghasilkan produk perikanan yang terjamin keamanannya serta ikut mewujudkan Indonesia yang sadar akan mutu produk. Untuk dapat mewujudkan komitmen tersebut, perusahaan telah menetapkan beberapa *Key Performance Indicator* (KPI) yang harus dicapai, antara lain *Inventory Cost* dengan target 35 juta rupiah per kilogram per hari, *Receiving Productivity* dengan target 2-3 ton per jam kerja, *Shipping Productivity* dengan target 25 ton per bulan, *Warehouse Utilization* dengan target 50%-80%, dan *Customer Satisfaction* dengan target 0 keluhan per bulan. Saat ini, pencapaian KPI menunjukkan adanya beberapa area yang belum sesuai target, misalnya, *Inventory Cost* yang masih tinggi melebihi target dengan biaya yang lebih besar dari 35 juta per kilogram per hari. Sementara itu, *Shipping Productivity* hanya memenuhi target pada bulan-bulan dengan permintaan tinggi sehingga pencapaian target tidak konsisten sepanjang tahun. *Warehouse Utilization* juga baru bisa terpenuhi pada waktu *peak season*, menunjukkan kurangnya penggunaan kapasitas gudang yang optimal pada periode lainnya. Selain itu, masih terdapat beberapa keluhan pelanggan setiap bulannya terkait dengan layanan yang diberikan, menunjukkan bahwa standar kepuasan pelanggan belum sepenuhnya tercapai. Dengan kondisi seperti ini, perusahaan perlu melakukan perbaikan untuk konsisten mencapai target KPI yang telah ditetapkan.

Berdasarkan observasi langsung oleh peneliti dan wawancara yang dilakukan dengan operator gudang, masih ditemukan beberapa permasalahan pada proses pergudangan di perusahaan ini yang berpotensi menimbulkan pemborosan atau *waste*, seperti operator gudang yang memerlukan waktu yang lama dan sering merasa kesulitan saat mencari produk yang akan dikirim di dalam *cold storage*. Selain itu, operator gudang juga mengalami kesulitan untuk melakukan mobilisasi di dalam area *cold storage*, khususnya pada waktu *peak season* saat kondisi gudang sedang penuh. Terlihat juga di dalam *cold storage*, produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan seperti yang terlihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1. 4 Kondisi di dalam *Cold Storage*
(Sumber: Data Observasi Lapangan)

Permasalahan lain yang ditemukan dari hasil wawancara yang dilakukan dengan tim *quality control* yaitu kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam *database* gudang. Pencatatan stok hanya dilakukan per pelanggan yang masuk, serta masih dilakukan secara manual menggunakan kertas yang nantinya akan diinput ke dalam *excel*, seperti yang terlihat pada Gambar 1.5. Hal ini dapat menyebabkan ketidakakuratan informasi dalam proses pemantauan dan pengelolaan stok di dalam *cold storage*. Selain itu, metode pencatatan yang masih manual ini juga menghasilkan limbah kertas yang cukup banyak sehingga meningkatkan risiko kerusakan dan kehilangan data karena dokumen fisik rentan akan hal tersebut. Permasalahan-permasalahan yang ditemukan ini memerlukan penanganan segera agar tidak menimbulkan kerugian operasional bagi perusahaan simpan beku serta memastikan pelanggan merasa puas dengan layanan yang diberikan.



Gambar 1. 5 Proses Pencatatan Stok yang Masih Manual
(Sumber: Data Observasi Lapangan)

Pada penelitian kali ini, *tools* dalam konsep *lean* yang akan digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan-permasalahan ini meliputi *Value Stream Mapping (VSM)* untuk menganalisis aliran material dan informasi yang dibutuhkan untuk membawa produk atau jasa hingga sampai ke konsumen, *Process Activity Mapping (PAM)* untuk menganalisis jenis aktivitas secara mendetail dan mengidentifikasi *waste*, serta *Spaghetti Diagram* untuk menggambarkan aliran aktivitas menggunakan garis aliran yang menunjukkan jalur suatu item atau aktivitas dalam suatu proses. Pemilihan *tools* VSM, PAM, dan *Spaghetti Diagram* didasarkan pada kelebihanannya dalam memetakan secara menyeluruh dan mendetail mengenai aliran proses pergudangan sehingga memudahkan untuk mengidentifikasi titik-titik kritis untuk dilakukan perbaikan. Selain itu, *tools* lain yang digunakan yaitu *Gemba Shikumi* untuk mengidentifikasi *waste* kritis dan area kritis karena memiliki istilah yang lebih sederhana sehingga mudah dipahami oleh perusahaan yang belum pernah menggunakan konsep *lean* sebelumnya, *5 Whys Analysis* yang didasarkan pada kemampuannya untuk secara sistematis mengeksplorasi akar penyebab dari *waste* kritis yang kemudian akan diusulkan beberapa alternatif rekomendasi perbaikan, serta *Lean Matrix 2* yang digunakan untuk membantu memberi peringkat rekomendasi perbaikan berdasarkan berbagai kriteria sehingga memudahkan dalam menentukan rekomendasi terbaik yang paling efektif dan efisien untuk diterapkan. Dengan menerapkan konsep *lean* pada penelitian ini, diharapkan dapat membantu perusahaan simpan beku untuk mengidentifikasi dan mereduksi *waste* pada proses pergudangan, menurunkan *total cycle time*, serta meningkatkan *process cycle efficiency*, yang pada gilirannya akan membantu mencapai target KPI perusahaan dan memastikan kinerja operasional *cold storage* dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah bagaimana cara mereduksi *waste* pada aktivitas pergudangan *cold storage* perikanan beku untuk meningkatkan kinerja operasional dengan mengusulkan rekomendasi perbaikan menggunakan konsep *Lean Warehousing*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya, tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mengidentifikasi *waste* pada proses pergudangan menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)*, *Process Activity Mapping (PAM)*, dan *Spaghetti Diagram*.
2. Mengidentifikasi *waste* kritis dan area kritis menggunakan *Gemba Shikumi*.
3. Menganalisis akar penyebab *waste* menggunakan *5 Whys Analysis*.
4. Memberikan rekomendasi perbaikan terbaik untuk menurunkan *total cycle time* dan meningkatkan *process cycle efficiency* untuk membantu mencapai target KPI perusahaan menggunakan *Lean Matrix 2*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Perusahaan dapat meningkatkan kinerja operasional *cold storage* pada proses pergudangan.

2. Perusahaan dapat meningkatkan kepuasan pelanggan melalui peningkatan efisiensi pada proses pergudangan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi yang akan dijelaskan dalam poin sebagai berikut.

1.5.1 Batasan

Adapun batasan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada *cold storage 1* untuk ikan yang diterima dalam kondisi beku pada aktivitas *receiving, unloading, checking, storage, dan stuffing*.
2. Penelitian ini dilakukan hingga tahap penyusunan rekomendasi perbaikan, tidak termasuk pada tahap implementasi pada perusahaan.
3. Penyusunan rekomendasi perbaikan tidak mencakup analisis dampak ekonomi terkait dengan keuntungan finansial dari perbaikan tersebut.

1.5.2 Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Tidak terjadi perubahan kondisi proses pergudangan, seperti cara kerja dan prosedur yang diterapkan pada proses pergudangan selama penelitian dilakukan.
2. Tidak terjadi perubahan kebijakan perusahaan terkait dengan aturan penyimpanan, penggunaan peralatan, dan manajemen inventaris selama penelitian dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan dari penelitian Tugas Akhir yang terdiri dari tujuh bab. Berikut merupakan penjelasan singkat terkait dengan masing-masing bab dalam penelitian ini.

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar teori, metode, dan *tools* yang digunakan sebagai landasan dalam pengerjaan Tugas Akhir diantaranya yaitu mengenai konsep *lean, warehouse, Lean Warehouse, cold storage, Gemba Shikumi, Root Cause Analysis, Lean Assessment Matrix, Spaghetti Diagram*, serta beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik Tugas Akhir ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir untuk dapat mencapai tujuan penelitian yang digambarkan dalam sebuah diagram alir (*flowchart*) beserta penjelasan mendetail dari masing-masing tahapannya.

BAB 4 PEMETAAN ALIRAN PROSES DAN IDENTIFIKASI WASTE

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai profil perusahaan amatan, kondisi eksisting gudang, pemetaan aliran proses pergudangan yang mencakup penyusunan *Current Value Stream Mapping (VSM)*, penyusunan *Process Activity Mapping (PAM)*, dan penggambaran aliran proses menggunakan *Spaghetti Diagram*, serta proses identifikasi *waste* pada proses pergudangan.

BAB 5 IDENTIFIKASI WASTE KRITIS DAN AKAR PENYEBAB WASTE

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan identifikasi *waste* kritis menggunakan *Gemba Shikumi* yang terdiri dari lima matriks yaitu matriks muda, matriks korelasi, matriks prioritas, matriks kepentingan mutlak, dan matriks area, serta dilanjutkan dengan pencarian akar penyebab *waste* kritis menggunakan *5 Whys Analysis*.

BAB 6 PENENTUAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan rekomendasi perbaikan yang akan diusulkan kepada perusahaan untuk dapat mereduksi *waste* yang telah diidentifikasi pada bab sebelumnya. Adapun tahapan dalam menentukan rekomendasi perbaikan ini meliputi penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan, penyusunan *Lean Matrix 2* yang mencakup penentuan nilai *occurance*, perhitungan *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*, dan perhitungan *Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)*, pemilihan rekomendasi perbaikan berdasarkan nilai *rank of action priority*, serta penyusunan *Future Value Stream Mapping*.

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dari pengerjaan Tugas Akhir yang menjawab tujuan dari penelitian, serta saran sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian yang ditujukan kepada perusahaan simpan beku dan penelitian selanjutnya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar teori, metode, dan *tools* yang digunakan sebagai landasan dalam pengerjaan Tugas Akhir diantaranya yaitu mengenai konsep *lean*, *warehouse*, *Lean Warehouse*, *cold storage*, *Gemba Shikumi*, *Root Cause Analysis*, *Lean Assessment Matrix*, *Spaghetti Diagram*, serta beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik Tugas Akhir ini.

2.1 Konsep *Lean*

Konsep *lean* pertama kali diperkenalkan oleh Henry Ford pada tahun 1913 dengan mengembangkan sistem standarisasi produksi yang dikenal sebagai *flow production*. Dalam sistem ini, mesin, manusia, dan peralatan bekerja secara terintegrasi untuk menciptakan aliran produksi yang kontinu yang memungkinkan proses fabrikasi dari pembuatan hingga perakitan komponen dilakukan dalam waktu singkat. Model T yang diciptakan oleh Ford mengubah lanskap industri manufaktur di Amerika, namun memiliki keterbatasan dalam variasi produk yang ditawarkan kepada konsumen. Saat tren pasar berubah, Ford kesulitan menyesuaikan diri dan memenuhi permintaan konsumen untuk variasi produk. Pada tahun 1930-an, keberhasilan Ford mulai menurun. Kiichiro Toyoda dan Taichi Ohno dari Toyota mulai mempelajari sistem *flow production* milik Ford. Setelah Perang Dunia II, Toyota berhasil menggabungkan efisiensi produksi dengan variasi produk yang beragam melalui konsep *lean* yang terinspirasi dari konsep *Jidoka* yang diperkenalkan oleh Sakichi Toyoda. Hasilnya, *Toyota Production System (TPS)* lahir dan menjadi standar dalam menerapkan *Lean Manufacturing* di industri (Ohno, 1988).

Menurut *The Association for Operations Management (APICS)*, *Lean* merupakan suatu pendekatan sistematis yang dilakukan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste*, meningkatkan nilai tambah baik untuk produk barang maupun jasa, serta memberikan nilai kepada pelanggan melalui perbaikan berkelanjutan. Ada lima prinsip dasar yang terdapat dalam konsep *Lean* (Gaspersz, 2011):

1. *Identify Value*. *Value* adalah kesesuaian kualitas, harga, dan waktu produk dengan kebutuhan konsumen yang harus disesuaikan antara perspektif produsen dan konsumen.
2. *Map the Value Stream*. *Value Stream* dapat membantu mengidentifikasi tahapan proses yang memberikan nilai tambah dan yang harus dieliminasi dalam pembuatan dan pengiriman produk atau jasa.
3. *Create Flow*. *One Piece Flow* merupakan strategi memunculkan permasalahan ke permukaan untuk segera dicari solusi yang tepat dengan mengorganisasi aliran sumber daya secara kontinyu.
4. *Establish Pull*. Sistem tarik atau *pull system* menghasilkan produk berdasarkan kebutuhan konsumen serta menyesuaikan produksi dengan permintaan untuk meningkatkan nilai tambah.
5. *Seek Perfection*. Untuk menuju proses yang lebih baik, dilakukan perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mengurangi *waste*, waktu, biaya, dan kesalahan.

Untuk mengukur kondisi perusahaan sebelum dan sesudah menerapkan konsep *lean*, salah satu metrik yang dapat diukur yaitu Efisiensi Siklus Proses (*Process Cycle Efficiency*) dimana matriks ini dapat melihat seberapa efisien suatu perusahaan melakukan proses operasinya dengan cara menghitung presentase antara waktu proses yang menambah nilai pada produk terhadap waktu keseluruhan proses. Suatu proses dikatakan *lean* apabila nilai PCE > 30%. Sebaliknya, apabila nilai PCE < 30%, maka proses tersebut dikatakan *un-lean* atau proses yang tidak ramping. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi siklus proses adalah sebagai berikut (Gaspersz, 2011).

$$\text{Process Cycle Efficiency} = \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Value added time adalah waktu melakukan proses yang memberikan nilai tambah kepada produk, sedangkan *total lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses dari awal hingga akhir.

2.2 Warehouse

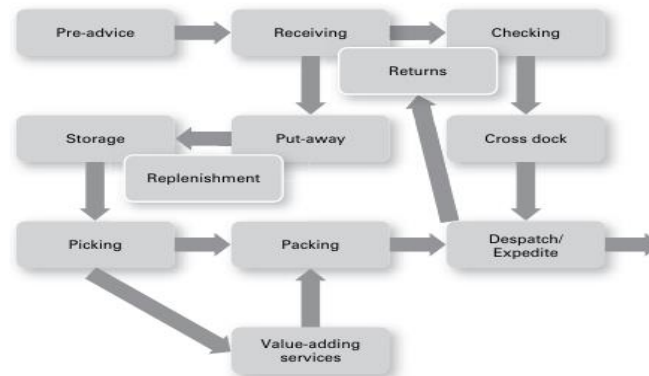
Warehouse (gudang) merupakan sebuah bangunan yang digunakan untuk menyimpan barang, baik berupa bahan baku, barang setengah jadi, maupun barang jadi. Sedangkan pergudangan merupakan kegiatan menyimpan suatu material atau barang-barang di dalam gudang (Warman, 1995). Kegiatan di dalam gudang sering dianggap sebagai kegiatan yang menambah banyak biaya dan jarang menambah nilai. Namun dengan adanya pertumbuhan *e-commerce* dan tuntutan permintaan konsumen yang semakin meningkat, gudang telah mengalami transformasi. Saat ini, gudang dianggap sebagai komponen vital dalam sebuah rantai pasok. Gudang telah menjadi salah satu bagian yang penting dalam memenuhi kepuasan pelanggan dengan menyediakan barang sesuai dengan permintaan dengan kualitas yang baik, harga yang kompetitif, dan pengiriman yang cepat. Oleh karena itu, peran gudang saat ini menjadi semakin krusial dalam mendukung efisiensi dan keberhasilan rantai pasok perusahaan.

2.2.1 Aktivitas Pergudangan

Aktivitas yang terjadi di gudang pada dasarnya memiliki kesamaan meskipun memiliki variasi dalam ukuran, tipe, dan fungsinya. Aktivitas fundamental pada gudang umumnya mencakup proses penerimaan (*receiving*), pengecekan (*checking*), pemindahan (*put-away*), penyimpanan (*storage*), pengambilan (*picking*), pengemasan (*packing*), dan pengiriman (*despatch*). Namun dalam beberapa jenis gudang, terdapat juga aktivitas lain seperti pra-penerimaan (*pre-receipt*), penumpukan silang (*cross-docking*), pengisian ulang (*replenishment*), dan layanan penambah nilai (*value-adding services*). Berikut merupakan gambaran alur aktivitas pergudangan yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 beserta pengertian untuk masing-masing aktivitas fundamental yang terdapat pada gudang (Purnomo, 2004).

- a. *Receiving*, proses penerimaan barang dari pemasok atau produsen untuk masuk ke dalam gudang.
- b. *Checking*, proses pemeriksaan dan verifikasi barang yang baru diterima untuk memastikan kualitas dan kuantitasnya sebelum diproses lebih lanjut.
- c. *Put-away*, proses pemindahan barang yang telah diterima ke lokasi penyimpanan yang ditentukan di dalam gudang.

- d. *Storage*, proses penyimpanan dan pengelolaan barang di dalam gudang dalam jangka waktu tertentu sebelum dikirim atau diproses lebih lanjut.
- e. *Picking*, proses pengambilan barang yang telah disimpan dari lokasi penyimpanan di dalam gudang untuk memenuhi kebutuhan atau pesanan dari pelanggan.
- f. *Packing*, proses pengemasan barang untuk dipersiapkan sebelum dikirim kepada pelanggan atau pihak lain.
- g. *Despatch*, proses pengiriman barang yang telah dikemas dari gudang kepada pelanggan atau pihak lain sesuai dengan pesanan.



Gambar 2. 1 Alur Aktivitas Pergudangan
(Sumber: Richards, 2011)

2.2.2 Jenis-Jenis Gudang

Setiap jenis gudang memiliki peran khusus dalam proses penyimpanan dan distribusi produknya. Richards (2011) membagi jenis gudang berdasarkan status produk dalam tahapan proses produksinya, diantaranya yaitu:

- a. Gudang Bahan Baku (*Raw Material Warehouse*), yaitu gudang untuk menyimpan bahan baku dan komponen yang ditempatkan dekat dengan titik produksi untuk digunakan dalam proses produksi.
- b. Gudang Barang Setengah Jadi (*Work-in-Process Warehouse*), yaitu gudang untuk menyimpan produk pada berbagai tahap produksi seperti kegiatan kustomisasi, *sub-assembly*, dan penundaan (*postponment*).
- c. Gudang Barang Jadi (*Finished Goods Warehouse*), yaitu gudang untuk menyimpan produk yang sudah siap untuk produsen, grosir, atau pengecer.

Sementara Daniels (2021) membagi jenis gudang berdasarkan jenis produk dan status kepemilikannya. Untuk pembagian gudang berdasarkan jenis produk yang disimpan diantaranya yaitu:

- a. Gudang Ritel (*Retail Warehouse*), yaitu gudang untuk menyimpan produk non-sensitif dan non-medis seperti peralatan rumah, kebun, dan barang lainnya.
- b. Gudang Bahan Berbahaya (*Hazmat Warehouse*), yaitu gudang untuk menyimpan bahan berbahaya seperti bahan kimia mudah terbakar.
- c. Gudang Distribusi dan Pemenuhan (*Distribution & Fulfillment Warehouse*), yaitu gudang untuk menyimpan produk yang akan diambil oleh pengecer.
- d. Gudang Dingin (*Cold Storage*), yaitu gudang untuk menyimpan produk yang sensitif terhadap suhu seperti produk susu, daging, dan medis.

Sedangkan, untuk pembagian gudang berdasarkan status kepemilikan dan fungsinya diantaranya yaitu:

- a. Gudang Publik (*Public Warehouse*), yaitu gudang yang dimiliki oleh individu atau perusahaan dengan tujuan bisnis di pasar pergudangan.
- b. Gudang Pribadi (*Private Warehouse*), yaitu gudang korporasi besar dan produsen yang terjangkau hanya ketika bisnis sudah mapan dengan jumlah produk yang besar.
- c. Gudang Tertimbun (*Bonded Warehouse*), yaitu gudang yang beroperasi di bawah lisensi pemerintah untuk menyimpan barang impor hingga pemilik barang membayar bea cukai.

2.2.3 Metode Penyimpanan Gudang

Metode penyimpanan pada gudang merupakan salah satu komponen utama dalam manajemen pergudangan yang hanya dapat didefinisikan secara lengkap dengan mempertimbangkan semua parameter operasional pergudangan. Menurut (Young, 1997), ada berbagai macam metode penyimpanan yang banyak digunakan saat ini, yaitu:

1. *Block Stacking*, metode penyimpanan dimana barang-barang disusun secara horizontal di atas lantai gudang tanpa menggunakan rak atau struktur penyimpanan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Penyimpanan *Block Stacking*

2. *Pallet Racking*, metode penyimpanan dimana palet-palet ditempatkan di atas rak yang dirancang khusus dengan menggunakan alat penanganan material seperti *forklift* untuk memuat dan mengeluarkan palet, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.3. Terdapat empat jenis metode penyimpanan *pallet racking*, antara lain *Wide-aisle Static Adjustable Pallet Racking (APR)*, *Narrow-aisle Adjustable Pallet Racking (NAPR)*, *Very-narrow-aisle Adjustable Pallet Racking (VNAPR)*, dan *Drive in/Drive-through Pallet Racking*.



Gambar 2. 3 Penyimpanan *Pallet Racking*

3. *Live Storage*, metode penyimpanan yang setiap tingkat paletnya didukung oleh sistem konveyor rol atau roda yang miring secara dangkal, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Penyimpanan *Live Storage*

4. *Double-deep Static Racking*, metode penyimpanan yang mirip dengan APR, namun palet disimpan dua kali lebih dalam dari akses lorong, sehingga 50% dari semua palet dapat diakses secara langsung, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Penyimpanan *Double-deep Static Racking*

5. *Pushback Racking*, metode penyimpanan relatif baru yang memiliki struktur dasar yang sama dengan sistem penyimpanan langsung dimana palet akan ditempatkan di atas rol, pandu, rantai, atau plat dan didorong menjauh dari wajah masukan oleh palet berikutnya, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Penyimpanan *Pushback Racking*

6. *Powered Mobile*, metode penyimpanan ini menggunakan rak yang dipasang di atas basis yang dapat bergerak secara otomatis, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.7. Rak-rak ini dapat dipindahkan ke kiri atau kanan untuk memberikan akses langsung ke setiap palet. Terdapat tiga jenis metode penyimpanan *powered mobile*, antara lain *Adjustable Pallet Racking (PM APR)*, *Adjustable Narrow Aisle Pallet Racking (PM NAPR)*, dan *Very-narrow-aisle Pallet Racking (PM VNAPR)*.



Gambar 2. 7 Penyimpanan *Powered Mobile*

2.2.4 Kebijakan Penyimpanan Gudang

Kebijakan penyimpanan dalam gudang merupakan sebuah aspek penting dalam aktivitas pergudangan untuk memastikan operasional gudang berjalan dengan lancar. Terdapat lima jenis kebijakan penyimpanan yang akan dijelaskan sebagai berikut (Hadiguna et al., 2008).

1. Kebijakan Penyimpanan Acak (*Random Storage Policy*), yaitu kebijakan yang menggunakan sistem penyimpanan yang tidak teratur dimana barang-barang disimpan secara acak tanpa ada sistem atau tata letak yang teratur.
2. Kebijakan Penyimpanan Tetap (*Dedicated Storage Policy*), yaitu kebijakan yang menggunakan sistem penyimpanan yang teratur dimana setiap barang disimpan pada lokasi tertentu yang telah ditetapkan.
3. Kebijakan Penyimpanan Pangsa (*Shared Storage Policy*), yaitu kebijakan yang menggunakan sistem penyimpanan yang fleksibel dimana barang-barang disimpan secara bersamaan dalam ruang yang sama.
4. Kebijakan Penyimpanan Berbasis Kelas (*Class Based Storage Policy*), yaitu kebijakan yang menggunakan sistem penyimpanan yang berdasarkan kelas atau kategori barang dimana setiap kategori disimpan pada lokasi tertentu.
5. Kebijakan Penyimpanan Berbasis Volume Pemesanan (*Cube Per-Order Index Policy*), yaitu kebijakan yang menggunakan sistem penyimpanan yang terstruktur dimana barang-barang disimpan sesuai dengan dimensi kubik atau volume yang dibutuhkan.

2.2.5 Warehouse Performance Measurement

Penilaian terhadap kinerja gudang harus dilakukan secara berkala guna mengukur seberapa efisien dan efektif aktivitas pergudangan yang telah dilakukan. Adapun aspek penilaian yang digunakan dalam menilai kinerja gudang dijelaskan sebagai berikut (Staudt et al., 2015).

1. Aspek Waktu

Aspek waktu mengacu pada efisiensi waktu yang diperlukan dalam proses pergudangan dan responsivitas dalam pemenuhan pesanan. Berikut merupakan beberapa indikator waktu beserta definisinya yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Warehouse Time Indicator Definition

Indikator	Definisi
<i>Order Lead Time</i>	Waktu dari pemesanan masuk hingga penerimaan oleh pelanggan.
<i>Receiving Time</i>	Waktu proses penerimaan dan pembongkaran barang di gudang.
<i>Putaway Time</i>	Waktu saat produk dibongkar hingga disimpan di gudang.
<i>Order Picking Time</i>	Waktu yang diperlukan untuk mengambil satu baris pesanan.
<i>Delivery Lead Time</i>	Waktu yang diperlukan dari gudang hingga ke pelanggan.
<i>Queuing Time</i>	Waktu yang diperlukan produk untuk menunggu penanganan.
<i>Shipping Time</i>	Waktu untuk memuat truk per total pesanan yang dimuat.
<i>Dock to Stock Time</i>	Waktu kedatangan pasokan hingga produk tersedia untuk diambil.
<i>Equipment Time</i>	Waktu peralatan tidak berfungsi karena sedang dalam perbaikan.

Sumber: (Staudt et al., 2015)

2. Aspek Kualitas

Aspek kualitas mengacu pada standar kesalahan atau cacat dalam penyimpanan dan distribusi barang di gudang. Berikut merupakan beberapa indikator kualitas beserta definisinya yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Warehouse Quality Indicator Definition

Indikator	Definisi
<i>On-time Delivery</i>	Jumlah pesanan yang diterima oleh pelanggan tepat waktu.
<i>Order Fill Rate</i>	Jumlah pesanan yang terisi lengkap pada pengiriman pertama.
<i>Physical Inventory Accuracy</i>	Ketepatan inventaris fisik dengan inventaris yang dilaporkan.
<i>Picking Accuracy</i>	Ketepatan proses pengambilan pesanan.
<i>Storage Accuracy</i>	Menyimpan produk di lokasi yang tepat.
<i>Shipping Accuracy</i>	Jumlah pesanan yang dikirim tanpa kesalahan.
<i>Delivery Accuracy</i>	Jumlah pesanan yang didistribusikan tanpa insiden.
<i>Stockout Rate</i>	Jumlah produk yang kehabisan stok dari pesanan.
<i>Scrap Rate</i>	Tingkat kerugian dan kerusakan produk.
<i>Cargo Damage Rate</i>	Jumlah pesanan yang rusak selama aktivitas pengiriman.
<i>Perfect Orders</i>	Pesanan yang dikirim tepat waktu tanpa kerusakan.
<i>Customer Satisfaction</i>	Jumlah keluhan pelanggan dengan jumlah pesanan yang dikirim.

Sumber: (Staudt et al., 2015)

3. Aspek Harga

Aspek harga mengacu pada seluruh biaya yang digunakan pada operasional gudang untuk menilai efisiensi biaya. Berikut merupakan beberapa indikator harga beserta definisinya yang dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Warehouse Cost Indicator Definition

Indikator	Definisi
<i>Inventory Cost</i>	Biaya total penyimpanan per unit barang.
<i>Order Processing Cost</i>	Biaya total pengolahan semua pesanan dibagi jumlah pesanan.
<i>Labour Cost</i>	Biaya personalia yang terlibat dalam operasi gudang.
<i>Distribution Cost</i>	Biaya rata-rata kendaraan dengan jarak tempuh total per hari.
<i>Cost as a % of Sales</i>	Biaya pergudangan total sebagai persentase dari total penjualan.
<i>Maintenance Cost</i>	Biaya pemeliharaan bangunan dan peralatan gudang.

Sumber: (Staudt et al., 2015)

4. Aspek Produktivitas

Aspek produktivitas mengacu pada jumlah pekerjaan atau layanan yang dihasilkan oleh gudang per unit sumber daya yang digunakan. Berikut merupakan beberapa indikator produktivitas beserta definisinya yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Warehouse Productivity Indicator Definition

Indikator	Definisi
<i>Labour Productivity</i>	Rasio total item yang dikelola dengan jam kerja penanganan item.
<i>Throughput</i>	Jumlah item yang keluar dari gudang per jam.
<i>Shipping Productivity</i>	Jumlah total produk yang dikirim dalam periode waktu tertentu.
<i>Transport Utilisation</i>	Tingkat kapasitas pengisian kendaraan.
<i>Warehouse Utilisation</i>	Jumlah kapasitas gudang yang digunakan dalam waktu tertentu.
<i>Inventory Space Utilisation</i>	Tingkat ruang yang ditempati oleh penyimpanan.
<i>Outbound Space Utilisation</i>	Tingkat penggunaan area di dalam gudang.
<i>Picking Productivity</i>	Jumlah total produk yang diambil per jam kerja.
<i>Receiving Productivity</i>	Jumlah kendaraan yang dibongkar per jam kerja.
<i>Turnover Ratio</i>	Rasio antara biaya barang yang terjual dan inventaris rata-rata.

Sumber: (Staudt et al., 2015)

2.3 Lean Warehousing

Saat ini *lean* mulai banyak diterapkan pada berbagai tahapan proses dalam industri, salah satu contohnya yaitu pada proses pergudangan yang disebut dengan *Lean Warehousing* (Gaspersz, 2011). *Lean Warehousing* merupakan pendekatan dalam manajemen gudang yang fokus pada optimasi sumber daya gudang, termasuk inventaris, peralatan penanganan material, operasi pemuatan/pengeluaran, staf, serta penerapan solusi inovatif. Penerapan konsep ini tidak hanya terbatas pada proses penyimpanan barang di dalam gudang, tetapi juga mencakup seluruh aktivitas mulai dari saat produk masuk ke gudang hingga proses distribusi kepada pelanggan. Konsep *Lean Warehousing* menekankan pada pengurangan atau penghapusan aktivitas yang tidak menambah nilai dalam sistem logistik gudang, yang pada akhirnya akan meningkatkan kualitas barang dan layanan yang ditawarkan serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Meskipun karakteristik proses pelayanan berbeda secara signifikan dari proses manufaktur standar, praktik pengurangan pemborosan berhasil diadaptasi dan diterapkan dalam industri jasa dan fungsi distribusi (Villarreal et al., 2016).

2.3.1 Value dalam Lean Warehousing

Value dalam *Lean Warehousing* mengacu pada aktivitas yang dianggap memberikan manfaat langsung kepada pelanggan atau konsumen. Hines (2000) membagi aktivitas tersebut ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

- a. *Value-Added Activity (VA)*, yaitu aktivitas yang secara langsung memberikan nilai tambah pada produk atau jasa di mata pelanggan.
- b. *Non-Value-Added Activity (NVA)*, yaitu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa di mata pelanggan dan biasanya dianggap sebagai pemborosan dalam sistem produksi.
- c. *Necessary Non-Value-Added Activity (NVAA)*, yaitu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau jasa di mata pelanggan tetapi tetap diperlukan dalam prosedur atau sistem operasi yang ada.

2.3.2 Waste dalam Lean Warehousing

Dalam konteks *Lean Warehousing*, pemborosan (*waste*) adalah salah satu aspek kunci yang ditekankan untuk diperbaiki dalam operasi pergudangan. Dengan mereduksi pemborosan dari aktivitas gudang, maka dapat meningkatkan sumber daya yang dapat meningkatkan kinerja operasional gudang. Menurut Gaspersz (2006), terdapat sembilan jenis *waste* yang dapat didefinisikan dalam sebuah perusahaan atau yang bisa disingkat dengan E-DOWNTIME, yaitu:

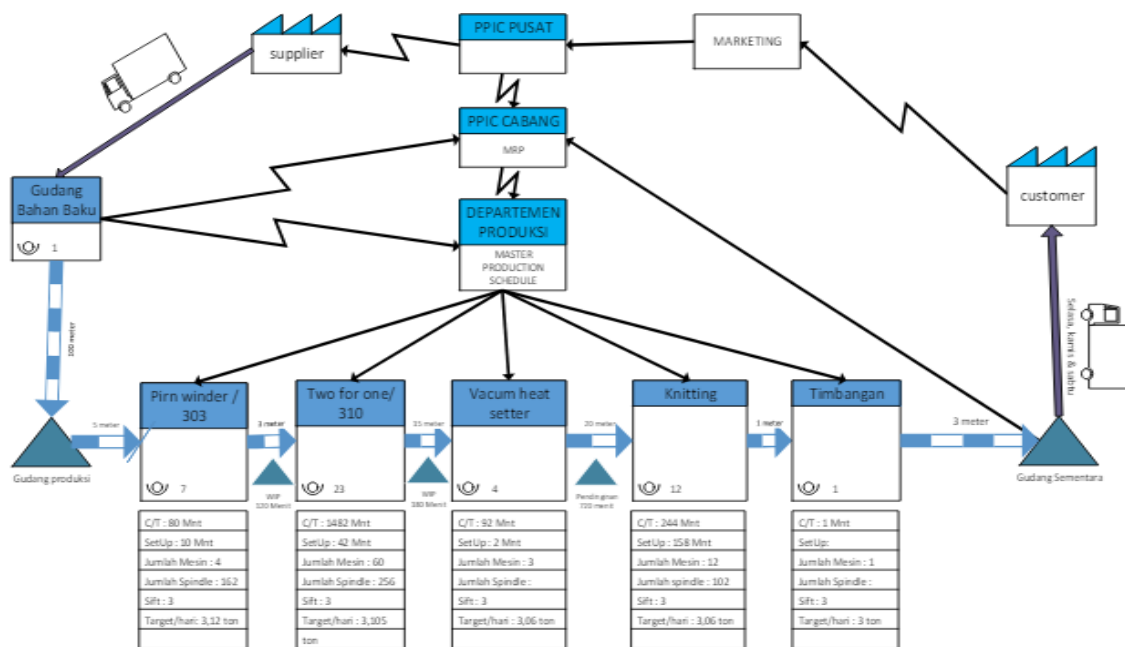
- a. *Environmental, Health, and Safety* (Lingkungan, Kesehatan, dan Keselamatan), pemborosan yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip EHS.
- b. *Defects* (Cacat), pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk setelah melewati suatu proses. Masalah ini berhubungan dengan kualitas produk atau rendahnya performansi pengiriman.
- c. *Overproduction* (Kelebihan Produksi), pemborosan yang terjadi karena produksi berlebih dari kuantitas yang dipesan oleh pelanggan atau permintaan pasar.
- d. *Waiting* (Menunggu), pemborosan yang terjadi karena kegiatan menunggu dalam proses produksi seperti menunggu kedatangan material, informasi, peralatan, atau perlengkapan.
- e. *Non-Utilizing Employees* (Sumber Daya Manusia yang tidak Dimanfaatkan), pemborosan yang terjadi karena penggunaan sumber daya manusia yang tidak digunakan secara optimal baik dari segi pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan dari karyawan.
- f. *Transportation* (Perpindahan Barang), pemborosan yang terjadi karena perpindahan barang atau material yang tidak perlu, terlalu sering, atau dengan jarak yang tidak efisien dalam proses produksi atau distribusi.
- g. *Inventory* (Persediaan Barang), pemborosan yang terjadi karena kesalahan dalam pencatatan stok, penyimpanan barang yang berlebihan, atau kerusakan material akibat penyimpanan yang tidak terkelola dengan baik.
- h. *Motion* (Gerakan yang Tidak Perlu), pemborosan yang merujuk pada gerakan dari operator atau material yang tidak perlu atau berulang-ulang sehingga tidak efisien.
- i. *Excess Processing* (Proses yang Tidak Tepat), pemborosan yang terjadi ketika adanya langkah, proses, atau prosedur tambahan yang tidak memberikan nilai tambah pada produk atau layanan akhir.

2.3.3 Value Stream Mapping (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) merupakan *tools* dalam konsep *lean* yang biasa digunakan untuk menganalisis aliran material dan informasi saat ini yang dibutuhkan untuk membawa produk atau jasa hingga sampai ke konsumen. Diagram ini menggambarkan secara garis besar perpindahan material dan informasi (Anugrah et al., 2016). Ada dua tipe VSM, yaitu:

- Current State Map*, yaitu VSM yang bertujuan untuk memahami aliran proses produksi dan informasi dari tahap pemesanan hingga pengiriman ke konsumen.
- Future State Map*, yaitu VSM yang bertujuan untuk memberikan gambaran perbandingan antara kondisi saat ini perusahaan dengan kondisi yang telah direncanakan untuk masa depan dengan usulan-usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan dan mengoptimalkan aktivitas yang memberikan nilai tambah.

Contoh penggambaran *Value Stream Mapping (VSM)* dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2. 8 Contoh *Value Stream Mapping (VSM)*

(Sumber: Lestari et al. 2019)

2.3.4 Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) merupakan *tools* dalam konsep *lean* yang digunakan untuk menetapkan dan menganalisis alur proses produksi serta mengidentifikasi pemborosan. *Tools* ini esensial dalam melakukan pemetaan detail untuk proses pemesanan dan juga berguna untuk menentukan *lead time* serta aliran fisik dan material baik dari dalam maupun luar pabrik dalam rantai logistik. PAM dibuat berdasarkan urutan proses dan waktu yang ditempuh oleh produk, mulai dari bahan baku hingga penyimpanan produk jadi di area gudang yang mencakup beberapa proses yaitu *operation*, *transportation*, *inspection*, *storage*, dan *delay* (Yola et al., 2017). Contoh penyusunan *Process Activity Mapping (PAM)* dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut.

No	Work Station	Jumlah	Deskripsi Aktivitas	Mesin / Alat Bantu	Jarak (meter)	Waktu (menit)	Jumlah Pekerja	Keterangan					Kategori							
								O	T	I	S	D	VA	NVA	NNVA					
1	GUDANG	1	Bahan baku dipindahkan dari gudang utama ke gudang produksi	Forklift	100	2	1													
2	PIN WINDER	4	Bahan Baku dipindahkan ke area pin winder	Handlift	5	2	7													
3			Pemasangan bahan baku ke mesin pin winder / 303			10														
4			Proses pin winder / 303 dan Inspeksi proses			60														
5			Proses penialian benang			10														
6			benang dipindah ke roda PW	Roda PW	0,5	6,4														
7	TWO FOR ONE / TWISTING	60	Bahan baku dipindahkan ke area two for one	Roda PW	3	2	23													
8			Menunggu untuk di proses di mesin TFO / 310			120														
9			Set up / pemasangan benang ke mesin TFO			12														
10			Pemancinan benang	Senar pancing		30														
11			Proses Wisting / TFO dan inspeksi			1440														
12	Vacum Heat Setter	3	Dropping ke keranjang	Keranjang	1	25	4													
13			Pemindahan bahan baku ke area VHS	Roda dropping	15	5														
14			Menunggu untuk di proses di mesin VHS			180														
15			Memasukan bahan baku ke dalam mesin VHS			2		2												
16			Proses VHS			90														
17	KNITTING	12	Pemindahan bahan baku ke kayu pallet		2	2	14													
18			Pendinginan / relaksasi			720														
19			Pemindahan bahan baku ke area knitting	Handlift	20	4														
20			Pemasangan bahan ke mesin knitting			7														
21			Pemasangan cup tension			10														
22			Pemancinan benang	Air gun		51														
23			Pelewatan benang MPF	Air gun		42,5														
24			Pemasangan benang ke jarum			17														
25			Pemasangan benang spandek			30														
26			Proses rajut / knitting			85														
27			Proses pemotongan dan pengikatan kain yang sudah jadi	Gunting		1,5														
28			Pemberian identitas pada kain dan penimbangan	Mistar dan spidol	1	1			1											
29	Gudang sementara	1	Pemindahan kain ke gudang sementara		3	1	1													
30			Menunggu untuk dikirim			1800														
31			Pemindahan produk / kain ke mobil untuk dikirim	Dorongan pallet	200	3														
32																				

Gambar 2. 9 Contoh *Process Activity Mapping (PAM)*

(Sumber: Lestari et al. 2019)

2.4 Cold storage

Saat ini, bisnis *cold storage* banyak diminati oleh berbagai sektor industri, termasuk industri farmasi, pengolahan makanan, industri perikanan, retail, restoran rantai, importir daging, pasar pertanian, dan lainnya. *Cold storage* dalam hal ini merujuk pada ruangan atau gudang yang dirancang khusus dengan kondisi suhu terkontrol untuk menyimpan berbagai macam produk terutama produk cepat rusak (*perishable*) guna mempertahankan kesegarannya. Banyak makanan kini diproduksi, disimpan, dan dikirim ke toko dengan mempertahankan suhu tertentu untuk memastikan kualitasnya tetap prima. Selain produk beku seperti ikan, es krim, dan daging, banyak sayuran, buah, makanan olahan, dan makanan siap saji juga diawetkan dengan metode pembekuan cepat (Young, 1997).

2.4.1 Jenis-Jenis Cold Storage

Cold storage memiliki variasi jenis ruangan yang memiliki fungsi khusus untuk menghindari kontaminasi bakteri, mempertahankan cita rasa makanan, mengurangi kadar air, dan mempertahankan kualitas nutrisi. Terdapat empat jenis *cold storage* berdasarkan suhu dan fungsinya yang akan dijelaskan sebagai berikut (S. F. W. Lestari, 2020).

- Chilled Room*, ruangan dengan suhu rendah antara 1°C hingga 7°C yang digunakan untuk menyimpan produk makanan segar seperti sayuran, buah-buahan, dan bahan makanan lainnya dengan masa simpan sekitar dua bulan atau 60 hari.
- Freezer Room*, ruangan dengan suhu berkisar antara -15°C hingga -20°C dan digunakan untuk menyimpan produk seperti daging, susu, keju, dan bahan makanan lain yang memerlukan suhu beku.
- Blast Chiller*, ruangan yang digunakan untuk mendinginkan bahan makanan dengan cepat setelah proses memasak selesai dengan suhu berkisar antara 1°C hingga 4°C.
- Blast Freezer*, ruangan yang digunakan untuk mendinginkan bahan makanan dengan cepat untuk produk makanan beku atau olahan dengan suhu berkisar antara -20°C hingga -35°C.

2.4.2 Cold storage Perikanan Beku

Ikan beku adalah produk olahan dari ikan segar yang melalui proses pencucian yang kemudian dibekukan dan disimpan di dalam *cold storage* hingga mencapai suhu inti -18°C atau lebih. Aktivitas pengolahan untuk produksi ikan beku ini dimulai dengan penerimaan ikan dimana akan dilakukan pemeriksaan mengenai asal-usul, waktu penerimaan, dan mencatat suhu penyimpanan selama di kapal oleh nelayan mitra. Selanjutnya, pada tahap sortasi dilakukan pemeriksaan terhadap setiap ekor ikan oleh petugas sortasi. Setelah itu, ikan akan dicuci dengan air es (*chilling*) dengan suhu tertentu. Ikan yang sudah bersih kemudian akan dibekukan menggunakan perangkat yang disebut *freezer*. *Freezer* ini bekerja dengan cara menyerap panas dari produk yang didinginkan dan memindahkan panas tersebut melalui bahan pendingin seperti amonia dan freon. Proses terakhir, ikan yang sudah beku akan disimpan di dalam *cold storage* dalam waktu yang telah ditentukan (Naiu et al., 2018).

2.4.3 Aplikasi Lean dalam Cold Storage

Aplikasi konsep *lean* dalam kegiatan rantai pasok bukan merupakan hal yang baru, namun masih sedikit pemilik industri *cold storage* yang mampu menerapkannya. Pemilik industri *cold storage* belum menerapkan konsep *lean* karena industri ini banyak menghadapi tantangan khusus yang memerlukan penyesuaian aktivitas seperti fluktuasi permintaan yang tinggi, persyaratan penyimpanan yang ketat, serta kebutuhan akan fleksibilitas dan responsivitas yang cepat terhadap perubahan. Ada empat area kunci dalam operasi pergudangan *lean* yang menghasilkan efisiensi untuk pemilik industri *cold storage* (Food Logistics, 2014).

1. *Storage*. Ini mengacu pada pemahaman terhadap kebutuhan produk dan penyimpanannya yang membantu pemilik industri *cold storage* untuk mengoptimalkan penggunaan ruangan dengan baik sehingga memudahkan karyawan dalam mencari, mengambil, dan menyelesaikan pesanan.
2. *Foundation*. Ini mengacu pada proses membangun dasar organisasi untuk menerapkan konsep *lean* yang melibatkan pemahaman mendalam tentang bisnis *cold storage*, standarisasi praktik bisnis, pengaturan lingkungan kerja untuk meningkatkan produktivitas, pemanfaatan alat untuk mendukung perubahan, serta pembentukan proses untuk mendorong perbaikan berkelanjutan.
3. *Just-in-Time*. Ini mengacu pada strategi yang sama dalam konteks manufaktur untuk mengurangi persediaan yang tidak terpakai guna memangkas biaya bisnis. Namun dalam operasi pergudangan, JIT bertujuan untuk mengatasi ketidaksempurnaan dalam proses kerja dan manajemen tenaga kerja.
4. *Culture*. Ini mengacu pada transformasi budaya perusahaan untuk menerapkan konsep *lean*. Meskipun taktik, alat, dan strategi *lean* dapat diterapkan bertahap, sebuah gudang penyimpanan dingin atau perusahaan distribusi hanya dapat menjadi organisasi *lean* dengan mengubah budaya perusahaannya. Inisiatif *lean* berpusat pada orang sehingga pendekatan terbaik adalah dengan melibatkan semua orang.

2.5 Gemba Shikumi

Gemba Shikumi adalah sebuah teknik yang digunakan dalam pendekatan *Lean Manufacturing* yang berasal dari Jepang. "*Gemba*" secara harfiah berarti "tempat sebenarnya" atau "lapangan kerja". Konsep utama dari *Gemba Shikumi* adalah bahwa masalah-masalah dalam proses produksi akan menjadi lebih terlihat dan solusi perbaikan terbaik akan muncul ketika seseorang langsung pergi ke lapangan untuk mencari potensi pemborosan dan peluang perbaikan. Oleh karena itu, ketika terjadi masalah dalam proses produksi, pihak manajemen harus langsung pergi ke lapangan untuk memahami dampaknya dan mengumpulkan data dari sumber-sumber yang ada (Dotoli et al., 2013). Dalam menerapkan *Gemba Shikumi*, terdapat lima matriks yang akan disusun yaitu matriks muda, matriks korelasi, matriks prioritas, matriks kepentingan mutlak, dan matriks area. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing matriks tersebut.

1. Matriks Muda

Matriks muda adalah matriks yang digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang sedang diobservasi dalam proses produksi ke dalam 9 jenis *waste*, yaitu *Environmental, Health, and Safety (EHS), defects, overproduction, waiting, non-utilizing employees, transportation, inventory, motion, dan excess processing*. Matriks ini menggunakan skala binari untuk menunjukkan jenis *waste* yang ditemukan dimana **nilai 0** menunjukkan bahwa masalah-*x* **tidak memiliki pengaruh** pada jenis *waste* dan **nilai 1** menunjukkan bahwa masalah-*x* **memiliki pengaruh** pada jenis *waste*. Panduan pengisian tabel matriks muda disajikan pada Tabel 2.5 beserta contoh perhitungannya yang dapat dilihat pada Gambar 2.10.

Tabel 2. 5 Matriks Muda

No.	Deskripsi Masalah	Waste 1	...	Waste w	MV
1	Masalah 1	m			
...					
x	Masalah x			m	

Nilai *Muda Vector (MV)* didapatkan dari rumus berikut:

$$MV_i = \sum_{j=1}^w m_{ij} \text{ dimana } i = 1, \dots, x \text{ dan } j = 1, \dots, w \quad (2.2)$$

Keterangan:

- x* = Masalah yang teridentifikasi
- w* = Jenis *waste* dan penyebabnya
- m* = Bilangan biner (0, 1)

N.	overproduction	underproduction	movements	space	waiting time	safety	overprocessing	man	method	observed problems	MV
1					X				X	lists creating	2
2			X	X	X			X	X	order entry	5
3					X			X		database updating	2
4		X			X				X	checking the availability of external suppliers	3
5	X	X	X		X				X	communication with the Production Office	5
6		X			X				X	checking the availability of woods panels	3
7	X		X		X			X	X	checking the availability on the temporary warehouse	5
8	X	X	X		X		X	X	X	checking the availability of white semifinished	7
9	X	X	X		X		X	X	X	checking the availability of other semifinished	7
10	X	X	X		X		X	X	X	difficulty in finding semifinished and decorations	7
11		X			X		X		X	non replaceable staff (11a - 11b - 11c)	4
12								X	X	correspondence check of codes	2
13		X			X			X	X	communication with the Assembly and Customization Offices	4
5	8	6	1	12	0	4	8	12			

Gambar 2. 10 Contoh Perhitungan Matriks Muda
(Sumber: Dotoli et al., 2013)

2. Matriks Korelasi

Matriks korelasi adalah matriks yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara satu masalah yang diobservasi dengan masalah yang lain. Matriks ini menggunakan skala binari untuk menunjukkan seberapa kuat korelasi antara setiap masalah dimana **nilai 0** menunjukkan jika masalah-1 **tidak berkorelasi** dengan masalah-x dan **nilai 1** menunjukkan jika masalah-1 **berkorelasi** dengan masalah-x. Panduan pengisian tabel matriks korelasi disajikan pada Tabel 2.6 beserta contoh perhitungannya yang dapat dilihat pada Gambar 2.11.

Tabel 2. 6 Matriks Korelasi

No.	Deskripsi Masalah	Masalah 1	...	Masalah x	CV
1	Masalah 1	c			
...					
x	Masalah x			c	

Nilai *Correlation Vector (CV)* didapatkan dari rumus berikut:

$$CV_i = \sum_{j=1}^x cij \text{ dimana } i = 1, \dots, x \quad (2.3)$$

Keterangan:

x = Masalah yang teridentifikasi

c = Bilangan biner (0, 1)

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

Gambar 2. 12 Contoh Perhitungan Matriks Prioritas
(Sumber: Dotoli et al., 2013)

4. Matriks Kepentingan Mutlak

Matriks kepentingan mutlak adalah matriks yang digunakan untuk mengeliminasi permasalahan yang teridentifikasi menjadi permasalahan kritis yang harus segera dilakukan perbaikan. Vektor yang diperoleh pada matriks ini menunjukkan tingkat keparahan setiap masalah dalam keseluruhan proses yang didapatkan dari penjumlahan ketiga vektor sebelumnya, yaitu MV, CV, dan PV. Semakin besar nilai vektor kepentingan mutlak maka permasalahan tersebut dianggap semakin kritis. Panduan pengisian tabel matriks kepentingan mutlak disajikan pada Tabel 2.8 beserta contoh perhitungannya yang dapat dilihat pada Gambar 2.13.

Tabel 2. 8 Matriks Kepentingan Mutlak

No.	Deskripsi Masalah	MV	CV	PV	AIV
1	Masalah 1	m	c	p	
...					
x	Masalah x				

Nilai *Absolute Importance Vector (AIV)* didapatkan dari rumus berikut:

$$AIV = MV + CV + PV \quad (2.5)$$

Keterangan:

AIV = *Absolute Importance Vector*

MV = *Muda Vector*

CV = *Correlation Vector*

PV = *Priority Vector*

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

Gambar 2. 13 Contoh Perhitungan Matriks Kepentingan Mutlak
(Sumber: Dotoli et al., 2013)

5. Matriks Area

Matriks area adalah matriks yang digunakan untuk mengidentifikasi area yang paling bermasalah dalam proses produksi. Matriks ini menggunakan nilai AIV sebagai input untuk menunjukkan jumlah masalah kritis yang terjadi dalam setiap area yang ditinjau. Panduan pengisian tabel matriks area disajikan pada Tabel 2.9 beserta contoh perhitungannya yang dapat dilihat pada Gambar 2.14.

Tabel 2. 9 Matriks Area

No.	Deskripsi Masalah	Area 1	Area 2	...	Area z
1	Masalah 1	a			
...					
x	Masalah x		a		
AV					

Nilai *Area Vector (AV)* didapatkan dari rumus berikut:

$$AV_i = \sum_{j=1}^x a_{ij} \text{ dimana } j = 1, \dots, a \quad (2.6)$$

Keterangan:

x = Masalah yang teridentifikasi

a = area (menggunakan nilai AIV)

N.	observed problems							
		Sales and Logistics Office	1st Assembly Office	Production Office	Customization Office	Assembly and Quality Control	Assembly Office	Packaging and Shipping Office
1	lists creating	6						
2	order entry	11						
3	database updating	6	6			6		
4	checking the availability of external suppliers	6					6	
5	communication with the Production Office	12			12	12	12	
6	checking the availability of woods panels			8				
7	checking the availability on the temporary warehouse			10				
8	checking the availability of white semifinished					11		
9	checking 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

Gambar 2. 14 Contoh Perhitungan Matriks Area
(Sumber: Dotoli et al., 2013)

Meskipun pada awalnya *Gemba Shikumi* dikembangkan untuk aktivitas produksi yang terjadi di area *shopfloor*, namun *Gemba Shikumi* bisa juga diterapkan pada aktivitas internal logistik dan pergudangan perusahaan. Penerapan *Gemba Shikumi* dalam aktivitas pergudangan dapat membantu untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menyediakan layanan yang lebih cepat dan akurat.

2.6 Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) adalah suatu pendekatan penyelesaian masalah yang bertujuan untuk menemukan dan mengatasi akar masalah atas insiden yang terjadi. Secara umum, RCA didefinisikan sebagai sekumpulan alasan yang dapat diidentifikasi secara logis dan berada di bawah kontrol manajemen untuk melakukan perbaikan dan memberikan rekomendasi yang efisien. Terdapat lima *tools* yang umum digunakan pada RCA yaitu *Pareto Charts*, *5 Whys*, *Fishbone Diagram*, *Scatter Diagram*, dan *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* (Khunaifi et al., 2022). Dalam penelitian kali ini, *tools* yang akan digunakan adalah *5 Whys*. *Tools "5 Whys"* merupakan alat dalam RCA yang digunakan untuk membantu dalam mengidentifikasi berbagai penyebab yang dapat terjadi dari suatu permasalahan dengan cara mengajukan pertanyaan "mengapa?" secara berulang-ulang hingga lima tahap untuk memastikan logika dan manfaat dari perbaikan sudah jelas. Metode ini bertujuan untuk mengurangi risiko perubahan tanpa justifikasi yang memadai (Ohno, 2006).

Contoh penyusunan 5 Whys Analysis dapat dilihat pada Tabel 2.10 berikut.

Tabel 2. 10 Identifikasi Akar Penyebab Waste menggunakan 5 Whys Analysis

No.	Klasifikasi Aktivitas	Aktivitas yang tidak bernilai tambah	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
1.	Receiving	Aktivitas yang tidak bernilai tambah					
dst.							

2.7 Lean Assessment Matrix

Lean Assessment Matrix merupakan sebuah matriks evaluasi dalam implementasi konsep *lean* yang dikembangkan melalui integrasi metode *Waste Relationship Matrix (WRM)* dan *House of Risk (HOR)*. Matriks ini digunakan untuk mengidentifikasi *waste* dan penyebabnya, menentukan urutan prioritas *waste*, dan membantu menentukan pilihan alternatif perbaikan terbaik untuk dapat mereduksi *waste* (Karningsih et al., 2019). *Tools* dalam *lean* yang tetap digunakan sebelum menyusun *Lean Assessment Matrix* ini antara lain seperti *Value Stream Mapping (VSM)* dan *Process Activity Mapping (PAM)*. Ada dua jenis matriks dalam *Lean Assessment Matrix*, yaitu *Lean Matrix 1* dan *Lean Matrix 2*.

2.7.1 Lean Matrix 1

Lean Matrix 1 merupakan matriks dalam *Lean Assessment Matrix* yang digunakan untuk menentukan *waste* kritis dan area kritis untuk selanjutnya dilakukan perbaikan (Karningsih et al., 2019). Adapun langkah-langkah dalam penyusunan *Lean Matrix 1* ini meliputi proses identifikasi *waste*, menentukan akar penyebab *waste*, menentukan peringkat *waste*, serta menentukan hubungan antar *waste* satu dengan yang lain menggunakan *Waste Relationship Matrix (WRM)*. Penjelasan mengenai langkah-langkah tersebut akan diuraikan sebagai berikut.

1. Melakukan identifikasi aktivitas yang termasuk ke dalam *Non-Value-Added Activity (NVA)* ke dalam 9 jenis *waste*, yaitu *Environmental, Health, and Safety (EHS), defects, overproduction, waiting, non-utilizing employees, transportation, inventory, motion*, dan *excess processing*.
2. Melakukan identifikasi akar penyebab *waste* menggunakan metode *Root Cause Analysis (RCA)* yaitu *5 Why's Analysis*.
3. Menentukan dampak dari setiap akar penyebab *waste* terkait (Iij) dengan menggunakan skala *likert* 0, 1, 3, dan 9.
 - Nilai 0, jika akar penyebab *waste* tidak memberikan dampak terhadap *waste* terkait.
 - Nilai 1, jika akar penyebab *waste* memberikan dampak yang kecil terhadap *waste* terkait.
 - Nilai 3, jika akar penyebab *waste* memberikan dampak yang sedang terhadap *waste* terkait.
 - Nilai 9, jika akar penyebab *waste* memberikan dampak yang tinggi terhadap *waste* terkait.
4. Menentukan nilai *Waste Type Weight (WtK)* berdasarkan hubungan antar kesembilan *waste* dengan menggunakan *Waste Relationship Matrix Questionnaire*. Perlu diketahui bahwa pada langkah ini, pertanyaan kuisisioner yang digunakan hanya nomor 1 hingga 3 karena pertanyaan selanjutnya telah masuk pada bagian

rekomendasi. Tabel 2.11 berikut menyajikan daftar pertanyaan beserta bobot penilaian untuk menunjukkan hubungan antar *waste* pada *Waste Relationship Matrix (WRM)*.

Tabel 2. 11 Kuisioner Keterkaitan antar Waste beserta Bobotnya

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban	Skor
1	Apakah <i>i</i> mengakibatkan atau menghasilkan <i>j</i> ?	a. Selalu	4
		b. Kadang-kadang	2
		c. Jarang	0
2	Bagaimana jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i> ?	a. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> naik	2
		b. Jika <i>i</i> naik, maka <i>j</i> tetap	1
		c. Tidak tentu, tergantung keadaan	0
3	Dampak <i>j</i> dikarenakan <i>i</i>	a. Tampak secara langsung & jelas	4
		b. Butuh waktu untuk terlihat	2
		c. Tidak terlihat	0
4	Menghilangkan akibat <i>i</i> terhadap <i>j</i> dapat dicapai dengan cara?	a. Metode <i>engineering</i>	2
		b. Sederhana dan langsung	1
		c. Solusi instruksional	0
5	Dampak <i>j</i> dikarenakan oleh <i>i</i> berpengaruh kepada?	a. Kualitas Produk	1
		b. Produktivitas sumber daya	1
		c. <i>Lead time</i>	1
		d. Kualitas dan produktivitas	2
		e. Kualitas dan <i>lead time</i>	2
		f. Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
		g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4
6	Sebesar apa dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> akan meningkatkan <i>lead time</i> ?	a. Sangat tinggi	4
		b. Sedang	2
		c. Rendah	0

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Berdasarkan hasil dari kuisioner tersebut akan dilakukan perhitungan total skor yang akan dikonversi ke dalam Tabel 2.12 berikut.

Tabel 2. 12 Konversi Nilai Keterkaitan antar Waste

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

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Waste Relationship Matrix (WRM) akan terdiri dari baris dan kolom untuk menganalisis keterkaitan antar masing-masing *waste*. Contoh penyusunan *Waste Relationship Matrix* dapat dilihat pada Tabel 2.13 berikut.

Tabel 2. 13 Waste Relationship Matrix

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

Selanjutnya dilakukan konversi simbol ke dalam angka sesuai dengan yang tertera pada Tabel 2.3. Nilai pada baris dan kolom kemudian dijumlahkan untuk mengetahui persentase keterkaitan antar *waste* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.14 berikut.

Tabel 2. 14 Persentase Keterkaitan antar Waste

F/T	O	I	D	M	T	P	W	Skor	%
O	10	6	6	0	2	6	4	34	13.6%
I	10	10	6	4	4	2	10	46	18.4%
D	4	6	10	8	6	6	4	44	17.6%
M	4	6	6	10	2	6	0	34	13.6%
T	6	6	8	0	10	0	0	30	12.0%
P	0	0	0	6	0	10	0	16	6.4%
W	8	0	6	10	6	6	10	46	18.4%
Skor	42	34	42	38	30	36	28	250	100.0%
%	16.8%	13.6%	16.8%	15.2%	12.0%	14.4%	11.2%	100.0%	

- Menentukan peringkat *occurrence* yaitu estimasi seberapa sering dampak yang ditimbulkan oleh akar penyebab *waste* muncul dalam proses produksi (Oj) dan peringkat *severity* yaitu estimasi seberapa serius dampak yang ditimbulkan oleh akar penyebab *waste* dalam proses produksi (Sj). Penentuan peringkat dan *range* untuk masing-masing kriteria ini akan dilakukan melalui wawancara dan sesi *brainstorming* antara peneliti dengan pihak *expert* perusahaan.
- Menghitung nilai *Aggregate Cause Value (ACV)* dengan rumus berikut.

$$ACVi = Oi \sum Sj Iij \quad (2.7)$$

- Menghitung nilai *Aggregate Waste Number (AWN)* dengan rumus berikut.

$$AWNi = WtK Si \sum Oj Iij \quad (2.8)$$

Keterangan:

Oj = Occurance level of root sources of waste

Sj = Severity level of waste

Iij = Impact value of root sources of waste j to waste i

Wtk = Waste type weight

- Menentukan *waste rank* untuk masing-masing *waste*, dimana *waste* dengan peringkat tinggi dianggap sebagai *waste* kritis dari penilaian *expert* perusahaan.

Setelah poin-poin di atas dilakukan, maka hasilnya akan disusun ke dalam tabel *Lean Matrix 1* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.15 berikut.

Tabel 2. 15 Panduan *Lean Matrix 1*

Waste Type	NVA Activity (Waste)	Root Cause of Waste				Waste Type Weight	Severity Level of Waste	Aggregate Waste Number	Waste Rank
		S1	S2	S3	S4				
<i>EHS</i>	W1	Iij				WtK	Si	AWNi	1
	W2								2
<i>Defects</i>	W3								
	W4								
<i>Overproduction</i>	W5								
	W6								
<i>Waiting</i>	W7								
	W8								
<i>dst.</i>	W11								
	W12								
Occurance Level of Root Sources of Waste j		Oj							
Aggregate Cause Value (ACV)		ACVi							

Sumber: (Karningsih et al., 2019)

2.7.2 *Lean Matrix 2*

Lean Matrix 2 merupakan matriks dalam *Lean Assessment Matrix* yang digunakan untuk menentukan peringkat alternatif perbaikan terbaik yaitu *Waste Elimination Action (WEA)* berdasarkan akar penyebab *waste* kritis yang teridentifikasi pada *Lean Matrix 1*, yang selanjutnya akan digunakan oleh perusahaan untuk mereduksi permasalahan *waste* (Karningsih et al., 2019). Adapun langkah-langkah dalam penyusunan *Lean Matrix 2* ini meliputi penyusunan beberapa alternatif rekomendasi perbaikan, menghitung nilai *Degree of Effectiveness of Action (Emj)*, menghitung nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*, menghitung nilai *Degree of Difficulty of Performing Action (Dm)*, menghitung nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio (ETDm)*, dan menentukan alternatif rekomendasi perbaikan yang terpilih. Penjelasan mengenai langkah-langkah tersebut akan diuraikan sebagai berikut.

1. Menyusun beberapa alternatif rekomendasi perbaikan berupa *Waste Elimination Action (WEA)* berdasarkan akar penyebab *waste* yang telah teridentifikasi pada *Lean Matrix 1*.
2. Menentukan nilai *Degree of Effectiveness of Action (Emj)* atau derajat efektivitas dari masing-masing alternatif rekomendasi perbaikan dengan menggunakan skala *likert* 0, 1, 3, dan 9.
 - Nilai 0, jika *Waste Elimination Action (WEA)* tidak berpengaruh untuk mengurangi akar penyebab *waste* terkait.
 - Nilai 1, jika *Waste Elimination Action (WEA)* memiliki efektivitas yang lemah untuk mengurangi akar penyebab *waste* terkait.
 - Nilai 3, jika *Waste Elimination Action (WEA)* memiliki efektivitas yang sedang untuk mengurangi akar penyebab *waste* terkait.

- Nilai 9, jika *Waste Elimination Action (WEA)* memiliki efektivitas yang tinggi untuk mengurangi akar penyebab *waste* terkait.
3. Menghitung nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)* dengan rumus berikut.

$$TEm = \sum ACVi Emj \quad (2.9)$$

4. Menentukan nilai *Degree of Difficulty of Performing Action (Dm)* atau seberapa tinggi tingkat kesulitan penerapan *WEA* melalui wawancara dan diskusi dengan pihak *expert* perusahaan dengan tetap memerhatikan ketersediaan sumber daya perusahaan, dengan skala penilaian sebagai berikut.
 - Nilai 3, jika tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action (WEA)* untuk mengurangi akar penyebab *waste* terkait dianggap mudah.
 - Nilai 4, jika tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action (WEA)* untuk mengurangi akar penyebab *waste* terkait dianggap sedang.
 - Nilai 5, jika tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action (WEA)* untuk mengurangi akar penyebab *waste* terkait dianggap sulit.
5. Menghitung *Nilai Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)* dengan rumus berikut.

$$EDTm = \frac{Tem}{Dm} \quad (2.10)$$

6. Menentukan *Rank of Action Priority (ETDm)* dimana nilai *ETDm* yang paling besar memiliki *rank* yang tinggi sehingga akan dipilih menjadi prioritas rekomendasi perbaikan untuk diajukan kepada pihak perusahaan.

Setelah poin-poin di atas dilakukan, maka hasilnya akan disusun ke dalam tabel *Lean Matrix 2* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.16 berikut.

Tabel 2. 16 Panduan *Lean Matrix 2*

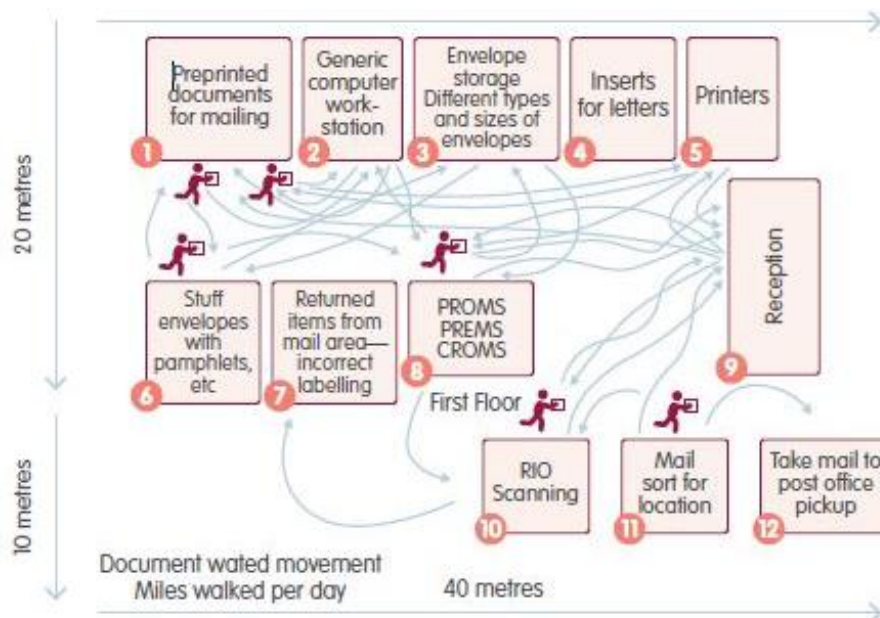
Waste Type	Root Source of Waste	Waste Elimination Action				Aggregate Cause <i>i</i>
		WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 4	
	Sj	Emj				ACVi
	Sj					
	Sj					
	Sj					
Total Effectiveness of Waste Elimination Action <i>m</i> (Tem)						
Degree of Difficulty of Performing Action (Dm)						
Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)						
Rank of Action Priority		1	2	3	4	

Sumber: (Karningsih et al., 2019)

2.8 Spaghetti Diagram

Spaghetti Diagram pertama kali disebut dalam buku yang dirilis oleh *American Society Quality (ASQ)* yang berjudul "*The Public Health Quality Improvement Handbook*" yang membahas mengenai aliran aktivitas yang terjadi di dalam kantor administrasi departemen kesehatan. *Spaghetti Diagram* didefinisikan sebagai alat representasi visual menggunakan garis aliran yang menunjukkan jalur suatu item atau aktivitas dalam suatu proses. Sebagai alat analisis proses, garis aliran kontinu ini dapat membantu untuk mengidentifikasi kelebihan dalam aliran kerja dan peluang untuk mempercepat proses. Misalnya, area dimana banyak jalur berpotongan bisa menjadi penyebab kemacetan dan keterlambatan sehingga menyebabkan *delay* yang mana merupakan salah satu jenis *waste* dalam *lean*, karena dianggap sebagai "gerakan yang tidak perlu". Diagram ini membantu menyoroti titik-titik persimpangan seperti ini yang mungkin tidak akan terlihat dengan mudah (Bialek et al., 2009).

Pada studi kasus oleh kantor administrasi departemen kesehatan, *Spaghetti Diagram* digunakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi cara memperpendek waktu perjalanan antar aktivitas dalam tugas-tugas rutin yang sering dilakukan. Selain itu, pembuatan diagram ini juga bertujuan untuk meningkatkan kerjasama diantara staff dalam satu departemen. Koordinator peningkatan kualitas di departemen tersebut memandu sesi *brainstroming* untuk mengidentifikasi area kemacetan dan gerakan yang tidak efisien. Melalui fokus pada tujuan bersama, anggota tim menjadi lebih dekat dan memahami alasan di balik penempatan area kerja, sehingga memungkinkan tim untuk dapat merancang ulang ruang kantor untuk mengoptimalkan waktu, meningkatkan keselamatan, serta mengurangi tingkat frustrasi staff. Contoh penyusunan *Spaghetti Diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.15 berikut.



Gambar 2. 15 Contoh Penyusunan *Spaghetti Diagram*
(Sumber: Bialek et al., 2009)

Adapun langkah-langkah dalam menyusun *Spaghetti Diagram* yaitu:

1. Melakukan pemetaan terhadap area yang akan dianalisis
Langkah pertama adalah membuat peta area kerja yang akan dianalisis. Pada peta ini, area kerja harus digambarkan secara detail dengan menyertakan semua objek fisik yang ada di dalamnya, termasuk yang bukan merupakan peralatan yang relevan.
2. Memberikan nomor untuk setiap area kerja yang terlibat
Setelah peta area kerja selesai digambar, langkah selanjutnya adalah memberikan nomor untuk setiap area yang terlibat dalam proses yang ingin dianalisis untuk memudahkan dalam proses pencatatan dan analisis terhadap pergerakan atau aktivitas yang terjadi di area tersebut.
3. Menggambar garis untuk setiap gerakan
Proses berikutnya adalah menggambar garis untuk setiap pergerakan atau aktivitas yang terjadi di area kerja. Gunakan berbagai warna garis untuk membedakan jenis aktivitas atau pergerakan yang berbeda, sehingga memudahkan dalam interpretasi dan analisis data yang diperoleh.
4. Analisis hasil peta area
Untuk mendapatkan analisis yang lebih mendetail, pengukuran jarak dan waktu untuk setiap gerakan atau aktivitas dapat dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* atau alat pengukur jarak. Hasil pengukuran ini akan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang waktu dan jarak total dari seluruh proses yang dianalisis sehingga didapatkan informasi mengenai area mana yang memerlukan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi (Bialek et al., 2009).

2.9 Penelitian Terdahulu

Selama beberapa tahun terakhir sudah banyak penelitian yang menggunakan konsep *Lean Warehousing* sebagai metode perbaikan dalam proses pergudangan. Pada pengerjaan Tugas Akhir ini, peneliti menggunakan referensi dari beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Lean Warehousing* dan *Lean Assessment Matrix*, serta beberapa penelitian yang terkait dengan penerapan konsep *Lean Warehousing* dalam *cold storage* untuk dilakukan perbandingan dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Tabel 2.17 berikut menyajikan penelitian terdahulu sebagai acuan dalam pengerjaan penelitian saat ini.

Tabel 2. 17 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian	Research Gap
(Dotoli, et al., 2013)	<i>A Lean Warehousing Integrated Approach: A Case Study</i>	Kurangnya pendekatan sistematis untuk memecahkan masalah terkait dengan desain dan rekayasa ulang gudang produksi dalam konteks perbaikan berkelanjutan.	Unified Modeling Language (UML), VSM, Gemba Shikumi	Dikembangkannya alat baru untuk meningkatkan manajemen gudang produksi yang telah direkayasa kembali bernama <i>Gemba Shikumi</i> yang terdiri dari lima matriks yaitu matriks muda, matriks korelasi, matriks prioritas, matriks kepentingan mutlak, dan matriks area.	Penelitian ini telah mempertimbangkan area kritis disamping <i>waste</i> kritis yang juga perlu dilakukan perbaikan dengan cepat, namun masih kurangnya analisis komprehensif terkait akar penyebab inefisiensi <i>waste</i> kritis tersebut.
(Karningsih, et al., 2019)	<i>Lean Assesment Matrix: a Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation</i>	Kurangnya alat yang komprehensif untuk mendukung implementasi <i>lean manufacture</i> mulai dari awal proses identifikasi <i>waste</i> hingga penyusunan saran perbaikan untuk menghilangkan <i>waste</i> .	House of Risk, WRM, LAM	Dikembangkannya alat baru untuk membantu perusahaan menerapkan konsep <i>lean manufacture</i> secara komprehensif bernama <i>Lean Assesment Matrix</i> yang terdiri dari dua matriks dimana alat ini mencakup seluruh tahapan implementasi <i>lean</i> yang disusun dari integrasi antara metode <i>House of Risk</i> dan WRM.	Penelitian ini telah mempertimbangkan sembilan jenis <i>waste</i> yang ada dalam konsep <i>lean</i> , namun penerapannya masih terbatas dalam industri manufaktur saja sehingga diharapkan pengaplikasiannya dilakukan juga pada industri lain, seperti industri jasa.
(Vici Syania Elma, 2021)	Perbaikan Sistem Manajemen Gudang dengan Menggunakan <i>Gemba Shikumi</i> dan <i>Lean Matrix</i>	Adanya pemborosan pada aktivitas pergudangan untuk produk mi instan dalam bentuk cup yang dapat menimbulkan biaya kerugian bagi perusahaan.	VSM, PAM, Gemba Shikumi, 5 Whys, Lean Matrix 2	Rencana perbaikan terpilih untuk dapat membantu mengeliminasi pemborosan pada aktivitas pergudangan yaitu penerapan conveyor, sensor light dependent resistor, dan E-Kanban yang dapat menurunkan <i>cycle time</i> sebesar 4.572 detik.	Penelitian ini telah berfokus pada <i>waste</i> yang membutuhkan penanganan cepat dan menyusun rekomendasi perbaikan dengan penilaian efektivitasnya, namun belum ada pembahasan terkait aspek finansial dan analisis beban kerja pada setiap operator gudang.
(Felicia Nathania, 2022)	Penerapan <i>Lean Warehousing</i> untuk Meningkatkan Kinerja <i>Cold storage</i> Perikanan dengan Metode <i>Value Stream Mapping</i> dan	Adanya permasalahan dalam operasi <i>cold storage</i> yaitu pada proses <i>inbound</i> dan <i>outbound</i> sehingga dapat menimbulkan munculnya <i>waste</i> yang dapat mempengaruhi kinerja dan daya saing perusahaan.	VSM, Borda Count Method, PAM, Fishbone Diagram, FMEA	Rencana perbaikan yang dirancang untuk mengatasi permasalahan pada proses pergudangan berhasil menurunkan total <i>lead time</i> dan <i>process time</i> sebesar 76,11% dan 31,85%, menghilangkan total waktu <i>non-value added</i> sebesar 66,57%,	Penelitian ini telah berfokus pada peningkatan efisiensi waktu proses pergudangan, namun hal ini belum mencakup waktu optimal <i>inventory</i> bagi produk perikanan beku dalam <i>cold storage</i> untuk menangani

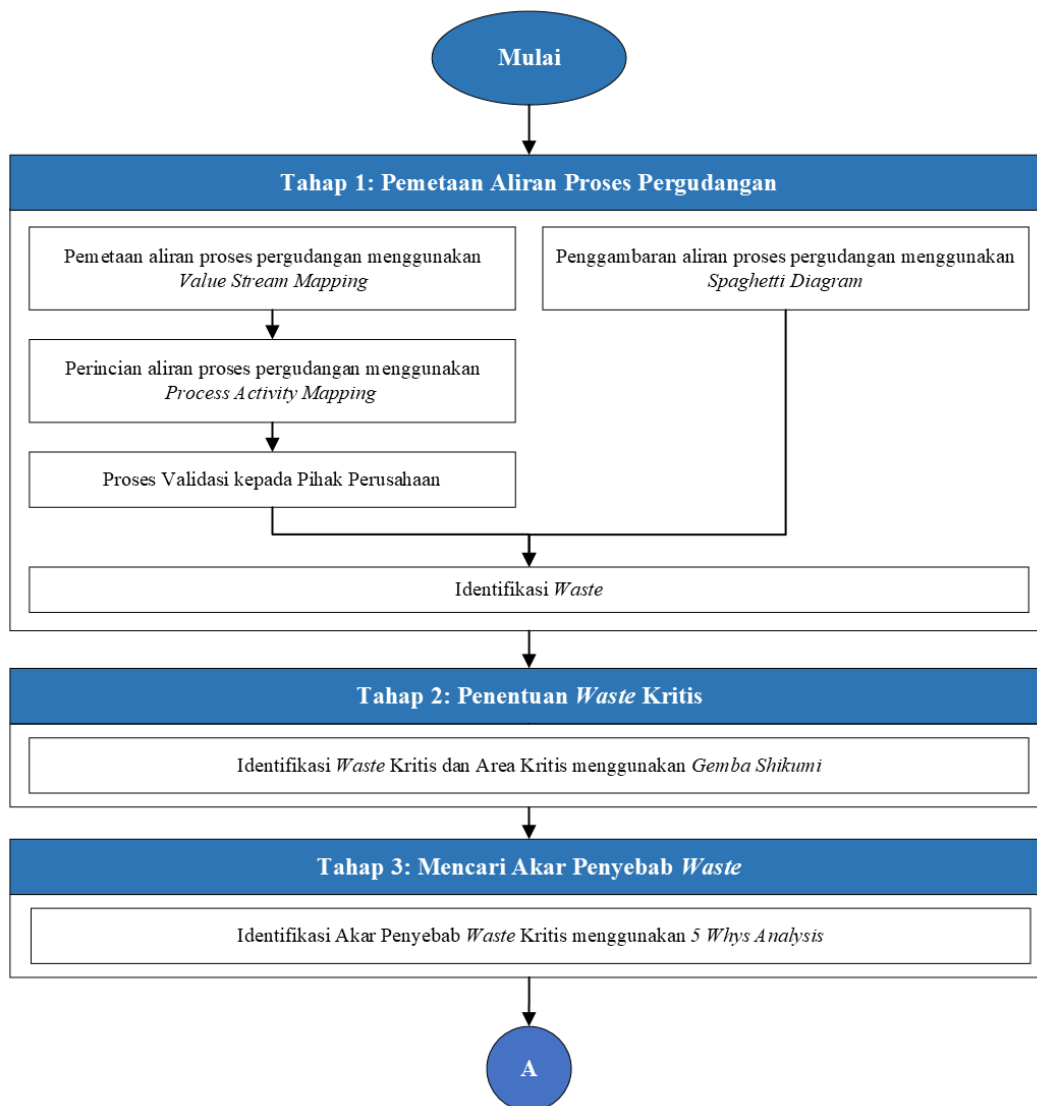
Tabel 2. 17 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil Penelitian	Research Gap
	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>			serta meningkatkan <i>value added ratio</i> sebesar 23%.	risiko operasional berupa penurunan kualitas produk.
(Wildan Shidqi Al Farizi, 2023)	Perbaikan Operasi Pergudangan dengan Pendekatan <i>Lean Warehousing</i> pada Perusahaan Kosmetik	Adanya beberapa permasalahan yang ditemukan pada proses pergudangan yang mengindikasikan bahwa terdapat <i>waste waiting</i> dan <i>transportation</i> pada pergudangan tersebut.	VSM, PAM, Gemba Shikumi, 5 Whys, Lean Matrix 2	Diperoleh 4 <i>waste</i> kritis menggunakan <i>Gemba Shikumi</i> dan 7 akar penyebab <i>waste</i> kritis menggunakan 5 <i>Whys</i> . Kemudian, dirancang beberapa rekomendasi perbaikan dan dipilih 2 dari 4 rekomendasi perbaikan yang terbaik melalui <i>Lean Matrix 2</i> .	Penelitian ini telah berfokus pada <i>waste</i> yang membutuhkan penanganan cepat dan menyusun rekomendasi perbaikan dengan penilaian efektivitasnya, namun belum ada pembahasan terkait dampak penerapan rekomendasi tersebut terhadap total waktu pergudangan.
(Ivanka Putri Arifa, 2023)	Penerapan <i>Lean Warehousing</i> untuk Meningkatkan Kinerja Gudang Barang Jadi Makanan Beku Menggunakan Metode <i>Value Stream Mapping</i>	Adanya pemborosan pada proses pergudangan barang jadi yang menyebabkan tingginya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan rangkaian proses pergudangan sehingga berdampak terhadap kinerja serta keunggulan kompetitif perusahaan.	VSM, WRM, PAM, Fishbone Diagram	Rencana perbaikan yang dirancang untuk dapat mengeliminasi <i>waste</i> pada proses pergudangan berhasil menurunkan total waktu standard sebesar 33,11%, meningkatkan <i>value added ratio</i> sebesar 28,56%, menghilangkan total waktu <i>non value added</i> sebesar 17,38%, serta meminimasi total waktu <i>necessary non value added</i> sebesar 11,8%.	Penelitian ini telah memberikan banyak pilihan rekomendasi untuk mengurangi waktu proses, namun ada kebutuhan yang belum terpenuhi dalam mengeksplorasi parameter lain yang juga penting seperti aspek finansial dan risiko pekerjaan dalam konteks perbaikan proses.

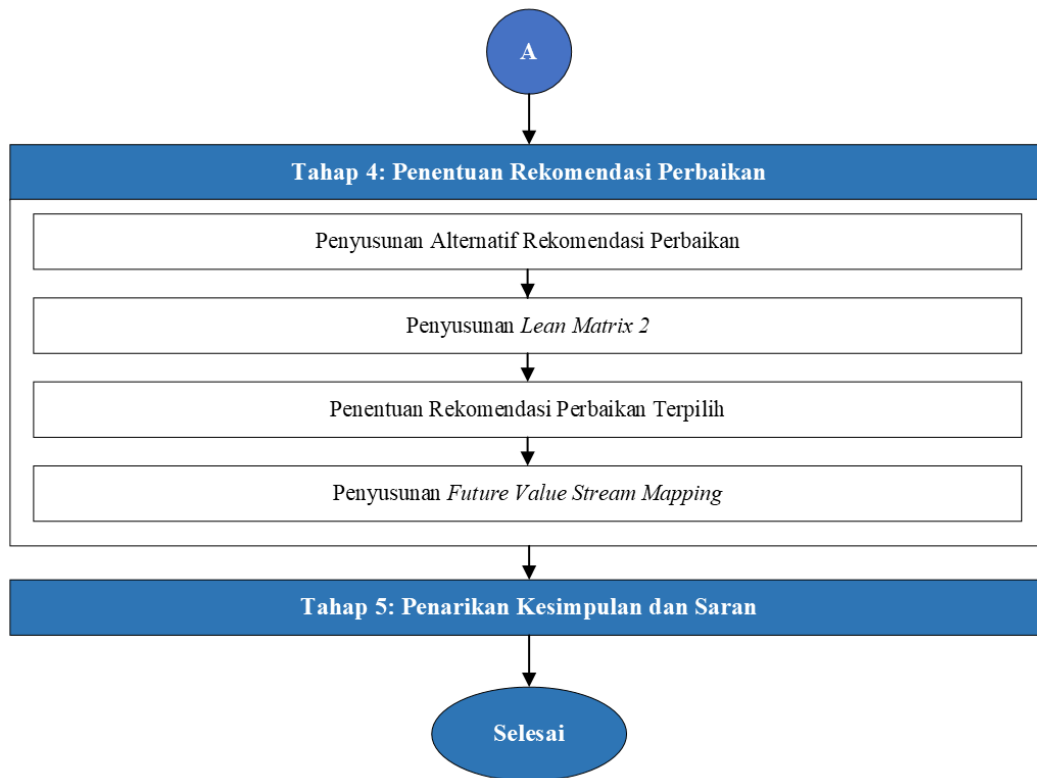
(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir untuk dapat mencapai tujuan penelitian. Adapun langkah-langkah penelitian tersebut disajikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 beserta penjelasan mendetail dari masing-masing tahapannya.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3. 2 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Pemetaan Aliran Proses Pergudangan

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi mengenai aliran proses pergudangan yang meliputi pemetaan aliran proses menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)*, perincian aliran proses menggunakan *Process Activity Mapping (PAM)*, dan penggambaran aliran proses menggunakan *Spaghetti Diagram*. Kemudian akan dilakukan juga proses validasi kepada pihak perusahaan terkait dengan hasil pemetaan aliran proses yang sudah dibuat sebelumnya, lalu dari hasil validasi tersebut akan dilakukan identifikasi *waste* awal.

3.1.1 Pemetaan aliran proses pergudangan menggunakan *Value Stream Mapping*

Pemetaan aliran proses pergudangan menggunakan *Value Stream Mapping* bertujuan untuk memberikan gambaran visual mengenai aliran material dan aliran informasi yang sesuai dengan kondisi eksisting proses pergudangan. *Value Stream Mapping* ini menjelaskan bagaimana aliran material dan aliran informasi tersebut berjalan dari titik hulu yang dimulai dari penerimaan barang dari *supplier* ke titik hilir yaitu pengiriman barang kepada *customer*. Informasi-informasi tersebut didapatkan melalui observasi langsung (*gemba walking*) dan wawancara dengan pihak gudang. Untuk menyusun VSM, berikut merupakan data-data yang dibutuhkan:

- a. Aliran material dan aliran informasi sepanjang proses pergudangan.
- b. *Cycle Time (C/T)*, menunjukkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus atau satu unit produksi dalam proses pergudangan.
- c. *Value Creating Time (VCT)*, menunjukkan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus yang memberikan nilai tambah kepada produk pada aktivitas pergudangan.

- d. Jumlah Operator (MP), menunjukkan jumlah pekerja atau operator yang terlibat dalam menjalankan proses pergudangan.
- e. *Equipment* (MC), menunjukkan total jumlah mesin atau peralatan yang terlibat dalam menjalankan proses pergudangan.

Pengambilan data waktu dilakukan dengan cara melakukan pengamatan saat proses berlangsung dimana waktu dimulai hingga waktu selesai masing-masing aktivitasnya dihitung menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan data *cycle time*. Adapun luaran dari pemetaan VSM yang nantinya dimuat dalam *time ladder* mencakup informasi berikut:

- a. *Total Cycle Time*, menunjukkan durasi waktu total aktivitas pergudangan dari awal hingga akhir proses.
- b. *Value Creating Time*, menunjukkan waktu efektif yang dihabiskan untuk aktivitas yang secara langsung dapat memberikan nilai tambah suatu produk atau layanan.
- c. *Process Cycle Efficiency*, menunjukkan seberapa efisien suatu perusahaan melakukan proses operasinya.

3.1.2 Perincian aliran proses pergudangan menggunakan *Process Activity Mapping*

Perincian aliran proses pergudangan menggunakan *Process Activity Mapping* bertujuan untuk memetakan setiap tahapan dalam proses pergudangan ke dalam lima kategori aktivitas yaitu *operation*, *transportation*, *inspection*, *storage*, dan *delay*. Pada *Process Activity Mapping* ini juga dilakukan pengklasifikasian aktivitas berdasarkan tipenya yaitu *Value-Added Activity* (VA), *Non-Value-Added Activity* (NVA), dan *Necessary Non-Value-Added Activity* (NVAA). Selanjutnya, dilakukan perhitungan akumulasi waktu untuk masing-masing kategori aktivitas dan tipe aktivitas untuk menunjukkan proporsi seberapa efektif kondisi eksisting proses pergudangan sehingga nantinya akan membantu dalam proses identifikasi *waste* yang ada. Adapun jenis *waste* yang dapat teridentifikasi dari pemetaan aliran proses pergudangan menggunakan PAM ini berfokus pada detail proses dan aktivitas sehingga membantu mengidentifikasi *waste* dalam proses operasi, inspeksi, penyimpanan, dan penundaan seperti *defects*, *excess processing*, *inventory*, dan *waiting*. Untuk menyusun PAM, berikut merupakan data-data yang dibutuhkan:

- a. Detail aktivitas pergudangan yang diamati.
- b. Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap aktivitas pergudangan.
- c. Jumlah operator yang terlibat dalam menjalankan setiap aktivitas pergudangan.
- d. Jenis mesin atau peralatan yang digunakan dalam menjalankan aktivitas pergudangan.
- e. Informasi terkait pembagian aktivitas pergudangan berdasarkan lima kategori (*operation*, *transportation*, *inspection*, *storage*, dan *delay*).
- f. Informasi terkait pembagian aktivitas pergudangan berdasarkan tiga tipe aktivitas (VA, NVA, NNVA).

3.1.3 Proses Validasi kepada Pihak Perusahaan

Proses validasi kepada pihak perusahaan bertujuan untuk memastikan bahwa pemetaan dan perincian aliran proses yang telah disusun oleh peneliti untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah menggunakan VSM dan PAM sudah tepat dan akurat. Pihak perusahaan yang akan terlibat dalam proses validasi ini yaitu kepala gudang dan salah satu personel dari tim *quality control*. Kedua pihak tersebut akan diminta untuk mengevaluasi dan memberikan masukan atau klarifikasi terkait kebenaran dan kelengkapan informasi yang disajikan dalam pemetaan aliran proses sehingga peneliti dapat memastikan bahwa hasil

pemetaan aliran proses telah mencerminkan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Adapun mekanisme pemilihan kedua *expert* ini didasarkan pada dua hal, yaitu:

1. Pengalaman dan Jabatan: Kedua *expert* ini dipilih karena memiliki pengalaman dan pengetahuan yang luas dalam operasi *cold storage* serta memiliki tanggung jawab penting dalam menjaga kualitas dan keamanan produk. Kepala gudang memiliki pemahaman mendalam tentang manajemen stok, aliran kerja, dan efisiensi operasional gudang dimana ini membuatnya cocok untuk mengevaluasi akurasi pemetaan aliran nilai VSM. Sementara itu, personel tim *quality control* memiliki keahlian dalam mengidentifikasi potensi masalah dalam alur kerja dan memberikan solusi yang efektif untuk mencegah kerusakan produk dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku.
2. Rekomendasi dari Bapak Vickie selaku *Plant Manager*: Selaku *Plant Manager*, Bapak Vickie memiliki pandangan holistik terhadap operasional gudang dan memahami siapa yang memiliki keahlian dan kapasitas untuk memastikan bahwa hasil pemetaan dan analisis yang dibuat dalam penelitian ini benar-benar mencerminkan kondisi lapangan dan memenuhi standar perusahaan. Rekomendasi ini menegaskan bahwa kedua *expert* yang terpilih adalah individu yang paling kompeten dan dipercaya untuk melakukan proses validasi.

3.1.4 Penggambaran aliran proses pergudangan menggunakan *Spaghetti Diagram*

Penggambaran aliran proses pergudangan menggunakan *Spaghetti Diagram* bertujuan untuk memberikan pemahaman visual mengenai alur pergerakan barang atau aktivitas dalam proses pergudangan sehingga akan mempermudah untuk mengidentifikasi pola pergerakan yang tidak efisien, jarak yang ditempuh, serta potensi area yang memerlukan perbaikan. Sama seperti pada VSM dan PAM, data-data yang akan digunakan untuk menyusun *Spaghetti Diagram* didapatkan melalui observasi langsung (*gempa walking*) dan wawancara dengan pihak gudang terkait dengan alur kerja dan jalur pergerakan pada proses pergudangan. Adapun jenis *waste* yang dapat teridentifikasi dari penggambaran aliran proses pergudangan menggunakan *Spaghetti Diagram* ini berfokus pada inefisiensi dalam pergerakan dan penempatan material yang mungkin tidak terdeteksi menggunakan PAM seperti *transportation* dan *motion*. Untuk menyusun *Spaghetti Diagram*, berikut merupakan data-data yang dibutuhkan:

- a. Titik lokasi awal dan akhir setiap aktivitas pergudangan.
- b. Jalur pergerakan barang atau operator.
- c. Frekuensi pergerakan.

3.1.5 Identifikasi *Waste*

Identifikasi *waste* pada proses pergudangan didapatkan melalui observasi langsung (*gempa walking*) dan wawancara dengan pihak gudang dimana aktivitas yang termasuk ke dalam kategori *Non-Value-Added Activity* dianggap sebagai *waste* yang harus diminimalisir. Hasil analisis dari VSM, PAM, dan *Spaghetti Diagram* juga turut digunakan untuk membantu proses identifikasi dan pemahaman terhadap *waste* dalam proses pergudangan.

3.2 Tahap Penentuan Waste Kritis menggunakan *Gemba Shikumi*

Pada tahap ini dilakukan modifikasi terhadap penyusunan *Lean Assessment Matrix* dimana seharusnya proses penyusunan dimulai dengan urutan pengerjaan *Lean Matrix 1* untuk mengidentifikasi *waste* kritis dan area kritis, kemudian dilanjutkan dengan *Lean Matrix 2* untuk memprioritaskan alternatif rekomendasi perbaikan. Namun, dalam penelitian kali ini penggunaan *Lean Matrix 1* digantikan dengan pendekatan *Gemba Shikumi*. Hal ini dikarenakan *Lean Matrix 1* memiliki banyak istilah kompleks dan cukup sulit untuk dipahami oleh perusahaan yang belum familiar dengan konsep *lean*. Karena kompleksitas istilah ini, seringkali perusahaan memerlukan penjelasan tambahan dari peneliti sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dan dapat menghambat proses identifikasi, mengingat pada *Lean Matrix 1* ini juga membutuhkan langkah-langkah yang cukup panjang dalam pelaksanaannya apabila dibandingkan dengan *Gemba Shikumi*. Oleh karena itu, *Gemba Shikumi* dipilih karena dianggap memiliki istilah yang lebih sederhana sehingga mudah dipahami oleh perusahaan yang belum pernah menggunakan konsep *lean* sebelumnya.

Setelah mendapatkan informasi terkait dengan aktivitas yang teridentifikasi sebagai *waste*, maka selanjutnya dilakukan penyusunan matriks *Gemba Shikumi* untuk menentukan *waste* kritis dan area kritis dengan melakukan wawancara dan sesi *brainstorming* antara peneliti dengan kedua *expert* perusahaan yang telah disebutkan pada subbab 3.1.3. Adapun rincian dari penyusunan kelima matriks *Gemba Shikumi* adalah sebagai berikut:

1. Matriks Muda

Matriks muda digunakan untuk memetakan aktivitas yang tidak bernilai tambah dari analisis VSM, PAM, dan *Spaghetti Diagram* ke dalam 9 jenis *waste*, yaitu *Environmental, Health, and Safety (EHS), defects, overproduction, waiting, non-utilizing employees, transportation, inventory, motion, dan excess processing*. Luaran dari matriks ini berupa nilai *Muda Vector (MV)* yang akan digunakan sebagai input pada matriks kepentingan mutlak.

2. Matriks Korelasi

Matriks korelasi digunakan untuk mengidentifikasi hubungan keterkaitan antara satu aktivitas yang tidak bernilai tambah dengan aktivitas yang tidak bernilai tambah lain dengan cara memberikan nilai 1 pada aktivitas yang saling berhubungan. Luaran dari matriks ini berupa nilai *Correlation Vector (CV)* yang akan digunakan sebagai input pada matriks kepentingan mutlak.

3. Matriks Prioritas

Matriks prioritas digunakan untuk menilai hubungan antara aktivitas yang tidak bernilai tambah dengan *Key Performance Indicator (KPI)* perusahaan. KPI ini didapatkan melalui wawancara dengan pihak perusahaan berdasarkan kriteria waktu, kualitas, biaya, dan produktivitas pada gudang. Luaran dari matriks ini berupa nilai *Priority Vector (PV)* yang akan digunakan sebagai input pada matriks kepentingan mutlak.

4. Matriks Kepentingan Mutlak

Matriks kepentingan mutlak digunakan untuk memperoleh *waste* kritis yaitu *waste* yang paling merugikan sehingga membutuhkan tindakan perbaikan segera dengan cara menjumlahkan nilai MV, CV, dan PV sehingga didapatkan nilai *Absolute*

Importance Vector (AIV). Nilai AIV yang tinggi akan dikategorikan sebagai *waste* kritis yang perlu ditindaklanjuti dalam *lean matrix 2*.

5. Matriks Area

Matriks area digunakan untuk memperoleh area kritis dengan cara memetakan terlebih dahulu aktivitas yang tidak bernilai tambah ke dalam beberapa area di dalam gudang, kemudian dihitung nilai total AIV-nya. Area yang memiliki nilai total AIV tertinggi dikategorikan sebagai area kritis yang mana akan menjadi fokus dalam upaya perbaikan untuk mengeliminasi *waste* dalam proses pergudangan.

3.3 Tahap Mencari Akar Penyebab Waste Kritis menggunakan 5 Whys Analysis

Pada tahap ini akan dilakukan analisis secara mendalam untuk mengetahui akar penyebab *waste* dari *waste* kritis yang didapatkan dari subbab 3.2 menggunakan salah satu metode dari *Root Cause Analysis (RCA)* yaitu *5 Whys Analysis*. Pada metode *5 Whys Analysis*, langkah-langkah yang harus dilakukan melibatkan proses mencari dan menggali lebih dalam terkait dengan akar penyebab suatu *waste* dengan mengajukan pertanyaan “mengapa” secara iteratif sebanyak 5 kali. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa akar penyebab dari *waste* tersebut benar-benar teridentifikasi sehingga selanjutnya dapat diambil langkah perbaikan yang tepat dan efektif untuk mengatasinya.

3.4 Tahap Penentuan Rekomendasi Perbaikan menggunakan Lean Matrix 2

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan rekomendasi perbaikan terpilih dengan menyusun beberapa alternatif rekomendasi perbaikan berdasarkan akar penyebab *waste* kritis, kemudian dilakukan penyusunan *Lean Matrix 2* untuk menilai masing-masing alternatif rekomendasi perbaikan, serta pemilihan rekomendasi perbaikan yang paling sesuai berdasarkan nilai *rank of action priority*.

3.4.1 Penyusunan Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan akan dibuat berdasarkan akar penyebab *waste* kritis yang telah ditentukan pada subbab 3.3 dengan menggabungkan pendekatan *lean* dan *warehouse management*. Proses penyusunan rekomendasi perbaikan ini dilakukan dengan melakukan wawancara dan sesi *brainstorming* antara peneliti dengan kedua *expert* perusahaan. Hasil dari proses ini berupa *Waste Elimination Action (WEA)* yang akan menjadi input dalam penyusunan *Lean Matrix 2*.

3.4.2 Penyusunan Lean Matrix 2

Dalam penyusunan *Lean Matrix 2*, akan dilakukan beberapa penyesuaian dengan metode *Gemba Shikumi* dengan alasan yang telah dijelaskan pada subbab 3.2. Penyesuaian pertama, terkait dengan nilai *occurrence* yang sebelumnya ada di *Lean Matrix 1* yang akan dimasukkan ke dalam *Lean Matrix 2*. Penyesuaian kedua, terkait dengan perhitungan nilai *Aggregate Cause Value (ACV)* yang mana jika pada *Lean Matrix 1* didapatkan dari nilai *severity*, *occurrence*, dan *impact value*, sedangkan pada *Gemba Shikumi* nilai *severity* dan *impact value* sudah diwakilkan oleh nilai PV pada matriks prioritas. Nantinya nilai PV ini akan dijumlahkan dengan nilai MV pada matriks muda dan nilai CV pada matriks korelasi yang menghasilkan nilai AIV pada matriks kepentingan mutlak. Kemudian nilai AIV akan dikalikan dengan nilai *occurrence* yang diperoleh dari pengisian *form* kuisioner yang diisi melalui diskusi bersama dengan kedua *expert*

perusahaan, menghasilkan nilai *Aggregate Cause Value i* (ACVi). Adapun langkah-langkah untuk penyusunan *Lean Matrix 2* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan *Waste Elimination Action* (WEA) atau alternatif rekomendasi perbaikan berdasarkan akar penyebab *waste* yang telah diidentifikasi.
2. Memasukkan nilai *Absolute Importance Vector* (AIV) dari matriks kepentingan mutlak ke dalam tabel *Lean Matrix 2*.
3. Mengisi *form* kuisioner terkait dengan nilai *occurrence level* yaitu seberapa sering tingkat kejadian dari suatu *waste*, seperti yang tertera pada lampiran 1, bersama dengan kedua *expert* perusahaan, yaitu kepala gudang dan salah satu personel dari tim *quality control*.
4. Menghitung nilai *Aggregate Cause Value i* (ACVi) dari hasil perkalian AIV dan nilai *occurrence*.
5. Mengisi *form* kuisioner terkait dengan nilai *Effectiveness of Waste Elimination Action* (Emj) atau seberapa efektif WEA yang diusulkan mampu untuk menyelesaikan permasalahan *waste*, seperti yang tertera pada lampiran 2, bersama dengan kedua *expert* perusahaan. Kemudian menghitung totalnya untuk masing-masing WEA (Tem).
6. Mengisi *form* kuisioner terkait dengan nilai *Degree of Difficulty of Performing Action* (Dm) atau seberapa tingkat kesulitan penerapan WEA, seperti yang tertera pada lampiran 3, bersama dengan kedua *expert* perusahaan.
7. Menghitung Nilai *Effectiveness of Difficulty Ratio* (ETDm) yaitu nilai yang menunjukkan rasio seberapa efektif WEA yang diusulkan terhadap tingkat kesulitan, dengan cara membagi nilai Tem dengan Dm.
8. Menentukan *Rank of Action Priority* (ETDm) dimana nilai ETDm yang paling besar memiliki *rank* yang tinggi sehingga akan dipilih menjadi prioritas rekomendasi perbaikan untuk diajukan kepada pihak perusahaan. Hasil dari ETDm ini merupakan luaran dari penyusunan *Lean Matrix 2*.

Setelah poin-poin di atas dilakukan, maka hasilnya akan disusun ke dalam tabel *Lean Matrix 2* seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 *Lean Matrix 2* yang telah disesuaikan

<i>Root Source of Waste</i>	<i>Waste Elimination Action</i>			Nilai AIV	Nilai Occurance	<i>Aggregate Cause i</i>
	WEA 1	WEA 2	WEA 3			
Sj	Emj					ACVi
Sj						
Sj						
Sj						
<i>Total Effectiveness of Waste Elimination Action m (Tem)</i>						
<i>Degree of Difficulty of Performing Action (Dm)</i>						
<i>Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)</i>						
<i>Rank of Action Priority</i>	1	2	3			

3.4.3 Penentuan Rekomendasi Perbaikan Terpilih

Penentuan rekomendasi perbaikan akan ditentukan berdasarkan nilai ETDm tertinggi. Hasil dari pemilihan rekomendasi perbaikan yang terpilih akan didiskusikan lebih lanjut dengan pihak perusahaan untuk memastikan implementasi yang tepat dan efisien.

3.4.4 Penyusunan Future Value Stream Mapping

Penyusunan *Future Value Stream Mapping* bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai dampak dari diterapkannya rekomendasi perbaikan yang terpilih pada subbab 3.4.3. *Future Value Stream Mapping* ini juga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap kinerja gudang untuk mendukung konsep *continous improvement* pada konsep *lean*.

3.5 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran sebagai tahap terakhir dari penelitian yang telah dilaksanakan. Kesimpulan ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang menjawab tujuan awal dari penelitian. Selain itu, diberikan juga saran sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian yang ditujukan untuk perusahaan simpan beku dan penelitian selanjutnya agar dapat berkembang lebih baik lagi.

BAB 4

PEMETAAN ALIRAN PROSES DAN IDENTIFIKASI WASTE

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai profil perusahaan amatan, kondisi eksisting gudang, pemetaan aliran proses pergudangan yang mencakup penyusunan *Current Value Stream Mapping (VSM)*, penyusunan *Process Activity Mapping (PAM)*, dan penggambaran aliran proses menggunakan *Spaghetti Diagram*, serta proses identifikasi *waste* pada proses pergudangan.

4.1 Profil Perusahaan

Perusahaan simpan beku yang menjadi amatan pada penelitian ini didirikan pada tahun 1994 di Surabaya merupakan salah satu perusahaan yang menawarkan jasa penyewaan *freezer* dan *cold storage* untuk produk hasil laut, daging, ayam, dan buah-buahan, dengan produk andalan berupa ikan dalam berbagai jenis. Perusahaan ini memiliki empat *cold storage* dengan total kapasitas 1500 ton; tiga di antaranya digunakan untuk menyimpan ikan, daging, dan ayam, sementara satu lagi digunakan untuk menyimpan buah-buahan. Dalam menjalankan proses bisnisnya, perusahaan simpan beku ini memiliki visi yaitu “Menghasilkan produk perikanan yang terjamin keamanannya dan ikut mewujudkan Indonesia yang sadar akan mutu”. Adapun misi yang diusung antara lain:

- a. Menerapkan sistem jaminan mutu keamanan pangan di dalam proses produksi, dokumentasi, dan sistem pemantauan.
- b. Menggunakan dan memakai tenaga kerja yang kompeten.
- c. Memanfaatkan sumber daya perairan untuk kesejahteraan masyarakat.
- d. Menjadi perusahaan pengeksport hasil perikanan dangat kompetitif.
- e. Melaksanakan sistem jaminan mutu yang terdokumentasi.
- f. Mendorong pembangunan perikanan yang berwawasan lingkungan.

Untuk mengetahui performa gudang dalam melayani pelanggannya, perusahaan ini telah menetapkan beberapa *Key Performance Indicator (KPI)* yang harus dicapai. Berikut merupakan KPI dari perusahaan simpan beku dalam menjalankan operasional gudangnya.

1. *Inventory Cost* dengan Target 35 juta/kg/hari
Inventory Cost mengacu pada biaya total penyimpanan per unit barang dengan target sebesar 35 juta rupiah per kilogram per hari. Target ini menunjukkan kemampuan gudang untuk dapat mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi ruang penyimpanan, dan memaksimalkan penggunaan sumber daya.
2. *Receiving Productivity* dengan Target 2-3 ton/jam kerja
Receiving Productivity mengacu pada jumlah barang yang dibongkar dengan target 2-3 ton barang per jam kerja. Target ini penting untuk memastikan proses penerimaan barang berjalan lancar, mengurangi waktu tunggu, serta mencegah penumpukan barang di area penerimaan.
3. *Shipping Productivity* dengan Target 25 ton/bulan
Shipping Productivity mengacu pada jumlah total produk yang dikirim dalam periode waktu tertentu dengan target 25 ton barang yang dikirim setiap bulan, yang setara dengan 3 truk kontainer. Target ini menunjukkan kemampuan gudang untuk

memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu dan memastikan bahwa produk dikirim sesuai jadwal.

4. *Warehouse Utilization* dengan Target 50%-80%

Warehouse Utilization mengacu pada perbandingan kapasitas gudang yang digunakan dengan keseluruhan gudang dengan target 50%-80%. Target ini menunjukkan bahwa gudang telah digunakan secara optimal baik dari segi kapasitas maupun penggunaan sumber daya.

5. *Customer Satisfaction* dengan Target 0 Keluhan

Customer Satisfaction mengacu pada tingkat kepuasan pelanggan terhadap layanan yang diberikan oleh gudang dengan target 0 keluhan setiap bulannya. Target ini menunjukkan komitmen perusahaan terhadap kualitas layanan dan kepuasan pelanggan, serta dapat membantu untuk membangun reputasi dan hubungan jangka panjang dengan pelanggan.

Sebagai upaya untuk memastikan produk perikanan tetap berkualitas dan memenuhi standar, perusahaan simpan beku ini menerapkan dua skenario pengolahan produk akhir berdasarkan kondisi ikan yang diterima, yaitu:

1. Jika ikan diterima dalam bentuk segar (*fresh*)

- a) Ikan diproses utuh, termasuk kepala, ekor, dan sisik yang masih terpasang atau biasa disebut dengan pengolahan *whole round*.
- b) Ikan dipotong menjadi filet dengan kondisi kulit yang tetap dibiarkan menempel atau biasa disebut dengan pengolahan *fillet skin on*.
- c) Ikan dipotong menjadi filet tanpa kulit dan dilakukan perlakuan dengan karbon monoksida atau biasa disebut dengan pengolahan *fillet skinless with CO*.

2. Jika ikan diterima dalam bentuk beku (*frozen*)

- a. Ikan beku langsung disimpan ke dalam *cold storage*.
- b. Ikan beku akan melalui proses thawing (*defrost*) untuk kemudian akan dilakukan pengolahan filet.

Pengolahan produk akhir pada perusahaan simpan beku ini juga bergantung pada jenis ikan yang akan diolah. Pembagian jenis ikan ini dilihat berdasarkan dua golongan ikan laut, yaitu ikan pelagik dan ikan demersal. Berikut merupakan penjelasan dua kelompok ikan laut tersebut.

1. Ikan Pelagik

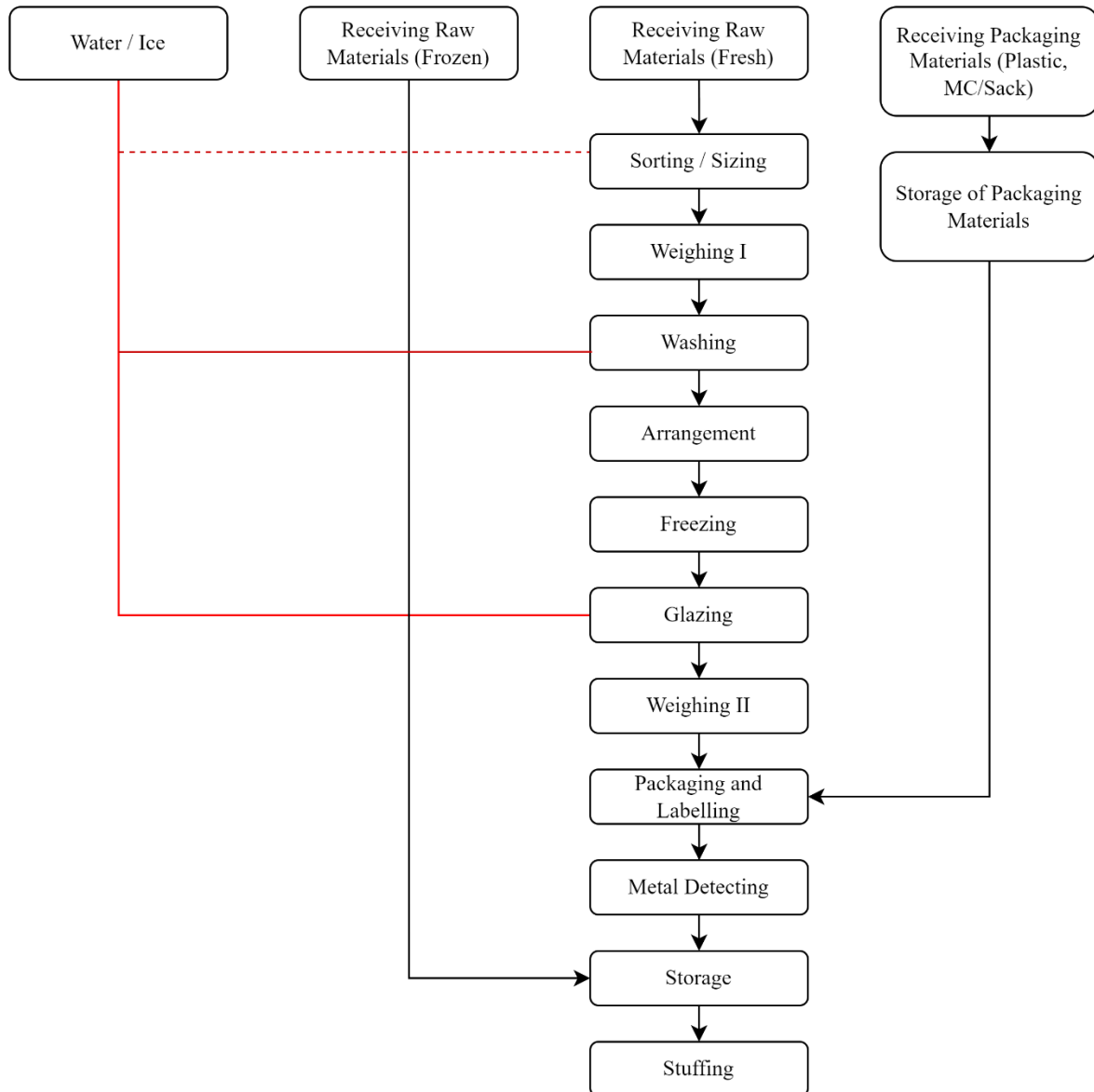
Ikan pelagik adalah golongan ikan yang hidupnya di daerah permukaan air laut. Ciri khas ikan pelagik adalah sering melakukan migrasi untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Alpiansah et al., 2024). Karena ikan ini sering berenang jarak jauh dan cepat untuk menghindari predator, otot yang dimiliki oleh ikan pelagik cenderung lebih lembut dan memiliki kandungan lemak yang tinggi sehingga membuatnya lebih rentan terhadap pembusukan. Oleh karena itu, proses pengolahannya biasanya langsung dibekukan dan dimasukkan ke dalam *cold storage*.

2. Jenis Ikan Demersal

Ikan demersal adalah golongan ikan yang hidup di tempat yang dalam atau di dasar laut. Ciri khas ikan demersal adalah hidup soliter dengan pergerakan yang lebih lambat dan aktivitas berenang yang tidak terlalu intens sehingga otot yang dimiliki oleh ikan demersal cenderung lebih keras dan kurang berlemak (Alpiansah et al.,

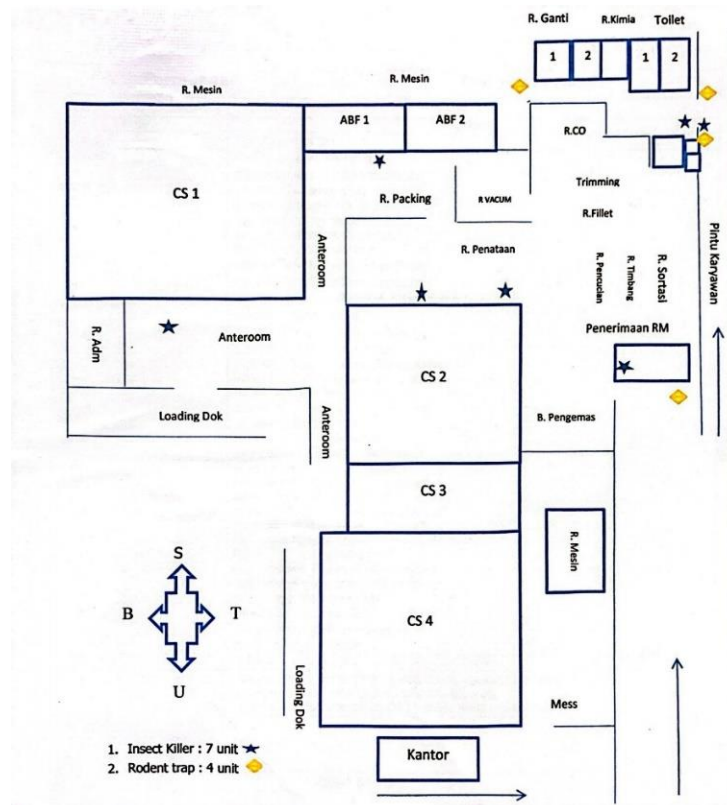
2024). Oleh karena itu, berbagai metode pengolahan dengan perlakuan khusus, seperti pengolahan filet, dapat dilakukan untuk menghasilkan produk dengan nilai tambah lebih tinggi.

Berikut ini merupakan *flowchart* pengolahan produk akhir untuk jenis ikan pelagik yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 *Flowchart* Pengolahan Produk Ikan Pelagik
(Sumber: Data Perusahaan)

bermacam-macam jenisnya, maka waktu pencarian dan pengambilan produk di dalam gudang menjadi lama.



Gambar 4. 3 *Layout* Perusahaan Simpan Beku
(Sumber: Data Perusahaan)

Untuk penanganan material di dalam gudang, perusahaan ini mengandalkan enam buah *hand pallet truck* yang berfungsi untuk memindahkan barang-barang dari satu tempat ke tempat lainnya. Selain itu, terkait dengan tenaga kerja yang ada di gudang, perusahaan mempekerjakan tenaga kerja kontrak sesuai kebutuhan proses tertentu, sehingga tidak ada perekrutan karyawan tetap dari perusahaan. Sistem ini memberikan fleksibilitas dalam manajemen tenaga kerja, namun dapat mempengaruhi konsistensi dan kualitas kerja karena pekerja kontrak mungkin tidak terbiasa dengan prosedur internal dan standar perusahaan.



Gambar 4. 4 Proses Penanganan Material dengan *Hand Pallet Truck*
(Sumber: Data Observasi Lapangan)

4.3 Pemetaan Aliran Proses Pergudangan

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi mengenai aliran proses pergudangan yang meliputi pemetaan aliran proses menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)*, perincian aliran proses menggunakan *Process Activity Mapping (PAM)*, dan penggambaran aliran proses menggunakan *Spaghetti Diagram*. Proses yang diidentifikasi pada penelitian ini yaitu proses pergudangan ikan layang yang diterima dalam kondisi beku (*frozen*) dengan kapasitas 10 ton, atau setara dengan 1000 master karton dimana masing-masing master karton berisi 10 kg ikan.

4.3.1 Current Value Stream Mapping (VSM)

Penyusunan *Value Stream Mapping (VSM)* bertujuan untuk memberikan gambaran visual mengenai aliran material dan aliran informasi yang sesuai dengan kondisi eksisting proses pergudangan. Adapun aktivitas pergudangan yang diamati sesuai dengan batasan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu meliputi proses *receiving*, *unloading*, *checking*, *storage*, dan *stuffing*.

1. *Receiving* (Penerimaan Barang)

Penerimaan barang diawali dengan penyerahan surat jalan oleh pihak pengirim kepada admin gudang. Admin gudang kemudian memeriksa surat jalan tersebut untuk dilakukan verifikasi. Setelah surat jalan terverifikasi, *driver* memindahkan truk ke area *loading dock* untuk menunggu proses selanjutnya.

2. *Unloading* (Pembongkaran Barang)

Pembongkaran barang dilakukan secara manual oleh operator gudang. Barang dari dalam truk dikeluarkan satu per satu ke area penerimaan untuk selanjutnya ditata di atas palet. Satu palet terdiri dari 1 ton ikan yang setara dengan 100 master karton.

3. *Checking* (Pengecekan Barang)

Sembari barang dibongkar, dilakukan pengecekan oleh admin gudang untuk menghitung jumlah barang dan mengecek kondisi barang yang baru diterima untuk dicocokkan dengan surat jalan dari pihak pengirim tadi. Hasil laporan pengecekan tersebut kemudian diberikan kepada kepala gudang untuk dilakukan persetujuan.

4. *Storage* (Penyimpanan Barang)

Penyimpanan barang dimulai dengan menentukan terlebih dahulu lokasi penyimpanan di dalam *cold storage*. Palet yang sudah penuh kemudian diangkut ke dalam *cold storage* menggunakan *hand pallet truck*. Setelah itu, operator gudang memasang gelang penanda di setiap stapel dalam palet untuk memberikan informasi terkait barang tersebut. Setelah barang selesai disimpan, admin gudang membuatkan faktur (*invoice*) kepada driver sebagai bukti transaksi penyewaan gudang.

5. *Stuffing* (Pemuatan Barang)

Sebelum barang diambil, driver harus menyerahkan faktur (*invoice*) sebagai persyaratan pengambilan barang. Setelah itu, operator gudang mengambil barang dari *cold storage* sesuai dengan faktur, memindahkannya ke *loading dock* menggunakan *hand pallet truck*, dan memasukkannya ke dalam truk. Selanjutnya, admin gudang melakukan verifikasi terkait pembayaran, membuat surat jalan, dan memberikannya kepada *driver*. Setelah dokumen lengkap, *driver* diperbolehkan untuk meninggalkan gudang.

Dokumentasi dari proses pergudangan ikan layang yang diamati dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.

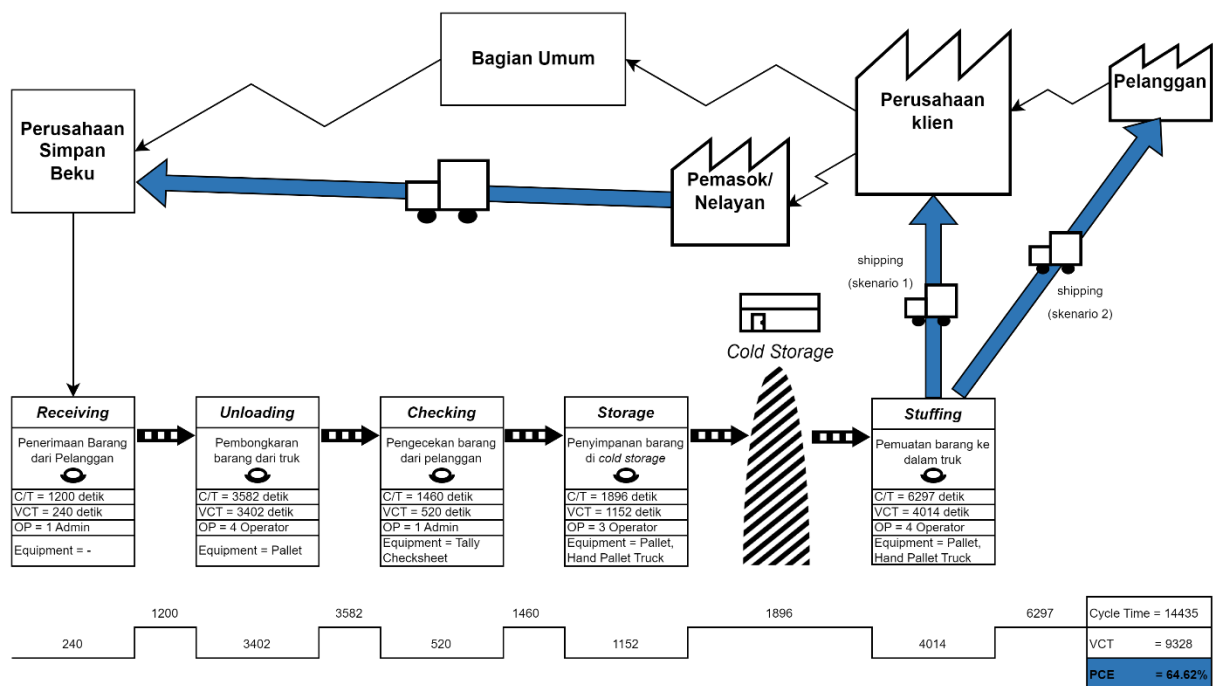


Gambar 4. 5 Aktivitas Pergudangan
(Sumber: Data Observasi Lapangan)

Setelah diketahui aktivitas pergudangan yang akan diamati, selanjutnya dilakukan pengambilan data yang digunakan sebagai dasar penyusunan *Value Stream Mapping* antara lain data waktu aktivitas pergudangan, jumlah operator, dan alat yang terlibat dalam aktivitas pergudangan tersebut. Pengambilan data waktu dilakukan dengan cara melakukan pengamatan saat proses berlangsung dimana waktu dimulai hingga waktu selesai masing-masing aktivitasnya dihitung menggunakan *stopwatch* untuk mendapatkan data *cycle time*. Setelah seluruh data didapatkan, kemudian disusun *Current Value Stream Mapping*. Berikut merupakan data waktu dari setiap aktivitas pergudangan yang disajikan dalam Tabel 4.1 beserta gambaran *Current Value Stream Mapping* yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Tabel 4. 1 Data Waktu Aktivitas Pergudangan

Aktivitas Pergudangan	Cycle Time (C/T)	Value Creating Time (VCT)	Operator (OP)	Equipment
Receiving	1200	240	1 Admin	-
Unloading	3582	3402	4 Operator	Pallet
Checking	1460	520	1 Admin	Tally Checksheet
Storage	1896	1152	3 Operator	Pallet, Hand Pallet Truck
Stuffing	6297	4014	4 Operator	Pallet, Hand Pallet Truck



Gambar 4. 6 Current Value Stream Mapping Perusahaan Simpan Beku

Proses dimulai ketika perusahaan klien menerima permintaan dari pelanggan mereka. Kemudian, perusahaan klien bekerja sama dengan nelayan sebagai pemasok untuk mendapatkan bahan mentah, yaitu ikan. Setelah ikan diperoleh, perusahaan klien, yang tidak memiliki *cold storage* sebagai tempat penyimpanan dingin, menghubungi perusahaan simpan beku untuk menyewa tempat penyimpanan. Setelah penyewaan disetujui oleh bagian umum perusahaan simpan beku, perusahaan klien menghubungi pemasok agar ikan yang telah diperoleh tadi dikirim ke gudang penyimpanan milik perusahaan simpan beku menggunakan armada pengiriman yang telah disiapkan oleh perusahaan klien sebelumnya. Bagian umum perusahaan simpan beku disini bertanggungjawab atas hubungan dengan klien serta ketersediaan bahan untuk keperluan proses dan rumah tangga perusahaan. Setelah sampai di gudang, barang diterima oleh bagian gudang, dibongkar, diperiksa, dan disimpan di dalam *cold storage* hingga waktu yang diminta oleh perusahaan klien. Selanjutnya, ikan akan dikirim kembali ke perusahaan klien dengan dua skenario pengiriman. Skenario pertama, ikan dikirim ke perusahaan klien, sedangkan skenario kedua, ikan dikirim langsung kepada pelanggan dari perusahaan klien tersebut.

Berdasarkan hasil pemetaan *Value Stream Mapping*, didapatkan nilai total *cycle time* untuk proses pergudangan ikan layang beku dengan kuantitas 10 ton adalah 14435 detik atau setara dengan 4.01 jam, dengan *Value Creating Time* (VCT) sebesar 9328 detik. Kemudian dari nilai tersebut, dihitung nilai efisiensi siklus proses dan didapatkan nilai PCE sebesar 64.62%. Meskipun nilai PCE sudah melebihi batas 30% dan siklus dikatakan sudah *lean*, tetapi masih ditemukan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk sehingga masih ada ruang untuk perbaikan. Dengan mengidentifikasi dan meminimalisir aktivitas yang tidak bernilai tambah tersebut, proses pergudangan akan menjadi lebih efisien serta dapat meningkatkan nilai tambah bagi produk secara keseluruhan.

4.3.2 *Process Activity Mapping (PAM)*

Setelah dilakukan pemetaan aliran proses pergudangan menggunakan *Value Stream Mapping (VSM)*, selanjutnya dilakukan perincian aliran proses pergudangan menggunakan *Process Activity Mapping (PAM)*. *Process Activity Mapping* bertujuan untuk memetakan setiap tahapan dalam proses pergudangan ke dalam lima kategori aktivitas yaitu *Operation (O)*, *Transportation (T)*, *Inspection (I)*, *Storage (S)*, dan *Delay (D)*. Pada *Process Activity Mapping* ini juga dilakukan pengklasifikasian aktivitas berdasarkan tipenya yaitu *Value-Added Activity (VA)*, *Non-Value-Added Activity (NVA)*, dan *Necessary Non-Value-Added Activity (NVAA)*. Data-data yang digunakan dalam PAM didapatkan secara manual menggunakan *stopwatch* melalui observasi langsung (*gemba walking*) dan wawancara kepada pihak gudang yang terkait, kemudian hasilnya akan didiskusikan kembali untuk divalidasi oleh kedua *expert* perusahaan yaitu kepala gudang dan salah satu personel dari tim *quality control*. Berikut merupakan *Process Activity Mapping (PAM)* pada proses pergudangan di perusahaan simpan beku yang disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 *Process Activity Mapping (PAM)* Perusahaan Simpan Beku

Aktivitas	No.	Detail Aktivitas	Waktu (detik)	Operator	Equip.	Kategori Aktivitas					Tipe Aktivitas
						O	T	I	S	D	
<i>Receiving</i>	1	Driver memarkirkan truk di area dekat <i>loading dock</i>	240	-	-		v				NNVA
	2	Driver menyerahkan surat jalan dari pihak pengirim kepada admin gudang	60	1	-	v					VA
	3	Admin gudang melakukan pengecekan terkait dengan surat jalan dari pihak pengirim	180	1	-			v			VA
	4	Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang	300	-	-					v	NVA
	5	Setelah surat jalan diverifikasi, driver memindahkan truk ke area <i>loading dock</i>	120	-	-		v				NNVA
	6	Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>	300	-	-					v	NVA
<i>Unloading</i>	7	Operator gudang mempersiapkan peralatan bongkar untuk digunakan	120	4	<i>Pallet</i>	v					NNVA
	8	Operator membuka pintu truk untuk memulai proses bongkar	60	2	<i>Manual</i>	v					NNVA
	9	Operator gudang mengeluarkan barang dari truk dan menatanya di atas palet	3402	4	<i>Pallet</i>	v					VA
<i>Checking</i>	10	Admin gudang melakukan perhitungan jumlah barang dan pengecekan kondisi barang	395	1	<i>Tally Checsheet</i>	v					VA
	11	Admin gudang mencatat hasil pengecekan pada kertas tally	399	1	<i>Tally Checsheet</i>	v					NNVA
	12	Admin gudang mencocokkan hasil pengecekan dengan surat jalan yang diterima dari pihak pengirim	125	1	<i>Tally Checsheet</i>			v			VA
	13	Admin gudang memberikan laporan hasil pengecekan kepada kepala gudang	120	1	<i>Tally Checsheet</i>	v					NNVA
	14	Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang	300	1	<i>Tally Checsheet</i>					v	NVA
	15	Kepala gudang menyetujui laporan yang dibuat oleh admin gudang	121	1	<i>Tally Checsheet</i>	v					NNVA
<i>Storage</i>	16	Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan di <i>cold storage</i>	301	1	<i>Manual</i>	v					NVA
	17	Palet yang sudah penuh diangkut masuk ke <i>cold storage</i> menggunakan <i>hand pallet truck</i>	359	3	<i>Pallet, HPT</i>		v				VA
	18	Operator gudang meletakkan palet pada lokasi yang telah ditentukan untuk disimpan	237	3	<i>Pallet, HPT</i>				v		VA
	19	Operator gudang menulis dan memasang gelang penanda yang berisi informasi barang yang disimpan	239	3	Gelang Penanda	v					VA
	20	Setelah barang disimpan, admin gudang membuat faktur (<i>invoice</i>) sebagai bukti transaksi penyewaan gudang	317	1	-	v					VA
	21	Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang	300	1	-					v	NVA

Tabel 4. 2 *Process Activity Mapping (PAM)* Perusahaan Simpan Beku

Aktivitas	No.	Detail Aktivitas	Waktu (detik)	Operator	Equip.	Kategori Aktivitas					Tipe Aktivitas
						O	T	I	S	D	
	22	Admin gudang menyerahkan faktur (<i>invoice</i>) kepada driver	143	1	-	v					NNVA
<i>Stuffing</i>	23	Driver memarkir truk di area yang ditentukan dekat <i>loading dock</i>	240	-	-		v				NNVA
	24	Driver menyerahkan faktur (<i>invoice</i>) kepada admin gudang sebagai syarat pengambilan barang	60	1	-	v					VA
	25	Admin gudang menghubungi operator gudang untuk memberitahu barang yang akan diambil sesuai dengan faktur (<i>invoice</i>)	240	1	-	v					NNVA
	26	Operator gudang mempersiapkan dan memeriksa kondisi <i>hand pallet truck</i> sebelum digunakan untuk mengambil barang	121	4	HPT	v					NNVA
	27	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam cold storage	431	4	-					v	NVA
	28	Operator gudang mengambil barang sesuai permintaan	239	4	Pallet, HPT	v					VA
	29	Operator gudang memindahkan barang dari dalam <i>cold storage</i> ke area <i>loading dock</i>	325	4	Pallet, HPT		v				VA
	30	Operator gudang memasukkan barang ke dalam truk	3390	4	Manual	v					VA
	32	Setelah barang dimuat, admin gudang memverifikasi status pembayaran sewa gudang	300	1	-			v			NNVA
	32	Admin gudang membuat surat jalan berdasarkan detail barang yang diambil dan konfirmasi pembayaran	319	1	-	v					NNVA
	33	Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang	300	1	-					v	NVA
	34	Admin gudang memberikan surat jalan kepada driver sebagai bukti pengambilan barang dan untuk tujuan transportasi	132	1	-	v					NNVA
	35	Driver memastikan semua dokumen sudah lengkap dan truk meninggalkan area gudang	200	-	-		v				NNVA

Berdasarkan Tabel 4.2 yang menjelaskan detail dari keseluruhan aktivitas pergudangan perusahaan simpan beku menggunakan *Process Activity Mapping*, diketahui terdapat 35 aktivitas dengan total waktu proses sebesar 14435 detik. Selanjutnya, akan dilakukan perhitungan persentase dari masing-masing aktivitas yang diklasifikasikan berdasarkan lima kategori aktivitas dan tiga tipe aktivitas yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi *Process Activity Mapping (PAM)* Perusahaan Simpan Beku

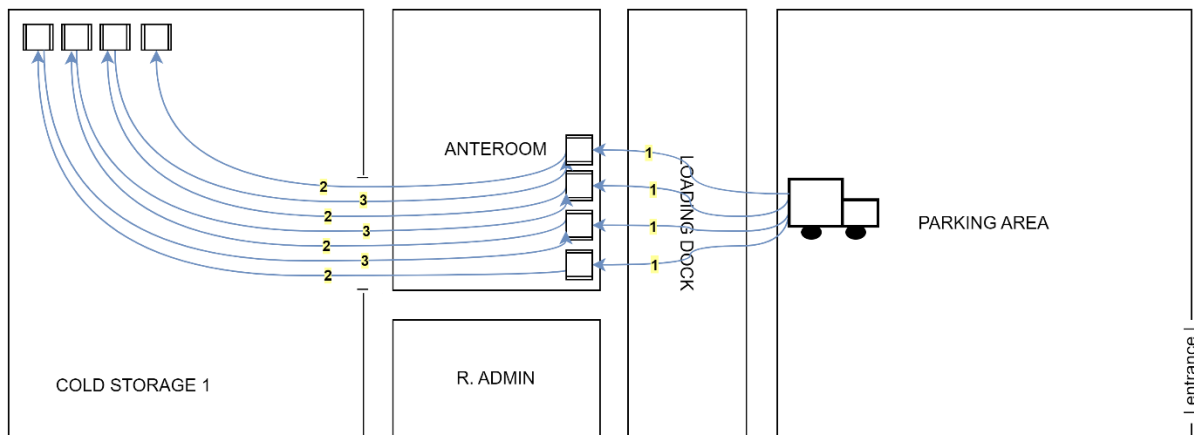
Kategori Aktivitas	Jumlah Aktivitas	Persentase Aktivitas	Waktu (detik)			
			VA	NNVA	NVA	Total
<i>Operation (O)</i>	19	54.29%	8102	1775	301	10178
<i>Transportation (T)</i>	6	17.14%	684	800	0	1484
<i>Inspection (I)</i>	3	8.57%	305	300	0	605
<i>Storage (S)</i>	1	2.86%	237	0	0	237
<i>Delay (D)</i>	6	17.14%	0	0	1931	1931
Total			9328	2875	2232	14435
Persentase			64.62%	19.92%	15.46%	

Hasil rekapitulasi *Process Activity Mapping (PAM)* aktivitas pergudangan perusahaan simpan beku didapatkan bahwa untuk pengkategorian aktivitas ke dalam lima kategori terdiri dari 54.29% aktivitas *operation*, 17.14% aktivitas *transportation*, 8.57% aktivitas *inspection*, 2.86% aktivitas *storage*, dan 17.14% aktivitas *delay*. Sedangkan untuk pengkategorian aktivitas ke dalam tiga tipe aktivitas terdiri dari 64.62% aktivitas yang termasuk VA, 19.92% aktivitas yang termasuk NNVA, dan 15,46% aktivitas yang termasuk NVA. Adapun aktivitas yang termasuk ke dalam NVA antara lain menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang (aktivitas 4), menunggu ketersediaan *loading dock* (aktivitas 6), menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang (aktivitas 14), kepala gudang menelusuri keseluruhan *cold storage* untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan di *cold storage* (aktivitas 16), menunggu faktur (*invoice*) selesai dibuat oleh admin gudang (aktivitas 21), operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam *cold storage* (aktivitas 27), dan menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang (aktivitas 33). Aktivitas-aktivitas ini telah divalidasi sebagai aktivitas yang termasuk NVA karena tidak menambah nilai langsung pada produk dan layanan dari perspektif pelanggan sehingga dapat direduksi tanpa mempengaruhi kualitas akhir dari produk.

4.3.3 Spaghetti Diagram

Pada permasalahan aktivitas pergudangan di perusahaan simpan beku ini, *Spaghetti Diagram* digunakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan meminimalkan pemborosan dalam proses operasionalnya dengan memvisualisasikan alur kerja secara menyeluruh, sehingga dapat membantu para pekerja untuk memahami pergerakan antar aktivitas dan mengidentifikasi area yang berpotensi menimbulkan pemborosan. Penerapan *Spaghetti Diagram* ini tidak hanya mampu membantu mengurangi gerakan yang tidak perlu, tetapi juga dapat memfasilitasi pengelolaan ruang penyimpanan yang lebih baik dengan mengidentifikasi titik-titik kritis yang memerlukan perbaikan seperti penataan ulang lokasi penyimpanan untuk akses yang cepat, optimalisasi pergerakan *hand pallet truck*, dan penyederhanaan prosedur operasional untuk mengurangi langkah-langkah yang tidak diperlukan. Adapun gambaran

Spaghetti Diagram pada proses pergudangan di perusahaan simpan beku ini dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 *Spaghetti Diagram* Aktivitas Pergudangan Perusahaan Simpan Beku

Alur kerja yang digambarkan menggunakan *Spaghetti Diagram* pada aktivitas pergudangan ini meliputi proses penerimaan barang hingga penyimpanan di dalam *cold storage*, dengan titik lokasi awal di area *loading dock* dan lokasi akhir kembali di area *loading dock*. Alur kerja 1 menunjukkan kegiatan *unloading* dimana barang diturunkan dari truk dan ditata di atas palet, alur kerja 2 menunjukkan kegiatan pengangkutan palet yang sudah terisi penuh ke dalam *cold storage* menggunakan *hand pallet truck*, sedangkan alur kerja 3 menunjukkan kegiatan membawa *hand pallet truck* keluar dari *cold storage* untuk mengambil palet lain di area *loading dock*. Hasil analisis menunjukkan potensi pemborosan pada aktivitas pergudangan dimana operator gudang membawa palet berisi produk ke dalam *cold storage* menggunakan *hand pallet truck* secara bergantian atau satu per satu. Padahal, di area *loading dock* tersedia banyak palet kosong, namun prosesnya hanya menunggu satu palet terpenuhi terlebih dahulu sebelum diangkut ke *cold storage*. Hal ini mengakibatkan frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang berlebihan. Terlalu sering membuka-tutup pintu *cold storage* dapat berakibat fatal, terutama pada stabilitas suhu di dalam *cold storage*. Dalam proses yang diamati kali ini dengan kuantitas ikan yang dibongkar sebanyak 10 ton (10 palet), operator gudang membuka-tutup pintu *cold storage* sebanyak 10 kali. Hal ini berpotensi mengakibatkan dampak negatif yang signifikan terhadap kualitas produk, konsumsi energi, dan adanya risiko kontaminasi.

4.4 Identifikasi Waste pada Proses Pergudangan

Setelah dilakukan pemetaan aliran proses pergudangan, selanjutnya akan dilakukan identifikasi *waste* berdasarkan aktivitas yang dikategorikan ke dalam NVA yang ditemukan pada *Value Stream Mapping (VSM)*, *Process Activity Mapping (PAM)*, dan *Spaghetti Diagram*. Untuk memahami lebih dalam terkait dengan potensi *waste* pada proses pergudangan, peneliti juga melakukan observasi langsung (*gemba walking*) dan wawancara dengan pihak gudang. *Waste* yang teridentifikasi akan diklasifikasikan berdasarkan 9 jenis *waste*, yaitu *Environmental, Health, and Safety (EHS)*, *defects*, *overproduction*, *waiting*, *non-utilizing employees*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *excess processing*. Adapun rekapitulasi *waste* yang

ditemukan pada aktivitas pergudangan di perusahaan simpan beku ini dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Rekapitulasi *Waste* pada Aktivitas Pergudangan Perusahaan Simpan Beku

Jenis Aktivitas	Kode	Deskripsi Waste	Jenis Waste	Sumber Penemuan
Receiving	W1	Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang	<i>Waiting</i>	Analisis VSM dan PAM
	W2	Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>	<i>Waiting</i>	Analisis VSM dan PAM
Checking	W3	Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang	<i>Waiting</i>	Analisis VSM dan PAM
	W4	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i> gudang karena masih dilakukan secara manual	<i>Inventory</i>	<i>Gemba walking</i> dan wawancara dengan pihak gudang
Storage	W5	Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan	<i>Excess Processing</i>	Analisis VSM dan PAM
	W6	Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang	<i>Waiting</i>	Analisis VSM dan PAM
	W7	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan	<i>Transportation, EHS</i>	Analisis Spaghetti Diagram
	W8	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh	<i>Motion, EHS</i>	<i>Gemba walking</i> dan wawancara dengan pihak gudang
	W9	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan	<i>Inventory, Defects</i>	<i>Gemba walking</i> dan wawancara dengan pihak gudang
Stuffing	W10	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>	<i>Waiting</i>	Analisis VSM dan PAM
	W11	Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang	<i>Waiting</i>	Analisis VSM dan PAM

Hasil rekapitulasi di atas menunjukkan bahwa terdapat total 11 jenis *waste* yang ditemukan pada aktivitas pergudangan di perusahaan simpan beku yang termasuk ke dalam kategori *Non-Value-Added Activity*. Kesebelas *Non-Value-Added Activity* ini akan menjadi fokus utama penelitian untuk dianalisis lebih lanjut pada bab berikutnya.

BAB 5

IDENTIFIKASI WASTE KRITIS DAN AKAR PENYEBAB WASTE

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan identifikasi *waste* kritis menggunakan *Gemba Shikumi* yang terdiri dari lima matriks yaitu matriks muda, matriks korelasi, matriks prioritas, matriks kepentingan mutlak, dan matriks area, serta dilanjutkan dengan pencarian akar penyebab *waste* kritis menggunakan *5 Whys Analysis*.

5.1 Identifikasi Waste Kritis menggunakan *Gemba Shikumi*

Pada subbab ini akan dilakukan penyusunan matriks *Gemba Shikumi* untuk menentukan *waste* kritis dan area kritis terkait dengan aktivitas yang teridentifikasi sebagai *Non-Value-Added Activity* yang telah disebutkan pada subbab 4.4. Penyusunan matriks ini akan dilakukan dengan melakukan sesi *brainstorming* antara peneliti dengan kedua *expert* perusahaan, yaitu kepala gudang dan salah satu personel dari tim *quality control*.

5.1.1 Matriks Muda

Langkah pertama dalam penyusunan matriks *Gemba Shikumi* adalah memasukkan aktivitas yang teridentifikasi sebagai *Non-Value-Added Activity* ke dalam matriks muda. Matriks muda adalah matriks yang digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan ke dalam 9 jenis *waste*, yaitu *Environmental, Health, and Safety (EHS), defects, overproduction, waiting, non-utilizing employees, transportation, inventory, motion*, dan *excess processing*, dengan luarannya yaitu nilai *Muda Vektor (MV)*. Berdasarkan matriks muda yang telah disusun pada Tabel 5.1, diketahui bahwa dari kesebelas *Non-Value-Added Activity*, aktivitas yang memiliki nilai MV terbesar yaitu 2 poin antara lain frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang berlebihan (W7), operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam *cold storage* khususnya saat kondisi gudang sedang penuh (W8), dan produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan (W9). Permasalahan 7, frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang berlebihan, termasuk ke dalam jenis *waste EHS* karena dapat memengaruhi kestabilan suhu di dalam *cold storage*, serta *waste transportation* karena perpindahan barang atau material yang terlalu sering dapat mengganggu alur kerja dan meningkatkan waktu serta usaha yang diperlukan dalam proses pergudangan. Permasalahan 8, operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam *cold storage* khususnya saat kondisi gudang sedang penuh, termasuk ke dalam jenis *waste EHS* karena dapat meningkatkan resiko cedera atau kecelakaan akibat ruang gerak yang sempit, serta *waste motion* karena menghasilkan gerakan yang tidak efisien sehingga menghabiskan waktu. Sementara itu, permasalahan 9, produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan, termasuk ke dalam jenis *waste defects* karena dapat menyebabkan produk cacat akibat keluar dari kemasan, serta *waste inventory* karena ketidaksempurnaan dalam pencatatan dan pengelolaan stok secara menyeluruh.

Tabel 5. 1 Matriks Muda

Kode	Non-Value-Added Activity	Jenis Waste								MV	
		EHS	Defects	Over-production	Waiting	Non-Utilizing Employees	Transportation	Inventory	Motion		Excess Processing
W1	Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang				1						1
W2	Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>				1						1
W3	Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang				1						1
W4	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i> gudang karena masih dilakukan secara manual							1			1
W5	Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan									1	1
W6	Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang				1						1
W7	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan	1					1				2
W8	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh	1							1		2
W9	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan		1					1			2
W10	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>				1						1
W11	Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang				1						1

5.1.2 Matriks Korelasi

Langkah kedua dalam penyusunan matriks *Gemba Shikumi* adalah mencari hubungan dari *Non-Value-Added Activity* satu dengan *Non-Value-Added Activity* yang lain pada matriks korelasi. Matriks korelasi adalah matriks yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara satu masalah dengan masalah yang lain dengan menggunakan skala binari untuk menunjukkan seberapa kuat korelasi antara setiap masalah tersebut, dengan luarannya yaitu nilai *Correlation Vektor (CV)*. Berdasarkan matriks korelasi yang telah disusun pada Tabel 5.2, diketahui bahwa nilai CV terbesar terletak pada permasalahan 4 dengan poin 4, yaitu kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam *database* gudang karena masih dilakukan secara manual. Permasalahan 12 ini saling berkorelasi dengan permasalahan 1, 3, 6, dan 11 dimana permasalahan-permasalahan ini berhubungan dengan aktivitas inventarisasi yang masih dilakukan secara manual. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam proses administrasi gudang secara menyeluruh karena ketidakuratan mengenai stok yang ada dapat memperlambat proses verifikasi surat, pemeriksaan laporan, serta pembuatan faktur dan surat jalan. Apabila ditinjau lebih dalam lagi, permasalahan pencatatan stok yang tidak akurat ini juga bisa berdampak pada aktivitas operasional di gudang dimana ketika stok tidak tercatat dengan baik, operator gudang akan menghadapi kesulitan untuk mengetahui jumlah dan lokasi barang dengan tepat sehingga menyebabkan waktu yang lama untuk mencari barang di dalam gudang. Oleh karena itu, permasalahan “kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam *database* gudang karena masih dilakukan secara manual” ini dapat menjadi salah satu titik kritis dalam operasional gudang karena memiliki korelasi yang tinggi dengan permasalahan lain yang dapat memengaruhi kinerja dan efisiensi operasional gudang keseluruhan.

Tabel 5. 2 Matriks Korelasi

Kode	Non-Value-Added Activity	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	CV
W1	Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang				1								1
W2	Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>												0
W3	Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang				1								1
W4	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i> gudang karena masih dilakukan secara manual	1		1			1					1	4
W5	Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan				1								1
W6	Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang				1								1
W7	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan												0
W8	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh									1			1
W9	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan								1		1		2
W10	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>				1					1			2
W11	Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang				1								1

5.1.3 Matriks Prioritas

Langkah ketiga dalam penyusunan matriks *Gemba Shikumi* adalah mencari dampak dari hubungan *Non-Value-Added Activity* dengan target KPI perusahaan pada matriks prioritas. Matriks prioritas adalah matriks yang digunakan untuk mengevaluasi dampak dari setiap masalah yang teridentifikasi terhadap indikator kinerja perusahaan, dengan luarannya yaitu nilai *Priority Vector (PV)*. Berdasarkan matriks prioritas yang telah disusun pada Tabel 5.3, diketahui bahwa nilai PV terbesar terletak pada permasalahan 9 dengan poin 6, yaitu produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan. Permasalahan ini memiliki dampak terhadap 4 dari 5 KPI perusahaan antara lain *Inventory Cost*, *Shipping Productivity*, *Warehouse Utilization*, dan *Customer Satisfaction*. Pertama, dampaknya terhadap KPI *Inventory Cost* adalah ikan yang tercecer dapat mengakibatkan kerugian finansial secara langsung. Kedua, dampaknya terhadap KPI *Shipping Productivity* adalah kegiatan pengiriman akan terpengaruh karena harus dilakukan penanganan tambahan terhadap ikan yang tercecer yang mana memperpanjang waktu persiapan pengiriman. Ketiga, dampaknya terhadap KPI *Warehouse Utilization* adalah area penyimpanan tidak bisa digunakan secara optimal karena menampung ikan yang tercecer. Keempat, dampaknya terhadap KPI *Customer Satisfaction* adalah menurunnya kepercayaan pelanggan karena rasa kecewa dengan kualitas produk yang tidak terjaga. Oleh karena itu, permasalahan “produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan” ini dapat menjadi salah satu titik kritis dalam operasional pergudangan karena akan berdampak terhadap pencapaian target dan kinerja perusahaan secara keseluruhan.

Tabel 5. 3 Matriks Prioritas

Kode	Non-Value-Added Activity	Key Performance Indicator (KPI)					PV
		Inventory Cost	Receiving Productivity	Shipping Productivity	Warehouse Utilization	Customer Satisfaction	
W1	Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang	0	1	0	0	0	1
W2	Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>	0	2	0	0	0	2
W3	Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang	0	1	0	0	0	1
W4	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i> gudang karena masih dilakukan secara manual	2	1	0	1	1	5
W5	Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan	0	1	0	1	0	2
W6	Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang	0	0	0	0	1	1
W7	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan	1	0	0	2	1	4
W8	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh	1	0	1	1	0	3
W9	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan	1	0	1	2	2	6
W10	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>	0	0	2	0	1	3
W11	Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang	0	0	1	0	1	2

5.1.4 Matriks Kepentingan Mutlak

Langkah keempat dalam penyusunan matriks *Gemba Shikumi* adalah menentukan *Non-Value-Added Activity* yang termasuk ke dalam *waste* kritis dengan menjumlahkan nilai MV, CV, dan PV pada matriks kepentingan mutlak. Matriks kepentingan mutlak adalah matriks yang digunakan untuk mengeliminasi permasalahan yang teridentifikasi menjadi permasalahan kritis yang harus segera dilakukan perbaikan, dengan luarannya yaitu nilai *Absolute Importance Vector (AIV)*. Semakin tinggi nilai AIV maka permasalahan tersebut akan dikategorikan sebagai *waste* kritis. Berdasarkan matriks kepentingan mutlak yang telah disusun pada Tabel 5.4, diketahui bahwa terdapat 5 dari 11 permasalahan yang memiliki nilai AIV tinggi sehingga kelima permasalahan tersebut dikategorikan sebagai *waste* kritis. Adapun kelima permasalahan tersebut antara lain kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam *database* gudang karena masih dilakukan secara manual (W4) dan produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan (W9) dengan poin 10, serta frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang berlebihan (W7), operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam *cold storage* khususnya saat kondisi gudang sedang penuh (W8), dan operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam *cold* (W10) dengan poin 6.

Tabel 5. 4 Matriks Kepentingan Mutlak

Kode	<i>Non-Value-Added Activity</i>	MV	CV	PV	AIV
W1	Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang	1	1	1	3
W2	Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>	1	0	2	3
W3	Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang	1	1	1	3
W4	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i> gudang karena masih dilakukan secara manual	1	4	5	10
W5	Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan	1	1	2	4
W6	Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang	1	1	1	3
W7	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan	2	0	4	6
W8	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh	2	1	3	6
W9	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan	2	2	6	10
W10	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>	1	2	3	6
W11	Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang	1	1	2	4

5.1.5 Matriks Area

Langkah terakhir dalam penyusunan matriks *Gemba Shikumi* adalah menentukan area mana yang paling banyak terjadi permasalahan akibat *Non-Value-Added Activity* pada matriks area. Matriks area adalah matriks yang digunakan untuk mengidentifikasi area yang paling bermasalah dalam proses produksi atau dalam hal ini yaitu proses pergudangan, dengan luarannya yaitu nilai *Area Vector (AV)*. Berdasarkan matriks area yang telah disusun pada Tabel 5.5, diketahui bahwa dari ketiga area yang telah diidentifikasi, yaitu *loading dock*, ruang admin, dan *cold storage*, area yang terdeteksi sebagai area yang paling banyak terjadi masalah dan membutuhkan perbaikan segera adalah area *cold storage* dengan nilai AV tertinggi yaitu sebesar 32 poin.

Tabel 5. 5 Matriks Area

Kode	Non-Value-Added Activity	Jenis Aktivitas	Area		
			Loading dock	Ruang Admin	Cold Storage
W1	Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang	Receiving		3	
W2	Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>	Receiving	3		
W3	Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang	Checking	3		
W4	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i> gudang karena masih dilakukan secara manual	Checking		10	
W5	Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan	Storage			4
W6	Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang	Storage		3	
W7	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan	Storage			6
W8	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh	Storage			6
W9	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan	Storage			10
W10	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>	Stuffing			6
W11	Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang	Stuffing		4	
Area Vector (AV)			6	20	32

5.2 Identifikasi Akar Penyebab Waste Kritis menggunakan 5 Whys Analysis

Pada subbab ini akan dilakukan analisis secara mendalam untuk mengetahui akar penyebab dari *waste* kritis yang telah didapatkan dari pengerjaan subbab 5.1 menggunakan metode *5 Whys Analysis* dengan melakukan sesi *brainstorming* dengan kedua *expert* perusahaan. Adapun *waste* kritis yang teridentifikasi yaitu sebanyak lima aktivitas antara lain kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam *database* gudang karena masih dilakukan secara manual, produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan, frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang berlebihan, operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam *cold storage* khususnya saat kondisi gudang sedang penuh, dan operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam *cold storage*. Analisis *5 Whys* untuk mencari akar penyebab *waste* kritis dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Analisis Akar Penyebab Waste menggunakan 5 Whys Analysis

No.	Waste Kritis	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
1	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i> gudang karena masih dilakukan secara manual	Tidak ada sistem otomatis yang terintegrasi untuk mengelola inventaris	Tidak ada teknologi IT yang diterapkan untuk pencatatan stok	Tidak ada staff atau departemen dengan keahlian khusus di bidang IT	Keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih mengenai IT	
2	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan	Sistem penataan barang di <i>cold storage</i> yang dilakukan secara acak dan tidak teratur	Tidak ada standar penataan yang jelas di dalam <i>cold storage</i>	Belum melakukan pengembangan prosedur penataan yang terstruktur	Tidak ada infrastruktur seperti rak-rak yang memadai untuk mendukung pengembangan tersebut	Belum melakukan investasi untuk memperbaiki sistem penyimpanan di dalam <i>cold storage</i>
3	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan	Kuantitas barang yang dimasukkan ke <i>cold storage</i> dalam sekali proses angkut hanya 1 palet	Metode pembongkaran dan pengangkutan barang dilakukan satu per satu per palet	Kapasitas <i>material handling</i> yang terbatas hanya pada satu palet per angkut	Tidak ada <i>material handling</i> yang memiliki kapasitas angkut yang lebih besar	
4	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh	Kondisi gudang yang penuh membuat jalur pergerakan terhalang	Penataan barang yang tidak rapi sehingga menutupi jalur pergerakan	Tidak ada sistem penataan barang yang jelas	Tidak ada standar penataan yang terstruktur	Tata letak <i>cold storage</i> tidak direncanakan dengan baik
5	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>	Tidak ada informasi terkait lokasi penyimpanan setiap barang di dalam <i>cold storage</i> secara <i>real time</i>	Proses pencatatan dan pelacakan lokasi barang masih dilakukan secara manual	Tidak ada sistem untuk mencatat dan melacak lokasi penyimpanan barang di dalam <i>cold storage</i> secara <i>real time</i>	Tidak ada teknologi yang memadai untuk mendukung sistem pencatatan dan pelacakan lokasi barang di dalam <i>cold storage</i> secara <i>real time</i>	

5.2.1 Akar Penyebab Waste Kritis 1

Waste kritis 1 adalah kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam *database* gudang karena masih dilakukan secara manual. Berdasarkan analisis 5 *Whys* pada Tabel 5.6, akar permasalahan dari *waste* ini adalah karena adanya keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih mengenai IT. Tanpa tenaga ahli IT yang memadai, perusahaan tidak dapat mengembangkan atau mengimplementasikan sistem otomatis yang terintegrasi untuk pencatatan stok. Akibatnya, pencatatan stok masih dilakukan secara manual, yang dapat menyebabkan ketidakakuratan data, keterlambatan dalam proses administrasi, dan kesulitan dalam manajemen inventaris secara keseluruhan.

5.2.2 Akar Penyebab Waste Kritis 2

Waste kritis 2 adalah produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan. Berdasarkan analisis 5 *Whys* pada Tabel 5.6, akar permasalahan dari *waste* ini adalah karena perusahaan belum melakukan investasi untuk memperbaiki sistem penyimpanan di dalam *cold storage*. Hal ini menyebabkan penataan produk yang tidak rapi dan acak, yang pada akhirnya mengakibatkan beberapa ikan tercecer keluar kemasan. Investasi dalam infrastruktur penyimpanan yang memadai, seperti rak-rak dan sistem penataan yang terstruktur, sangat diperlukan untuk mengatasi masalah ini.

5.2.3 Akar Penyebab Waste Kritis 3

Waste kritis 3 adalah frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang berlebihan. Berdasarkan analisis 5 *Whys* pada Tabel 5.6, akar permasalahan dari *waste* ini adalah karena tidak ada *material handling* yang memiliki kapasitas angkut yang lebih besar. Hal ini menyebabkan setiap proses bongkar muat harus dilakukan berulang kali dengan volume yang kecil, yang akhirnya menyebabkan frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang tinggi yang mana hal ini mengarah pada peningkatan konsumsi energi, fluktuasi suhu, dan potensi penurunan kualitas produk.

5.2.4 Akar Penyebab Waste Kritis 4

Waste kritis 4 adalah operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam *cold storage* khususnya saat kondisi gudang sedang penuh. Berdasarkan analisis 5 *Whys* pada Tabel 5.6, akar permasalahan dari *waste* ini adalah karena tata letak *cold storage* yang tidak direncanakan dengan baik. Ketika *cold storage* tidak memiliki tata letak yang terstruktur, barang-barang seringkali ditempatkan secara acak dan tidak rapi. Hal ini mengakibatkan jalur pergerakan operator terhalang, membuat mobilisasi menjadi sulit dan lambat. Standar penataan yang tidak ada memperparah masalah ini, karena tidak ada panduan yang jelas mengenai bagaimana barang-barang harus ditempatkan untuk memaksimalkan ruang dan memudahkan akses.

5.2.5 Akar Penyebab Waste Kritis 5

Waste kritis 5 adalah operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam *cold storage*. Berdasarkan analisis 5 *Whys* pada Tabel 5.6, akar permasalahan dari *waste* ini adalah karena tidak ada teknologi yang memadai untuk mendukung sistem pencatatan dan pelacakan lokasi barang di dalam *cold storage* secara *real time*. Tanpa teknologi yang tepat, operator gudang harus mencari barang secara manual, yang menghabiskan waktu dan mengurangi efisiensi operasional.

Adapun rekapitulasi akar penyebab *waste* kritis yang ditemukan dari hasil analisis 5 *Whys* dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Akar Penyebab *Waste*

Kode	Akar Penyebab <i>Waste</i> Kritis
S1	Keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih mengenai IT
S2	Perusahaan belum melakukan investasi untuk memperbarui sistem penyimpanan di dalam <i>cold storage</i>
S3	Tidak ada <i>material handling</i> yang memiliki kapasitas angkut yang lebih besar
S4	Tata letak <i>cold storage</i> tidak direncanakan dengan baik
S5	Tidak ada teknologi yang memadai untuk mendukung sistem pencatatan dan pelacakan lokasi barang di dalam <i>cold storage</i>

Hasil rekapitulasi di atas menunjukkan bahwa terdapat 5 akar penyebab *waste* kritis yang perlu dilakukan perbaikan melalui penyusunan beberapa alternatif rekomendasi perbaikan yang akan diusulkan kepada pihak perusahaan. Penjelasan lebih lanjut mengenai alternatif rekomendasi perbaikan tersebut akan dibahas pada bab berikutnya.

BAB 6

PENENTUAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penentuan rekomendasi perbaikan yang akan diusulkan kepada perusahaan untuk dapat mereduksi *waste* yang telah diidentifikasi pada bab sebelumnya. Adapun tahapan dalam menentukan rekomendasi perbaikan ini meliputi penyusunan alternatif rekomendasi perbaikan, penyusunan *Lean Matrix 2* yang mencakup penentuan nilai *occurrence*, perhitungan *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*, dan perhitungan *Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)*, pemilihan rekomendasi perbaikan berdasarkan nilai *rank of action priority*, serta penyusunan *Future Value Stream Mapping*.

6.1 Alternatif Rekomendasi Perbaikan

Pada subbab ini akan dijelaskan secara detail mengenai rekomendasi perbaikan yang akan diusulkan kepada pihak perusahaan untuk membantu menyelesaikan permasalahan *waste* kritis. Terdapat 5 alternatif rekomendasi perbaikan yang diusulkan diantaranya yaitu perancangan tata letak *cold storage* dengan *pallet racking*, investasi *material handling* dengan kapasitas besar, penerapan *Warehouse Management System (WMS)*, penerapan teknologi RFID, dan penggunaan kemasan tambahan sebagai perlindungan produk.

6.1.1 Perancangan Tata Letak Cold Storage dengan Pallet Racking

Cold storage 1, sebagai fasilitas terbesar milik perusahaan simpan beku dengan ukuran ruangan 18 m x 18 m x 5 m dan kapasitas total 500 ton, saat ini menerapkan kebijakan penyimpanan acak yang menyebabkan inefisiensi dalam aksesibilitas, risiko kerusakan barang, dan lambatnya proses perpindahan barang. Solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan merancang ulang tata letak *cold storage* menggunakan metode *pallet racking*. *Pallet racking* adalah metode penyimpanan dimana palet-palet ditempatkan di atas rak-rak yang dirancang khusus dengan menggunakan alat penanganan material seperti *forklift* untuk memuat dan mengeluarkan palet-palet tersebut. Berdasarkan pertimbangan luas ruangan dan kapasitas penyimpanan, metode *pallet racking* yang akan diusulkan adalah ***Very-narrow-aisle Adjustable Pallet Racking (VNAPR)***. VNAPR memungkinkan optimalisasi kapasitas penyimpanan tanpa memerlukan ekspansi ruangan, dengan menggunakan *forklift* khusus yang dapat bermanuver di lorong sempit. Sistem ini tidak hanya efisien dalam penggunaan ruang vertikal, tetapi juga mempertimbangkan aksesibilitas dan efisiensi transportasi barang. Untuk merancang rak yang sesuai dengan ukuran dari *cold storage* dan barang yang akan disimpan, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut.

a) Menghitung Dimensi dan Berat Barang

Produk yang akan disimpan di dalam *cold storage* adalah ikan beku dengan berbagai macam jenis. Umumnya, ada dua jenis pengemasan yang digunakan yaitu *Individually Vacuum Packed (IVP)* dan *Individually Wrapping Packed (IWP)* dalam master karton dan sak 10 kg/25 kg, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.1. Untuk mempermudah proses perancangan, akan digunakan asumsi bahwa untuk semua produk yang dikemas menggunakan master karton memiliki dimensi kemasan yang sama dengan kemasan ikan layang yang menjadi fokus penelitian kali ini, yaitu 400 mm x 500 mm x 50 mm dengan berat 10 kg.



Gambar 6. 1 Kemasan Produk menggunakan Master Karton dan Sak
(Sumber: Data Observasi Lapangan)

b) Menghitung Dimensi Palet

Dimensi palet yang digunakan mengikuti standar international ISO 6780” berukuran 1200 mm x 1000 mm dengan kekuatan minimum dapat menahan berat 1 ton. Ada dua jenis palet yang akan digunakan dimana untuk produk yang dikemas menggunakan sak 10 kg/25 kg akan disimpan menggunakan *pallet stacking rack*, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.2. *Pallet stacking rack* lebih cocok untuk produk ikan beku dalam sak dengan kemasan berat seperti 10 kg atau 25 kg karena palet ini dirancang untuk menahan beban yang lebih besar dan mendukung tumpukan yang stabil. Kemasan dalam sak cenderung memiliki distribusi berat yang lebih terfokus pada titik tertentu di palet, sehingga dengan jenis palet seperti ini akan dapat menangani beban secara efektif tanpa risiko deformasi atau kegagalan struktural. Dalam satu *pallet stacking rack* ini, kapasitas maksimum *stacking*-nya adalah 2000 kg atau setara dengan 80 sak 25 kg atau 200 sak 10 kg.



Gambar 6. 2 *Pallet Stacking Rack* dan Contoh Penggunaannya

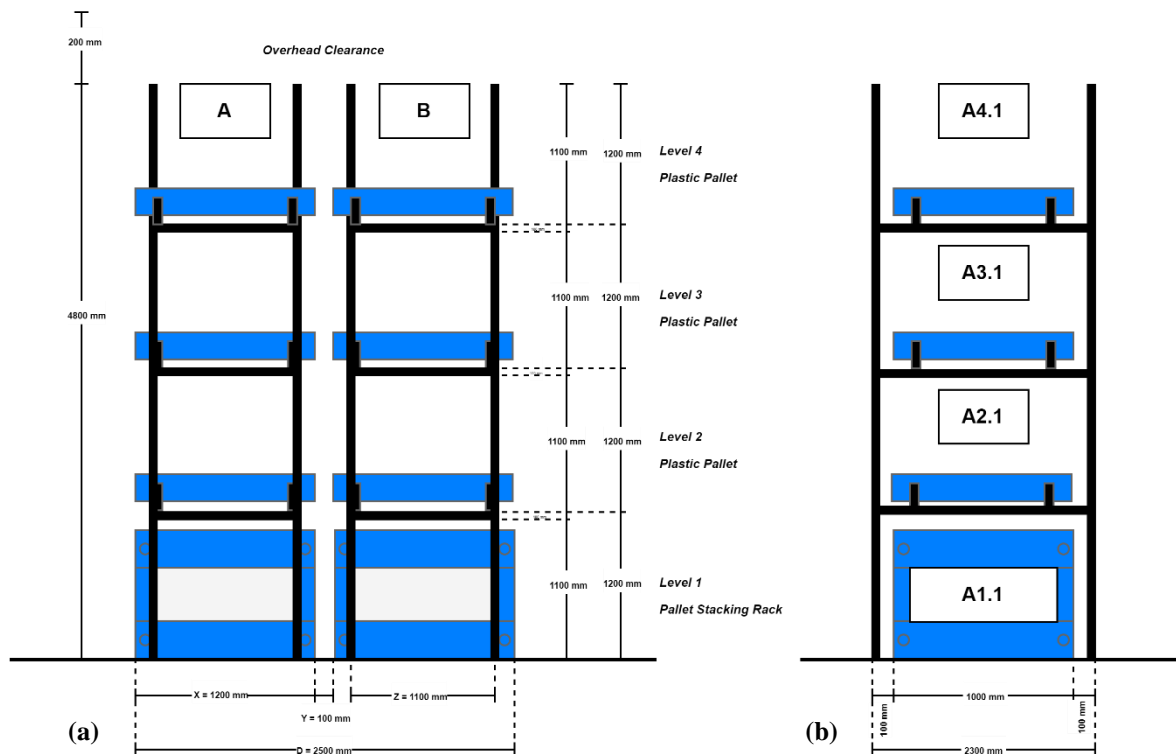
Sedangkan untuk produk yang dikemas menggunakan master karton akan disimpan menggunakan palet plastik biasa, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.3. Palet plastik biasa lebih sesuai untuk master karton karena produk ini umumnya lebih ringan dan memiliki distribusi beban yang lebih merata di seluruh permukaan palet. Penggunaan palet plastik juga mempertimbangkan faktor kebersihan dan ketahanan terhadap kelembaban yang seringkali lebih penting untuk master karton. Dalam satu palet plastik ini, kapasitas maksimum *stacking*-nya mencapai 1260 kg dengan penyusunan master karton mencapai 21 tingkat.



Gambar 6. 3 Palet Plastik Biasa dan Contoh Penggunaannya

c) Menghitung Dimensi Rak Penyimpanan

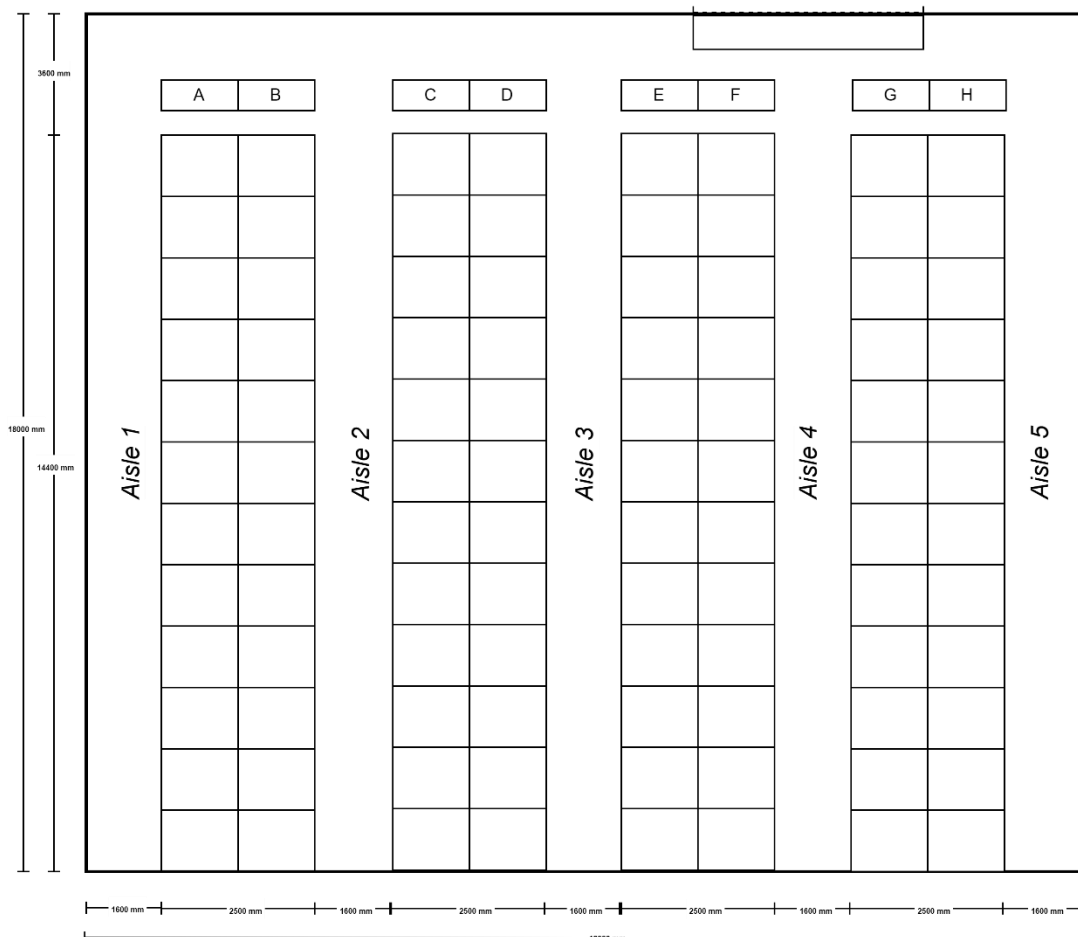
Perhitungan dimensi rak penyimpanan dimulai dengan menentukan *clear height* untuk mengukur ketinggian bersih dari *cold storage* yang diperbolehkan untuk digunakan. Ketinggian bersih *cold storage* adalah 5 meter. Kemudian, ditentukan juga *overhead clearance* atau jarak toleransi yang diberikan sebagai jarak aman dalam operasi di *cold storage*. Pada *cold storage* ini, jarak toleransi yang diberikan adalah 20 cm dari objek paling bawah di atap *cold storage* atau dari *clear height* yang tersedia di *cold storage*. Dengan diberikannya jarak toleransi sebesar 20 cm, maka segala perlengkapan penyimpanan pada *cold storage* dirancang untuk berada di bawah jarak toleransi tersebut, sehingga ketinggian *cold storage* yang diperbolehkan dalam perancangan ini sebesar 4,8 meter. Dengan menentukan tinggi maksimum per level rak yaitu 1,2 meter, maka rak dapat disusun hingga 4 level. Berikut ini merupakan gambaran dimensi panjang, lebar, dan tinggi rak yang telah disesuaikan dengan *overhead clearance* yang dapat dilihat pada Gambar 6.4.



Gambar 6. 4 Dimensi Rak Penyimpanan (a) Panjang dan Tinggi Rak (b) Lebar Rak

d) Menghitung Slot Rak dan Kapasitas Penyimpanan

Berdasarkan dimensi rak penyimpanan yang telah ditentukan pada poin c, maka dapat disusun tata letak *cold storage* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.5. Rak akan disusun menjadi 8 baris dimana masing-masing baris terdiri dari 2 rak yang bersebelahan, yang akan dipisahkan oleh *aisle* untuk tempat *forklift* bekerja dengan lebar 1,6 m. Masing-masing baris ini akan diberikan kode penomoran, dimana baris 1 diberi kode A, baris 2 diberi kode B, dan seterusnya hingga baris 8. Kemudian untuk masing-masing baris, akan disusun 12 rak kebelakang dimana masing-masing rak ini akan diisi dengan satu palet. Untuk kode penomorannya akan dihitung dari bagian depan menuju bagian belakang rak. Apabila dihitung untuk jumlah total palet pada level 1 yaitu berjumlah 96 palet atau terdapat 96 slot rak yang dapat digunakan. Karena *cold storage* ini akan disusun hingga 4 level, maka jumlah total untuk seluruh palet adalah 384 palet atau terdapat 384 slot rak yang dapat digunakan.



Gambar 6. 5 Tata Letak Baru *Cold Storage*

Setelah diketahui jumlah slot rak yang dapat digunakan, selanjutnya akan dihitung kapasitas total produk yang dapat disimpan menggunakan tata letak *cold storage* yang telah dirancang seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6. 1 Perhitungan Kapasitas Total *Cold Storage*

Level	Jumlah Slot Palet	Kapasitas/pallet	Kapasitas Total
1 (<i>Pallet Stacking Rack</i>)	96	2000 kg	192.000 kg
2 (<i>Plactic Pallet</i>)	96	1260 kg	120.960 kg
3 (<i>Plactic Pallet</i>)	96	1260 kg	120.960 kg
4 (<i>Plactic Pallet</i>)	96	1260 kg	120.960 kg
Total	384		554.880 kg

Kapasitas total yang dapat disimpan menggunakan tata letak *cold storage* yang baru mencapai 554.880 kg atau 554,88 ton. Hal ini menunjukkan peningkatan kapasitas sebesar 54,88 ton dari kapasitas awal sebesar 500 ton. Dengan demikian, terdapat peningkatan kapasitas sebesar 10.98%, yang menunjukkan terjadinya peningkatan efisiensi dalam pemanfaatan ruang *cold storage* setelah dilakukan perubahan tata letak.

Selanjutnya akan dilakukan estimasi perhitungan biaya untuk penerapan alternatif 1 ini yang dapat dilihat pada Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6. 2 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 1

No.	Nama Barang	Ukuran (cm)	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	<i>Pallet Stacking Rack</i>	120 x 100 x 110	96	Rp1.700.000	Rp163.200.000
2	<i>Plastic Pallet</i>	120 x 100 x 13,2	288	Rp550.000	Rp158.400.000
3	<i>Rack Frame</i>	1440 (p)	16	Rp30.000.000	Rp480.000.000
TOTAL BIAYA					Rp801.600.000

Jadi, dengan mengimplementasikan alternatif 1 ini, maka dapat membantu perusahaan simpan beku untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan, meningkatkan efisiensi pemanfaatan ruang dalam *cold storage*, mengurangi risiko kerusakan barang dan kerugian finansial, serta mempermudah akses mobilisasi dan perpindahan barang di dalam *cold storage*. Namun, alternatif ini juga memiliki kelemahan seperti biaya investasi awal yang cukup besar yaitu Rp801.600.000.

6.1.2 *Investasi Material Handling dengan Kapasitas Besar*

Saat ini, penanganan material di dalam *cold storage* hanya mengandalkan enam buah *hand pallet truck* dimana jenis *material handling* ini dikategorikan ke dalam MHE manual. Untuk dapat meningkatkan efisiensi operasional *cold storage*, maka perlu dilakukan investasi *material handling* otomatis dengan kapasitas yang besar. Langkah ini masih berhubungan erat dengan rencana perubahan tata letak gudang menggunakan metode *Very-narrow-aisle Adjustable Pallet Racking (VNAPR)* dimana untuk mendukung operasional dengan VNAPR ini diperlukan *Material Handling Equipment (MHE)* yang mampu bekerja secara efisien dalam lingkungan yang dioptimalkan. Perusahaan perlu berinvestasi dalam *forklift* khusus yang memiliki kemampuan manuver tinggi dalam lorong sempit. *Forklift* jenis *Very Narrow Aisle (VNA)* dengan garpu putar adalah salah satu pilihan yang paling ideal. *Forklift* ini dirancang untuk bekerja di lorong-lorong sempit sehingga dapat dengan mudah mengambil dan menempatkan palet di rak-rak yang diatur secara vertikal. *Forklift* VNA juga memiliki kecepatan dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan *forklift* biasa yang akan membantu mempercepat proses pengambilan dan penyimpanan barang. Sebagai alternatif untuk investasi besar, perusahaan dapat mempertimbangkan untuk menyewa *forklift* daripada

membelinya, karena harga sewa lebih terjangkau. Menyewa *forklift* dapat menghemat berbagai biaya seperti biaya pembelian awal yang besar, biaya perawatan rutin, biaya penyimpanan saat tidak digunakan, serta biaya depresiasi. Salah satu jenis *forklift* yang paling sesuai dengan luas dan kapasitas *cold storage 1* di perusahaan simpan beku ini adalah *nichiyu reach truck* (VNA) model RFTL *series*. Berikut merupakan bentuk dari *nichiyu reach truck* (VNA) model RFTL *series* yang dapat dilihat pada Gambar 6.6.



Gambar 6. 6 *Forklift VNA RFTL Series*

Forklift model RFTL ini memiliki beberapa fitur penting yang mencakup beberapa aspek, antara lain:

- Forklift VNA RFTL* dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan hingga 30% dibandingkan *forklift* konvensional.
- Forklift VNA RFTL* dapat menghemat waktu hingga 20% dibandingkan *forklift* konvensional.
- Forklift VNA RFTL* dapat mengurangi biaya bahan bakar hingga 15% dibandingkan *forklift* konvensional.
- Forklift VNA RFTL* dilengkapi dengan sistem pengereman yang kuat yang dapat membantu mencegah kecelakaan.
- Forklift VNA RFTL* memiliki desain yang ergonomis yang dapat membantu mengurangi kelelahan operator.

Berikut merupakan beberapa penyedia jasa layanan penyewaan *forklift VNA* yang ada di Indonesia yaitu:

- PT. Triguna Karya Nusantara (<https://triguna.co.id/>)
- PT. Wijaya Industrial Equipment (<https://win-equipment.co.id/>)
- PT. Linus Trans Indonesia (<https://linustrans.id/rental-unit.html>)
- Seruni Jaya Putra (<https://sewa-forklift.com/tentang-kami/>)

Selanjutnya akan dilakukan estimasi perhitungan biaya untuk penerapan alternatif 2 ini yang dapat dilihat pada Tabel 6.3 berikut.

Tabel 6. 3 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 2

No.	Nama Barang	Jumlah	Harga
1	Sewa <i>Forklift VNA RFTL</i>	25.000.000/bulan	Rp300.000.000/tahun
TOTAL BIAYA			Rp300.000.000

Jadi, dengan mengimplementasikan alternatif 2 ini, maka dapat membantu perusahaan simpan beku untuk mempercepat proses pemindahan barang, menghemat waktu dan tenaga kerja, serta meminimalkan risiko kecelakaan dan cedera di tempat kerja akibat penggunaan MHE manual. Keputusan untuk menyewa *forklift* dibanding membeli juga memiliki kelebihan diantaranya menghindari biaya pembelian di awal yang besar dan biaya perawatan yang ditanggung oleh pihak penyedia sewa. Namun, alternatif ini juga memiliki kelemahan seperti keterbatasan dalam kustomisasi dan pemilihan model *forklift* dan ketergantungan pada penyedia sewa yang dapat menyebabkan gangguan operasional jika terjadi masalah dengan kondisi *forklift* yang disewa.

6.1.3 Penerapan Warehouse Management System (WMS)

Perusahaan simpan beku saat ini sedang menghadapi tantangan dalam pengelolaan inventaris di *cold storage* yang masih dilakukan secara manual. Hal tersebut dapat menyebabkan ketidakakuratan dalam pencatatan stok, kesulitan dalam pelacakan barang, serta potensi kesalahan manusia yang dapat berdampak pada efisiensi operasional. Untuk mengatasi permasalahan ini, solusi yang dapat direkomendasikan adalah dengan menerapkan *Warehouse Management System (WMS)*. *Warehouse Management System (WMS)* adalah suatu sistem aplikasi komputer berbasis *database* yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi gudang dalam menjaga keakuratan data persediaan dengan melakukan pencatatan setiap transaksi dalam gudang. Tujuan dari sistem ini adalah mengontrol pergerakan dan penyimpanan persediaan dalam gudang serta memproses transaksi terkait dengan penerimaan, pemilihan, pengambilan, dan pengiriman persediaan dalam gudang. Sistem ini dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan *user* agar lebih efisien dari sistem yang dilakukan secara manual (Putri et al., 2019). Salah satu vendor WMS terkemuka yang menawarkan solusi yang komprehensif dan mudah digunakan adalah *Odoo*. *Odoo* adalah rangkaian aplikasi bisnis *open source* dengan berbagai fungsi manajemen seperti *customer relationship management*, *e-commerce*, akuntansi, tagihan, manajemen inventori, manajemen gudang, manajemen keuangan, *sales* dan pembelian, manufaktur, hingga manajemen proyek. *Odoo* tersedia dalam bentuk *cloud (on demand)* dan aplikasi yang *di-install (on premise)* (Primasari et al., 2021).

Untuk kondisi perusahaan yang tidak memiliki tim IT internal seperti perusahaan simpan beku ini, mereka masih bisa bekerjasama dengan vendor WMS *Odoo* dengan menggunakan layanan konsultasi atau implementasi yang ditawarkan oleh vendor tersebut. Vendor WMS biasanya memiliki tim konsultan yang terlatih dan berpengalaman dalam menerapkan solusinya. Proses kerjasama dimulai dengan analisis kebutuhan bersama, dimana tim konsultan akan bekerja sama dengan staf perusahaan untuk memahami kebutuhan operasional gudang dan merancang solusi yang sesuai. Selanjutnya, tim konsultan akan bertanggung jawab dalam mengimplementasikan sistem dan memberikan pelatihan kepada penggunanya untuk mengoptimalkan penggunaan *Odoo* dalam operasi sehari-hari. Selama implementasi dan setelahnya, vendor WMS *Odoo* juga menyediakan dukungan teknis dan pemeliharaan sistem secara berkala untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik dan dapat diperbarui sesuai kebutuhan perusahaan. Berikut akan dijelaskan mengenai rencana *design* modul WMS *Odoo* yang dibutuhkan untuk perusahaan simpan beku ini yang dapat dilihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6. 4 Rencana *Design* Modul WMS *Odoo*

Nama Modul	Pengertian	Data yang dibutuhkan
Modul Penerimaan (<i>Inbound</i>)	Menerima dan mencatat barang masuk dari pemasok ke dalam sistem, termasuk informasi surat jalan dan lokasi penyimpanan di <i>cold storage</i> .	<ul style="list-style-type: none"> Detail Surat Jalan: Nomor surat jalan dari pemasok. Informasi Stok Masuk: Detail mengenai barang yang diterima termasuk jumlah, jenis barang, dan kondisi barang.
Modul Pengiriman (<i>Outbound</i>)	Mengelola proses pengiriman barang ke pelanggan atau penerima lain dengan mencatat surat jalan dan menghasilkan <i>invoice</i> otomatis setelah proses pengiriman selesai.	<ul style="list-style-type: none"> Detail Surat Jalan: Nomor surat jalan yang akan dibuat untuk pengiriman barang. Invoice: Informasi mengenai tagihan atau <i>invoice</i> untuk pengiriman barang tersebut. Detail Barang: Jumlah barang yang akan dikirimkan, informasi pelanggan, alamat pengiriman, dan instruksi khusus pengemasan atau pengiriman.
Modul <i>Quality Check</i>	Memfasilitasi pemeriksaan kualitas barang yang masuk atau keluar dari <i>cold storage</i> , serta merekam hasil pemeriksaan untuk memastikan barang yang dikirimkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.	<ul style="list-style-type: none"> Hasil Pemeriksaan: Data hasil pemeriksaan kualitas barang termasuk catatan pengukuran, pengujian, atau evaluasi lain yang diperlukan. Keputusan QC: Persetujuan atau penolakan barang setelah pemeriksaan. Notifikasi: Informasi yang diperlukan untuk mengirim notifikasi ke kepala gudang atau pihak terkait.
Modul Manajemen Stok	Melacak dan mengelola stok barang secara <i>real-time</i> di dalam <i>cold storage</i> , termasuk pencatatan setiap transaksi masuk dan keluar, serta menghasilkan laporan inventaris untuk analisis dan perencanaan lebih lanjut.	<ul style="list-style-type: none"> Transaksi Masuk: Data mengenai barang yang masuk ke <i>cold storage</i>, termasuk tanggal, jumlah, dan sumber barang. Transaksi Keluar: Informasi mengenai barang yang keluar dari <i>cold storage</i>, termasuk jumlah, tujuan pengiriman, dan tanggal pengiriman. Stok Aktual: Data mengenai jumlah stok aktual setiap jenis barang di <i>cold storage</i>. Laporan Inventaris: Laporan yang dihasilkan secara otomatis atau sesuai permintaan yang mencakup informasi lengkap mengenai stok barang di <i>cold storage</i>.

Selanjutnya akan dilakukan estimasi perhitungan biaya untuk penerapan alternatif 3 ini yang dapat dilihat pada Tabel 6.5 berikut.

Tabel 6. 5 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 3

No.	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Harga Satuan
1	Lisensi <i>Odoo Enterprise</i>	15 users	\$2160/tahun/user atau Rp31.104.000	Rp466.560.000
2	Jasa Implementasi dan <i>Customization</i>	4 Modul	Rp50.000.000	Rp200.000.000
TOTAL BIAYA				Rp666.560.000

Jadi, dengan mengimplementasikan alternatif 3 ini, maka dapat membantu perusahaan simpan beku untuk meningkatkan akurasi pencatatan stok, mempercepat proses verifikasi dan pengiriman, mengurangi penggunaan kertas, serta dapat meningkatkan efisiensi operasional

gudang secara keseluruhan. Namun, alternatif ini juga memiliki kelemahan seperti biaya investasi awal yang cukup besar yaitu Rp666.560.000, serta kebutuhan akan pelatihan bagi staf untuk menggunakan sistem yang baru.

6.1.4 Penerapan Teknologi RFID

Radio Frequency Identification (RFID) adalah teknologi *wireless* atau nirkabel untuk pengenalan atau identifikasi otomatis dengan frekuensi radio yang menggunakan dua komponen berupa *tag* dan *reader* yang terkontrol dengan suatu sistem kontrol (biasanya berupa komputer) sebagai pusat sistem dan penghubung untuk menerapkan teknologi ini ke *hardware* atau perangkat untuk sistem identifikasi. Tujuan teknologi RFID ini adalah untuk identifikasi atau pengenalan objek yang berisi data dan menyimpan data serta memprosesnya dan dihasilkan outputnya ke suatu perangkat dalam sistem identifikasi tersebut. Teknologi ini memanfaatkan gelombang dengan frekuensi radio untuk transmisi data secara *wireless* (Maghfirah, 2021). Dalam konteks RFID di dalam *cold storage* yang memiliki kondisi suhu dan kelembapan yang ekstrem, penerapannya sedikit berbeda dengan penerapan RFID di gudang biasa. Solusi RFID untuk *cold storage* yang dikemukakan oleh Dharmatech Indonesia (2024) yaitu:

- a. RFID Reader yang digunakan adalah Apulsetech a312 untuk mendeteksi pergerakan barang masuk dan keluar melalui pintu *cold storage*.
- b. LED Display yang menampilkan informasi penting seperti status *ready*, *start*, dan pengiriman data ke server, sehingga memudahkan petugas untuk mengetahui jumlah tag yang terbaca tanpa memerlukan monitor yang tidak sesuai dengan kondisi ekstrem di dalam *cold storage*.
- c. RFID Handheld Reader yang digunakan adalah Apulsetech a811 untuk pemindaian aset saat *loading*, *stock opname*, dan kebutuhan lain yang memerlukan pembacaan cepat dan portabel.
- d. Label RFID 3D yang tahan suhu ekstrem dengan material sintetis seperti seperti *polyester* atau *polyimide* yang dicustom sedemikian rupa sehingga tahan pada suhu ekstrim di dalam *cold storage*.

Berikut ini merupakan bentuk dari RFID Reader dan RFID Handheld Reader yang akan digunakan untuk *cold storage* di perusahaan simpan beku yang dapat dilihat pada Gambar 6.7.



Gambar 6. 7 RFID Reader dan RFID Handheld Reader
(Sumber: Dharmatech Indonesia, 2024)

Penerapan teknologi RFID ini nantinya akan diintegrasikan dengan WMS *Odoo* untuk meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. RFID memungkinkan otomatisasi proses pencatatan masuk dan keluarnya barang tanpa perlu intervensi manual sehingga data inventaris selalu terkini dalam sistem WMS.

Selanjutnya akan dilakukan estimasi perhitungan biaya untuk penerapan alternatif 4 ini yang dapat dilihat pada Tabel 6.6 berikut.

Tabel 6. 6 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 4

No.	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	RFID Reader (Apulsetech a312)	2	Rp50.000.000	Rp100.000.000
2	RFID Handheld Reader (Apulsetech a811)	2	Rp35.000.000	Rp70.000.000
3	RFID Label	384	Rp10.000	Rp3.840.000
4	LED Display (<i>custom</i> untuk <i>cold storage</i>)	1	Rp20.000.000	Rp20.000.000
5	Biaya Integrasi dan Pemasangan	1	Rp100.000.000	Rp100.000.000
TOTAL BIAYA				Rp293.840.000

Jadi, dengan mengimplementasikan alternatif 4 ini, maka dapat membantu perusahaan simpan beku untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam pengelolaan stok, khususnya di dalam *cold storage* dimana pelacakan yang tepat terhadap kondisi dan umur produk sangatlah penting, selain itu pencatatan yang otomatis ini dapat mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan juga mengurangi kesalahan yang biasanya terjadi dalam pencatatan manual. Namun, alternatif ini juga memiliki kelemahan seperti biaya investasi awal yang cukup besar yaitu Rp293.840.000 dan kesulitan dalam penyesuaian infrastruktur perusahaan yang belum mendukung.

6.1.5 Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk

Selama proses pergudangan, masih sering ditemukan permasalahan kemasan yang rusak atau sobek, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.8, yang dapat mengakibatkan kerugian baik dari segi finansial maupun operasional perusahaan. Untuk mengatasi masalah tersebut, direkomendasikan penggunaan kemasan tambahan sebagai perlindungan pada produk. Kemasan tambahan atau kemasan tersier ini bertujuan untuk menambah lapisan perlindungan ekstra di sekitar kemasan primer atau sekunder, sehingga produk lebih terlindungi selama proses dilakukan.



Gambar 6. 8 Kemasan yang Rusak
(Sumber: Data Observasi Lapangan)

Sebagai upaya menjaga kualitas dan keamanan produk yang akan disimpan di dalam *cold storage*, ada 3 jenis kemasan yang dapat digunakan, yaitu:

a. Kemasan Primer

Kemasan primer merupakan kemasan yang langsung menempel pada produk. Umumnya, bahan kemasan yang digunakan untuk kemasan primer ini adalah plastik vacuum jenis *nylon* dan plastik jenis *polyethylene (PE)*. Plastik vacuum *nylon* ini masuk dalam produk polimer sintetik yang mana memiliki tingkat elastis yang cukup tinggi dan daya keratnya cukup kuat. Sedangkan plastik *polyethylene (PE)* digunakan karena bahannya yang kuat terhadap asam, deterjen, alkohol, dan basa, cukup kuat berada di suhu rendah. Contoh pengemasan produk dengan kemasan primer dapat dilihat pada Gambar 6.9 berikut.



Gambar 6. 9 Kemasan Primer Produk

b. Kemasan Sekunder

Kemasan sekunder merupakan kemasan yang berfungsi untuk memberikan perlindungan tambahan dari kemasan primer. Bahan untuk kemasan sekunder biasanya terbuat dari kardus atau *cardboard*. Penggunaan jenis kemasan ini sangat membantu para produsen untuk mengatur barang-barang agar tidak berceceran ke mana-mana. Contoh pengemasan produk dengan kemasan sekunder dapat dilihat pada Gambar 6.10 berikut.



Gambar 6. 10 Kemasan Sekunder Produk

c. Kemasan Tersier

Kemasan tersier merupakan bagian akhir dari seluruh rangkaian proses pengemasan yang ada. Karena menjadi kemasan yang penggunaannya untuk menggabungkan kemasan primer dan sekunder, biasanya kemasan tersier yang digunakan seperti *pallet wrapping*, *bubble wrap*, atau *foam packaging*. Atau dalam hal ini, plastik seperti *stretch film* atau *shrink wrap* juga dapat digunakan untuk mengemas kemasan sekunder dengan rapat dan aman. Contoh pengemasan produk dengan kemasan tersier dapat dilihat pada Gambar 6.11 berikut.



Gambar 6. 11 Kemasan Tersier Produk

Selanjutnya akan dilakukan estimasi perhitungan biaya untuk penerapan alternatif 5 ini yang dapat dilihat pada Tabel 6.7 berikut.

Tabel 6. 7 Estimasi Perhitungan Biaya Alternatif 5

No.	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	Plastik <i>Shrink Wrap</i> 1 kg	10	Rp126.000	Rp1.260.000
2	Mesin <i>Pallet Wrapper</i>	1	Rp85.000.000	Rp85.000.000
TOTAL BIAYA				Rp86.260.000

Jadi, dengan mengimplementasikan alternatif 5 ini, maka dapat membantu perusahaan simpan beku untuk mengurangi risiko kerusakan fisik produk akibat benturan, tekanan, atau lingkungan ekstrim di dalam *cold storage*, serta membantu mempermudah proses *handling* barang. Biaya investasi alternatif 5 ini cukup terbilang kecil yaitu Rp86.260.000, namun, alternatif ini juga memiliki kelemahan yaitu penggunaan plastik yang dapat menciptakan limbah kemasan tambahan yang perlu dikelola dengan baik serta dapat menambah biaya penyimpanan.

Telah disusun beberapa alternatif rekomendasi perbaikan untuk mengurangi *waste* kritis yang telah diidentifikasi sebelumnya menggunakan *Gemba Shikumi* dan *5 Whys*, yang dapat dilihat pada Tabel 6.8 berikut.

Tabel 6. 8 Rekapitulasi Alternatif Rekomendasi Perbaikan

No.	Waste Kritis	Akar Penyebab Waste Kritis	WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan
1	Kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam <i>database</i>	Keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih mengenai IT	WEA3	Penerapan <i>warehouse management system (WMS)</i>

Tabel 6. 8 Rekapitulasi Alternatif Rekomendasi Perbaikan

No.	Waste Kritis	Akar Penyebab Waste Kritis	WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan
	gudang karena masih dilakukan secara manual			
2	Produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan	Perusahaan belum melakukan investasi untuk memperbaiki sistem penyimpanan di dalam <i>cold storage</i>	WEA1	Perancangan tata letak <i>cold storage</i> dengan <i>pallet racking</i>
			WEA5	Penggunaan kemasan tambahan sebagai perlindungan produk
3	Frekuensi buka-tutup pintu <i>cold storage</i> yang berlebihan	Tidak ada <i>material handling</i> yang memiliki kapasitas angkut yang lebih besar	WEA2	Investasi <i>material handling</i> dengan kapasitas besar
4	Operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> khususnya saat kondisi gudang sedang penuh	Tata letak <i>cold storage</i> tidak direncanakan dengan baik	WEA1	Perancangan tata letak <i>cold storage</i> dengan <i>pallet racking</i>
5	Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam <i>cold storage</i>	Tidak ada teknologi yang memadai untuk mendukung sistem pencatatan dan pelacakan lokasi barang di dalam <i>cold storage</i>	WEA4	Penerapan Teknologi RFID

Adapun dari kelima alternatif rekomendasi perbaikan tersebut akan disusun *action plan* untuk mempermudah pihak perusahaan dalam menerapkannya sehingga perusahaan dapat mencapai tujuan dari masing-masing alternatif rekomendasi perbaikan ini dengan tepat. *Action plan* dari alternatif rekomendasi perbaikan dapat dilihat pada Tabel 6.9 berikut.

Tabel 6. 9 Action Plan dari Alternatif Rekomendasi Perbaikan

WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan	Tujuan	Dampak Penerapan
WEA1	Perancangan Tata Letak <i>Cold storage</i> dengan <i>Pallet Racking</i>	Memperbaiki tata letak <i>cold storage</i> untuk mengurangi produk yang tidak ditata dengan rapi dan mengurangi risiko ikan tercecer keluar kemasan.	Pengurangan insiden produk tercecer dan peningkatan dalam penggunaan ruang <i>cold storage</i> yang optimal.
WEA2	Investasi <i>Material Handling</i> dengan Kapasitas Besar	Mengatasi kesulitan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> akibat kurangnya kapasitas angkut <i>material handling</i> yang memadai.	Waktu yang lebih singkat untuk pengambilan dan penyimpanan barang.
WEA3	Penerapan <i>Warehouse Management System (WMS)</i>	Memperbaiki pencatatan stok yang kurang akurat dan manual di dalam <i>database</i> gudang.	Pengurangan kesalahan stok, waktu yang lebih efisien dalam pemantauan stok, dan pengurangan limbah kertas dari dokumen manual.

Tabel 6. 9 *Action Plan* dari Alternatif Rekomendasi Perbaikan

WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan	Tujuan	Dampak Penerapan
WEA4	Penerapan Teknologi RFID	Meningkatkan efisiensi pencarian dan pelacakan lokasi barang di dalam cold storage.	Peningkatan kecepatan dalam menemukan barang, pengurangan waktu pencarian, dan peningkatan akurasi inventaris
WEA5	Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk	Mengurangi risiko produk tidak ditata dengan rapi dan tercecer keluar kemasan.	Pengurangan insiden produk tercecer dan pengurangan jumlah kemasan yang rusak

6.2 Penyusunan *Lean Matrix 2*

Pada subbab ini akan dilakukan penyusunan *Lean Matrix 2* untuk menilai 5 alternatif rekomendasi perbaikan yang diusulkan pada subbab 6.1. Alternatif rekomendasi perbaikan atau yang disebut juga sebagai *Waste Elimination Action (WEA)* ini diharapkan akan membantu meminimalisir inefisiensi dan pemborosan pada proses pergudangan. Nantinya setelah dilakukan penilaian dengan *Lean Matrix 2*, akan diperoleh urutan prioritas rekomendasi perbaikan yang akan dipilih untuk menjadi rekomendasi perbaikan terbaik untuk diajukan kepada pihak perusahaan. Berikut merupakan kelima usulan *Waste Elimination Action (WEA)* yang dapat dilihat pada Tabel 6.10.

Tabel 6. 10 Usulan *Waste Elimination Action (WEA)*

WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan
WEA1	Perancangan Tata Letak <i>Cold storage</i> dengan <i>Pallet Racking</i>
WEA2	Investasi <i>Material Handling</i> dengan Kapasitas Besar
WEA3	Penerapan <i>Warehouse Management System (WMS)</i>
WEA4	Penerapan Teknologi RFID
WEA5	Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk

Adapun komponen yang dibutuhkan untuk menyusun *Lean Matrix 2* ini yaitu nilai *occurrence*, nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*, dan nilai *Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)*, yang perhitungannya akan dijelaskan sebagai berikut.

6.2.1 Nilai *Occurance Akar Penyebab Waste*

Pada tahap ini akan dilakukan wawancara dan sesi *brainstorming* antara peneliti dengan kedua *expert* perusahaan, yaitu kepala gudang dan salah satu personel dari tim *quality control*, untuk bersama-sama mengisi kuisioner terkait dengan nilai *occurrence level* yaitu estimasi seberapa sering dampak yang ditimbulkan oleh akar penyebab *waste* muncul dalam proses pergudangan. Penilaian ini terdiri dari skor dengan *range* 1-10 dimana skor 1 yang menunjukkan bahwa akar penyebab *waste* hampir tidak pernah terjadi dalam proses pergudangan hingga skor 10 yang menunjukkan bahwa akar penyebab *waste* terjadi terus-menerus tanpa henti. Adapun hasil penilaian *occurrence level* dapat dilihat pada Tabel 6.11 berikut.

Tabel 6. 11 Hasil Penilaian Skor *Occurance* Akar Penyebab *Waste*

No.	Pertanyaan	Skor <i>Occurance</i>	Nilai AIV	Nilai ACV
1	Seberapa sering perusahaan menghadapi masalah akibat dari keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih dalam IT?	6	10	60
2	Seberapa sering masalah terjadi akibat dari sistem penyimpanan di dalam <i>cold storage</i> yang tidak diperbarui?	5	10	50
3	Seberapa sering masalah terjadi akibat tidak adanya <i>material handling</i> yang mampu mengangkut lebih banyak barang?	4	6	24
4	Seberapa sering masalah terjadi akibat tata letak <i>cold storage</i> yang tidak direncanakan dengan baik?	6	6	36
5	Seberapa sering perusahaan mengalami kesulitan dalam pencatatan dan pelacakan barang akibat dari kurangnya teknologi yang memadai?	7	6	42

Nilai *Aggregate Cause Value (ACV)* di atas didapatkan dari perkalian antara nilai *occurance* dari hasil pengisian kuisioner oleh *expert* perusahaan dengan nilai AIV dari matriks kepentingan mutlak pada *Gemba Shikumi*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai ACV pada salah satu akar penyebab *waste*.

$$ACV_n = O_i \times AIV_i$$

$$ACV_1 = 6 \times 10$$

$$ACV_1 = 60$$

6.2.2 Perhitungan Nilai Total Effectiveness of Waste Elimination Action (*Tem*)

Untuk menghitung nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*, diperlukan dua komponen nilai yaitu nilai *Aggregate Cause Value (ACV)* dan nilai *Degree of Effectiveness of Action (Emj)*. Nilai ACV telah didapatkan dari hasil perhitungan pada Tabel 6.11, sedangkan nilai *Degree of Effectiveness of Action (Emj)* didapatkan dari hasil wawancara dan sesi *brainstorming* antara peneliti dengan kedua *expert* perusahaan untuk bersama-sama mengisi kuisioner terkait dengan nilai *Degree of Effectiveness of Action (Emj)* yaitu seberapa efektif WEA yang diusulkan mampu untuk menyelesaikan permasalahan *waste*. Penilaian ini menggunakan skala *likert* yaitu nilai 0 (tidak berpengaruh), nilai 1 (memiliki efektivitas yang lemah), nilai 3 (memiliki efektivitas yang sedang), dan nilai 9 (memiliki efektivitas yang tinggi). Adapun hasil penilaian *Degree of Effectiveness of Action (Emj)* untuk masing-masing akar penyebab *waste* kritis dan WEA dapat dilihat pada Tabel 6.12 berikut.

Tabel 6. 12 Hasil Penilaian *Degree of Effectiveness of Action (Emj)* dan *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*

Akar Penyebab <i>Waste</i> Kritis	WEA1	WEA2	WEA3	WEA4	WEA5	Keterangan
S1			9			WEA4 memiliki efektivitas yang tinggi untuk meminimalisir akar penyebab <i>waste</i> kritis

Tabel 6. 12 Hasil Penilaian *Degree of Effectiveness of Action (Emj)* dan *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*

Akar Penyebab Waste Kritis	WEA1	WEA2	WEA3	WEA4	WEA5	Keterangan
S2	3				1	WEA1 memiliki efektivitas yang sedang dan WEA5 memiliki efektivitas yang lemah untuk meminimalisir akar penyebab waste kritis
S3		9				WEA2 memiliki efektivitas yang tinggi untuk meminimalisir akar penyebab waste kritis
S4	3					WEA1 memiliki efektivitas yang sedang untuk meminimalisir akar penyebab waste kritis
S5				9		WEA4 memiliki efektivitas yang tinggi untuk meminimalisir akar penyebab waste kritis
Nilai Tem	258	216	540	378	50	

Nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)* di atas didapatkan dari perkalian antara nilai *Degree of Effectiveness of Action (Emj)* dari hasil pengisian kuisioner oleh *expert* perusahaan dengan nilai ACV yang didapatkan pada subbab 6.2.1. Nilai ini menunjukkan seberapa efektif *Waste Elimination Action (WEA)* yang diusulkan dapat meminimalisir akar penyebab *waste*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai Tem pada salah satu WEA.

$$TE_m = \sum ACVi Emj$$

$$TE_{m1} = (50 \times 3) + (36 \times 3)$$

$$TE_{m1} = 258$$

6.2.3 Perhitungan Nilai *Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)*

Untuk menghitung nilai *Total Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)*, diperlukan dua komponen nilai yaitu nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)* dan nilai *Degree of Difficulty Performing Action (Dm)*. Nilai Tem telah didapatkan dari hasil perhitungan pada Tabel 6.12, sedangkan nilai *Degree of Difficulty Performing Action (Dm)* didapatkan dari hasil wawancara dan sesi *brainstorming* antara peneliti dengan kedua *expert* perusahaan untuk bersama-sama mengisi kuisioner terkait dengan nilai *Degree of Difficulty Performing Action (Dm)* yaitu seberapa tinggi tingkat kesulitan penerapan WEA. Penilaian ini menggunakan skala penilaian 3 (tingkat penerapan WEA mudah), 4 (tingkat penerapan WEA sedang), dan 5 (tingkat penerapan WEA sulit). Adapun hasil penilaian *Degree of Difficulty Performing Action (Dm)* untuk masing-masing WEA dapat dilihat pada Tabel 6.13 berikut.

Tabel 6. 13 Hasil Penilaian *Degree of Difficulty Performing Action (Dm)* dan *Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)*

WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan	Dm	Keterangan	ETDm
WEA1	Perancangan Tata Letak <i>Cold storage</i> dengan <i>Pallet Racking</i>	5	WEA memiliki tingkat penerapan yang sulit karena memerlukan perhitungan dimensi dan kapasitas rak yang detail dan akurat, perubahan tata letak yang signifikan, serta biaya investasi awal yang cukup besar	51,6
WEA2	Investasi <i>Material Handling</i> dengan Kapasitas Besar	4	WEA memiliki tingkat penerapan yang sedang karena memerlukan kebutuhan dan pemilihan <i>forklift</i> yang tepat serta pelatihan khusus bagi operator.	54
WEA3	Penerapan <i>Warehouse Management System (WMS)</i>	4	WEA memiliki tingkat penerapan yang sedang karena memerlukan integrasi dengan sistem yang ada di perusahaan serta perubahan dalam proses bisnis dan alur kerja yang ada di <i>cold storage</i> .	135
WEA4	Penerapan Teknologi RFID	5	WEA memiliki tingkat penerapan yang sulit karena memerlukan instalasi infrastruktur yang kompleks, integrasi dengan sistem WMS yang mana perusahaan belum punya, serta perubahan dalam proses bisnis dan alur kerja yang ada di <i>cold storage</i> .	75,6
WEA5	Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk	3	WEA memiliki tingkat penerapan yang mudah karena tidak memerlukan perubahan sistem atau infrastruktur yang signifikan dan biaya investasi yang relatif kecil.	16,67

Nilai *Total Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)* di atas didapatkan dari pembagian antara nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)* yang didapatkan pada subbab 6.2.2 dengan nilai *Degree of Difficulty Performing Action (Dm)* dari hasil pengisian kuisioner oleh *expert* perusahaan. Nilai ini menunjukkan rasio seberapa efektif WEA yang diusulkan terhadap tingkat kesulitan penerapannya. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai ETDm pada salah satu WEA.

$$ETD_m = \frac{Tem}{Dm}$$

$$ETD_{m1} = \frac{258}{5}$$

$$ETD_{m1} = 51,6$$

Setelah seluruh komponen yang dibutuhkan, yaitu nilai *occurance*, nilai *Total Effectiveness of Waste Elimination Action (Tem)*, dan nilai *Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)* telah didapatkan, maka selanjutnya disusunlah *Lean Matrix 2* yang dapat dilihat pada Tabel 6.14 berikut.

Tabel 6. 14 *Lean Matrix 2*

Root Source of Waste	Waste Elimination Action (WEA)					Nilai AIV	Nilai Occurance	Aggregate Cause <i>i</i>
	WEA 1	WEA 2	WEA 3	WEA 4	WEA 5			
S1	0	0	9	0	0	10	6	60
S2	3	0	0	0	1	10	5	50
S3	0	9	0	0	0	6	4	24
S4	3	0	0	0	0	6	6	36
S5	0	0	0	9	0	6	7	42
Total Effectiveness of Waste Elimination Action <i>m</i> (Tem)	258	216	540	378	50			
Degree of Difficulty of Performing Action (Dm)	5	4	4	5	3			
Effectiveness of Difficulty Ratio (ETDm)	51,6	54	135	75,6	16,67			
Rank of Action Priority	4	3	1	2	5			

6.3 Rekomendasi Perbaikan Terpilih

Berdasarkan penyusunan *Lean Matrix 2* pada Tabel 6.14, diketahui bahwa *Rank of Action Priority* tertinggi adalah WEA3 (Penerapan *Warehouse Management System*) dengan nilai ETDm yaitu 135, disusul dengan WEA4 (Penerapan Teknologi RFID) dengan nilai ETDm 75,6, WEA2 (Investasi *Material Handling* dengan Kapasitas Besar) dengan nilai ETDm 54, WEA1 (Perancangan Tata Letak *Cold storage* dengan *Pallet Racking*) dengan nilai ETDm 51,6, dan terakhir WEA5 (Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk) dengan nilai ETDm 16,67. Setelah dilakukan diskusi dengan pihak perusahaan, diputuskan bahwa alternatif perbaikan yang ingin diterapkan adalah 2 peringkat teratas yaitu WEA3 dan WEA4 karena kedua alternatif tersebut yang paling *feasible* apabila hendak diterapkan saat ini.

Rekomendasi perbaikan terpilih pertama adalah penerapan *Warehouse Management System* (WMS). Sistem ini dirancang untuk meningkatkan akurasi pencatatan stok, mempercepat proses verifikasi dan pengiriman barang, serta mengurangi penggunaan kertas. Dengan menerapkan WMS, perusahaan simpan beku dapat mengoptimalkan manajemen gudangnya secara signifikan, mengurangi biaya operasional, dan dampak lingkungan dari penggunaan kertas yang berlebihan. Selain itu, penerapan WMS juga memanfaatkan otomatisasi dan pemantauan terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi operasional *cold storage* yang secara keseluruhan dapat membantu menjaga konsistensi persediaan serta memberikan layanan yang lebih cepat dan andal kepada pelanggan.

Rekomendasi perbaikan kedua adalah penerapan teknologi RFID. Teknologi ini meningkatkan kecepatan dan akurasi pengelolaan stok, serta mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan untuk monitoring. Dengan menerapkan RFID, perusahaan simpan beku dapat melakukan pelacakan yang lebih tepat terhadap kondisi dan umur produk yang mana sangat penting untuk menjaga kualitas dan keamanan produk yang disimpan. Pencatatan otomatis dengan RFID juga dapat mengurangi waktu dan upaya yang diperlukan dalam monitoring stok, serta menghilangkan kesalahan manual, sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional *cold storage* dan ketersediaan produk yang lebih konsisten.

Penerapan kedua rekomendasi ini juga secara signifikan dapat mempengaruhi kelima KPI perusahaan. Implementasi WMS berkontribusi pada penurunan *Inventory Cost* dengan mengurangi waktu penyimpanan dan biaya terkait kesalahan manual. WMS juga dapat meningkatkan *Receiving Productivity* dengan mempercepat penerimaan barang, mempermudah pencapaian target 2-3 ton per jam kerja, dan mendukung *Warehouse Utilization* dengan penggunaan ruang yang lebih efisien. Sementara itu, teknologi RFID dapat meningkatkan *Shipping Productivity* dengan mempercepat pengelolaan stok, mendukung pencapaian target 25 ton per bulan, dan berperan dalam meningkatkan *Customer Satisfaction* melalui layanan yang lebih cepat dan akurat, mengurangi keluhan terkait ketidakakuratan stok dan keterlambatan pengiriman. Dengan demikian, kedua teknologi ini akan mendukung pencapaian KPI secara konsisten dan memperbaiki kinerja operasional *cold storage* secara menyeluruh.

Selanjutnya, dari kedua rekomendasi alternatif perbaikan yang terpilih tersebut, dilakukan proyeksi dampak implementasi terhadap kondisi eksisting terkait dengan waktu proses pergudangannya. Adapun data estimasi reduksi waktu proses pergudangan dapat dilihat pada Tabel 6.15 berikut.

Tabel 6. 15 Estimasi Reduksi Waktu pada Proses Pergudangan

Detail Aktivitas	Waktu (detik)		Keterangan
	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	
Admin gudang melakukan pengecekan terkait dengan surat jalan dari pihak pengirim	180	0	WMS membantu mengintegrasikan dokumen digital dan validasi otomatis
Menunggu verifikasi surat jalan dari pihak pengirim oleh admin gudang	300	0	WMS mempercepat verifikasi melalui sistem otomatis
Menunggu ketersediaan area <i>loading dock</i>	300	150	WMS membantu mengelola jadwal dan ketersediaan <i>loading dock</i> secara real-time
Admin gudang melakukan perhitungan jumlah barang dan pengecekan kondisi barang	395	198	WMS mempercepat pencatatan jumlah dan kondisi secara digital, RFID mempercepat perhitungan dan pengecekan barang secara otomatis
Admin gudang mencatat hasil pengecekan pada kertas tally	399	0	WMS menggantikan kertas tally dengan pencatatan digital, RFID menggantikan pencatatan otomatis melalui pembacaan tag RFID
Admin gudang mencocokkan hasil pengecekan dengan surat jalan yang diterima dari pihak pengirim	125	0	WMS melakukan pencocokan otomatis dengan data yang diinput, RFID mempercepat pencocokan data barang dengan surat jalan secara otomatis
Menunggu kepala gudang memeriksa laporan hasil pengecekan barang	300	0	WMS memungkinkan akses langsung dan cepat oleh kepala gudang, RFID membantu pelacakan lokasi barang secara cepat dan akurat
Kepala gudang menelusuri keseluruhan <i>cold storage</i> untuk mencari dan memastikan lokasi penyimpanan di <i>cold storage</i>	301	0	WMS menyediakan data lokasi penyimpanan secara real-time

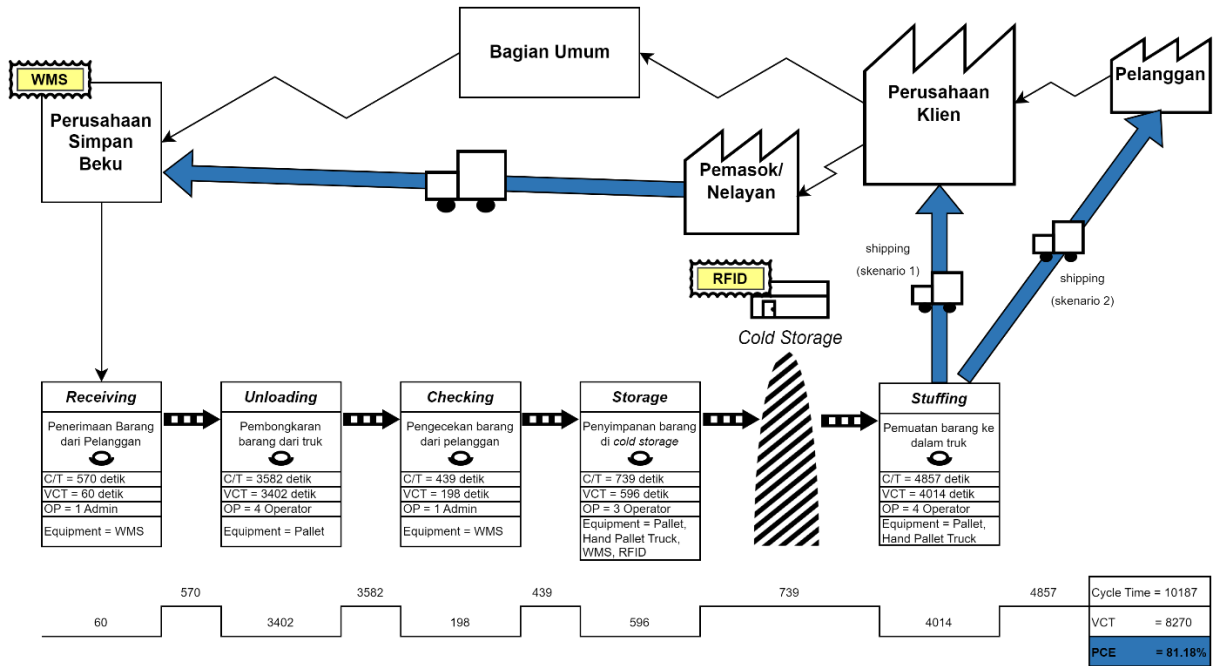
Tabel 6. 15 Estimasi Reduksi Waktu pada Proses Pergudangan

Detail Aktivitas	Waktu (detik)		Keterangan
	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	
Operator gudang menulis dan memasang gelang penanda yang berisi informasi barang yang disimpan	239	0	WMS menggantikan penanda manual dengan label digital yang terintegrasi, RFID menggantikan gelang penanda dengan tag RFID yang berisi informasi barang
Setelah barang disimpan, admin gudang membuat faktur (<i>invoice</i>) sebagai bukti transaksi penyewaan gudang	317	0	WMS dapat mengotomatiskan pembuatan faktur
Menunggu faktur (<i>invoice</i>) selesai dibuat oleh admin gudang	300	0	WMS mempercepat proses pembuatan dan penerbitan faktur
Admin gudang menghubungi operator gudang untuk memberitahu barang yang akan diambil sesuai dengan faktur (<i>invoice</i>)	240	0	WMS dapat mengirimkan notifikasi otomatis kepada operator gudang
Operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam cold storage	431	0	WMS menyediakan informasi lokasi barang secara akurat, RFID memudahkan pencarian barang
Setelah barang dimuat, admin gudang memverifikasi status pembayaran sewa gudang	300	150	WMS memudahkan verifikasi pembayaran dengan integrasi dengan sistem keuangan
Admin gudang membuat surat jalan berdasarkan detail barang yang diambil dan konfirmasi pembayaran	319	0	WMS dapat menghasilkan surat jalan otomatis berdasarkan data transaksi
Menunggu surat jalan selesai dibuat oleh admin gudang	300	0	WMS mempercepat pembuatan surat jalan
Total	4746	498	

Penerapan dari kedua rekomendasi perbaikan yang terpilih diestimasi dapat mereduksi waktu proses pergudangan sebesar 4248 detik dari waktu kondisi eksisting. Hasil penerapan perbaikan ini secara aktual dapat berbeda dengan estimasi reduksi waktu yang telah dilakukan karena adanya variabel yang mungkin belum diperhitungkan saat dilakukannya estimasi ini.

6.4 Penyusunan *Future Value Stream Mapping*

Berdasarkan hasil estimasi perhitungan waktu reduksi proses pergudangan pada subbab 6.3, akan disusun *Future Value Stream Mapping* untuk mengetahui perubahan yang terjadi saat perusahaan simpan beku menerapkan rekomendasi perbaikan yang terpilih. Berikut merupakan gambaran *Future Value Stream Mapping* yang dapat dilihat pada Gambar 6.12



Gambar 6. 12 Future Value Stream Mapping Perusahaan Simpan Beku

Berdasarkan hasil pemetaan *Future Value Stream Mapping*, didapatkan nilai total *cycle time* untuk proses pergudangan ikan layang beku dengan kuantitas 10 ton adalah 10187 detik atau setara dengan 2.83 jam, dengan *Value Creating Time* (VCT) sebesar 8270 detik. Kemudian dari nilai tersebut, dihitung nilai efisiensi siklus proses dan didapatkan nilai PCE sebesar 81.18%. Penerapan rekomendasi perbaikan yang terpilih diketahui menyebabkan penurunan total *cycle time* secara signifikan, yaitu sebesar 29.43%. Nilai PCE juga mengalami peningkatan sebesar 25.62%. Hal ini membuktikan bahwa penerapan rekomendasi perbaikan, seperti implementasi *Warehouse Management System* (WMS) dan teknologi RFID efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional pergudangan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dari pengerjaan Tugas Akhir yang menjawab tujuan dari penelitian, serta saran sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian yang ditujukan kepada perusahaan simpan beku dan penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengerjaan Tugas Akhir yang menjawab tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Aktivitas pergudangan yang teridentifikasi sebagai aktivitas yang menyebabkan pemborosan atau *waste* terdiri dari 11 aktivitas dari keseluruhan 35 aktivitas pada proses pergudangan perusahaan simpan beku yang didapatkan melalui observasi langsung (*gempa walking*), wawancara dengan pihak gudang, serta pemetaan melalui tools *Value Stream Mapping (VSM)*, *Process Activity Mapping (PAM)*, dan *Spaghetti Diagram*.
2. Berdasarkan analisis menggunakan *Gemba Shikumi*, didapatkan 5 *waste* kritis dari matriks kepentingan mutlak, antara lain kurangnya pencatatan stok secara menyeluruh di dalam *database* gudang karena masih dilakukan secara manual yang termasuk ke dalam *waste inventory*, produk tidak ditata dengan rapi sehingga beberapa ikan tercecer keluar kemasan yang termasuk ke dalam *waste inventory* dan *waste defect*, frekuensi buka-tutup pintu *cold storage* yang berlebihan yang termasuk ke dalam *waste excess processing* dan *waste EHS*, operator gudang kesulitan melakukan mobilisasi di dalam *cold storage* khususnya saat kondisi gudang sedang penuh yang termasuk ke dalam *waste motion* dan *waste EHS*, serta operator gudang mencari lokasi barang yang akan diambil di dalam *cold storage* yang termasuk ke dalam *waste motion*. Didapatkan juga 1 area kritis dari matriks area dimana area ini terdeteksi sebagai area yang paling banyak terjadi masalah dan membutuhkan perbaikan segera, yaitu area di dalam *cold storage*.
3. Berdasarkan analisis menggunakan 5 *Whys*, didapatkan 5 akar penyebab *waste* yang menyebabkan *waste* kritis tersebut dapat terjadi, diantaranya yaitu keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih mengenai IT, perusahaan belum melakukan investasi untuk memperbaiki sistem penyimpanan di dalam *cold storage*, tidak ada *material handling* yang memiliki kapasitas angkut yang lebih besar, tata letak *cold storage* tidak direncanakan dengan baik, dan tidak ada teknologi yang memadai untuk mendukung sistem pencatatan dan pelacakan lokasi barang di dalam *cold storage*.
4. Berdasarkan hasil penyusunan *Lean Matrix 2* dan diskusi dengan pihak perusahaan, alternatif perbaikan yang ingin diterapkan adalah dua peringkat teratas yaitu WEA3 (Penerapan *Warehouse Management Syst*) dengan nilai ETDm 135 dan WEA4 (Penerapan Teknologi RFID) dengan nilai ETDm 75,6. Hal ini karena kedua alternatif tersebut yang paling *feasible* apabila hendak diterapkan saat ini. Penerapan dari kedua rekomendasi perbaikan yang terpilih ini diestimasikan dapat menurunkan

total cycle time secara signifikan sebesar 29.43%, dari awalnya 14435 detik menjadi 10187 detik, serta meningkatkan nilai *process cycle efficiency* sebesar 25.62%, dari yang awalnya 64.62% menjadi 81.18%. Selain itu, implementasi WMS berkontribusi pada penurunan *Inventory Cost*, peningkatan *Receiving Productivity*, dan optimalisasi *Warehouse Utilization*. Sementara teknologi RFID berkontribusi pada peningkatan *Shipping Productivity* dan *Customer Satisfaction*. Dengan demikian, kedua teknologi ini akan mendukung pencapaian KPI secara konsisten dan memperbaiki kinerja operasional *cold storage* secara menyeluruh.

7.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian yang ditujukan untuk perusahaan simpan beku dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

7.2.1 Saran bagi Perusahaan Simpan Beku

Berikut merupakan saran yang ditujukan untuk perusahaan simpan beku.

1. Perusahaan dapat segera melakukan perbaikan terhadap proses pergudangannya dengan menerapkan saran rekomendasi perbaikan yang terpilih, seperti implementasi *Warehouse Management System (WMS)* dan teknologi RFID.
2. Perusahaan terus mencari peluang perbaikan untuk mendukung konsep *continous improvement* di beberapa area lain yang mungkin masih belum terdeteksi dalam proses operasional pergudangan.

7.2.2 Saran bagi Penelitian Selanjutnya

Berikut merupakan saran yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya.

1. Penelitian selanjutnya perlu mengidentifikasi dampak jangka panjang dari penerapan perbaikan terhadap pengembalian investasi awal untuk meyakinkan bahwa penerapan teknologi tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga memberikan keuntungan finansial yang signifikan bagi perusahaan.
2. Penelitian selanjutnya perlu memperluas fokusnya untuk memperhatikan aspek-aspek yang belum diidentifikasi pada penelitian ini, seperti kontrol suhu dan kelembapan, penggunaan energi, instalasi elektrikal, dan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi efisiensi dan keberlanjutan operasional *cold storage*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiem, M. A. (2024). *Peluang Peningkatan Produktivitas Sektor Kelautan dan Perikanan di Tahun 2024*. Jakarta.
- Alpiansah, H., Karnan, & Mahrus. (2024). *Fish Diversity at Tanjung Luar Fish Landing Base (FLB) East Lombok as a Field Laboratory for Learning Biodiversity*. doi: 10.29303/jbt.v24i1.6519
- Anugrah, M., Zaini, E., & Rispianda. (2016). USULAN PENGURANGAN WASTE PROSES PRODUKSI MENGGUNAKAN WASTE ASESSMENT MODEL DAN VALUE STREAM MAPPING DI PT. X. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Data Ekspor-Impor Kelautan dan Perikanan*. Retrieved from <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=eksim&i=211#panel-footer-kpda>
- Bialek, R., Moran, J. W., & Duffy, G. L. (2009). *The Public Health Quality Improvement Handbook* (1st edition). ASQ Quality Press.
- Daniels, R. (2021). *Warehousing Definition, Advantages, Functions, Roles and Types in Detail*.
- Dharmatech Indonesia. (2024). *Solusi RFID Cold Storage*. Retrieved from <https://dharmatech.id/2024/03/22/rfid-cold-storage/>
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., & Costantino, N. (2013). *A LEAN WAREHOUSING INTEGRATED APPROACH: A CASE STUDY*.
- Food Logistics. (2014). *Applying Lean Principles in the Cold Storage Environment*. Retrieved from <https://www.foodlogistics.com/transportation/cold-chain/article/11440237/applying-lean-principles-in-the-cold-storage-environment>
- Gaspersz, V. (2006). *Continous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum.
- Gaspersz, V. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries, Waste Elimination and Continous Cost Reduction* (Edisi Kedua). Bogor: Vinchristo Publication.
- Hadiguna, R. A., & Setiawan, H. (2008). *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta: Andi Offser.
- Handoko, T. H. (2010). *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta: BPFE .
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Center, Cardiff Business School.
- Karningsih, P. D., Pangesti, A. T., & Suef, M. (2019). Lean Assessment Matrix: A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1). doi: 10.1088/1757-899X/598/1/012082

- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2021). *KPP Dorong Optimalkan Pengelolaan Perikanan di Laut Lepas dan ZEE*. Retrieved from <https://www.kkp.go.id/news/news-detail/kkp-dorong-optimalkan-pengelolaan-perikanan-di-laut-lepas-dan-zee65c30b17d1b67.html>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2024). *KKP Kawal Distribusi dan Stabilitas Harga Ikan Selama Ramadhan*. Retrieved from <https://www.kkp.go.id/news/news-detail/kkp-kawal-distribusi-dan-stabilitas-harga-ikan-selama-ramadan.html>
- Khunaifi, A., Primadasa, R., Sutono, S. B., & Teknik, F. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping di PT. Pura Barutama. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2).
- Leong, G. K., Synder, D. L., & Waed, P. T. (1990). Research in The Process and Content of Manufacturing Strategy. *The International Journal of Management Science*, 8(2), 109–122.
- Lestari, K., & Susandi, D. (2019). *Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ*.
- Lestari, S. F. W. (2020). *Gudang Berpendingin (Cold Storage)*. Retrieved from <https://supplychainindonesia.com/gudang-berpendingin-cold-storage/>
- Maghfirah, N. (2021). *Pengimplementasian RFID dalam Perkembangan Teknologi*. Universitas Andalas. Retrieved from http://reslab.sk.fti.unand.ac.id/index.php?option=com_k2&view=item&id=245:pen-gimplementasian-rfid-dalam-perkembangan-teknologi&Itemid=342
- Naiu, A. S., Koniyo, Y., Nursinar, S., & Kasim, F. (2018). *Penanganan dan Pengolahan Hasil Perikanan*. Gorontalo: CV. Athra Samudra.
- Ohno, T. (2006). *Ask “why” five times about every matter*. Toyota Motor Corporation. Retrieved from http://www.toyota-global.com/company/toyota_traditions/quality/mar_apr_2006.html
- Ohno, Taiichi. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production* (1st edition). Portland: Productivity Press.
- Primasari, D., Fa, M., Janaqi, ul, Rukmana, T., Sahril Sidik, M., & Kamilah, N. (2021). PENERAPAN ERP MENGGUNAKAN ODOO PADA COWAY JAKARTA. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(2), 31–41. doi: 10.32832/kreatif.v9i2.6682
- Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Putri, I. G. A. P. A., & Nurcaya, I. N. (2019). PENERAPAN WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM PADA PT UNIPLASTINDO INTERBUANA BALI. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 8(12), 7216. doi: 10.24843/ejmunud.2019.v08.i12.p16
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8), 800–822. doi: 10.1108/01443570510608619

- Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in The Modern Warehouse*. Retrieved from <https://www.businessstudynotes.com/others/introduction-to-business/explain-advantages-and-functions-of-warehousing-in-detail/>
- Staudt, F. H., Alpan, G., Di Mascolo, M., & Rodriguez, C. M. T. (2015). Warehouse performance measurement: A literature review. In *International Journal of Production Research* (Vol. 53, Issue 18, pp. 5524–5544). Taylor and Francis Ltd. doi: 10.1080/00207543.2015.1030466
- Villarreal, B., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2016). Lean road transportation – a systematic method for the improvement of road transport operations. *Production Planning and Control Journal*, 27(11), 865–877.
- Warman, J. (1995). *Manajemen Pergudangan*.
- Yasni, H. (2021). *Peluang Industri Cold Chain di Indonesia*. Supply Chain Indonesia. Retrieved from <https://supplychainindonesia.com/peluang-industri-cold-chain-di-indonesia/>
- Yola, M., Wahyudi, F., Hartati, M., Teknik Industri, J., Sains dan Teknologi, F., Sultan Syarif Kasim Riau Jl Soebrantas No, U. H., & Baru, S. (2017). Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam bidang Teknik Industri Value Stream Mapping untuk Mereduksi Waste Dominan dan Meningkatkan Produktivitas Produksi di Industri Kayu. In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 3, Issue 2).
- Young, M. (1997). *Cold and Chilled Storage Technology* (C. V. J. Dellino, Ed.). Springer US.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Kuisisioner Nilai *Occurance Level* Akar Penyebab *Waste* Kritis

Deskripsi Singkat:

Kuisisioner ini dirancang untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat kejadian (*occurance level*) dari akar penyebab *waste* kritis yang berkontribusi pada munculnya permasalahan dalam proses pergudangan perusahaan simpan beku. Responden diminta untuk memberikan nilai atau skor berdasarkan frekuensi dari setiap penyebab yang teridentifikasi. Data yang didapatkan dari kuisisioner ini akan membantu peneliti untuk memfokuskan upaya perbaikan pada permasalahan yang paling sering menyebabkan pemborosan.

Berikut merupakan akar penyebab *waste* kritis yang ditemukan.

Kode	Akar Penyebab <i>Waste</i> Kritis
S1	Keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih mengenai IT
S2	Perusahaan belum melakukan investasi untuk memperbaiki sistem penyimpanan di dalam <i>cold storage</i>
S3	Tidak ada <i>material handling</i> yang memiliki kapasitas angkut yang lebih besar
S4	Tata letak <i>cold storage</i> tidak direncanakan dengan baik
S5	Tidak ada teknologi yang memadai untuk mendukung sistem pencatatan dan pelacakan lokasi barang di dalam <i>cold storage</i>

Berikut merupakan kriteria penilaian tingkat kejadian permasalahan.

Skor	Deskripsi	Skala Frekuensi
1	Hampir tidak pernah terjadi	Tidak pernah atau sekali dalam beberapa tahun
2	Sangat jarang terjadi	Sekali dalam setahun atau lebih jarang
3	Terjadi sesekali namun tidak sering	Sekali dalam beberapa bulan
4	Mulai sering terjadi namun dalam frekuensi rendah	Sekali dalam dalam dua bulan
5	Cukup sering terjadi	Sekali dalam sebulan
6	Sering terjadi	Beberapa kali dalam sebulan
7	Sangat sering terjadi	Sekali dalam seminggu
8	Hampir selalu terjadi	Beberapa kali dalam seminggu
9	Selalu terjadi	Setiap hari
10	Terjadi terus-menerus tanpa henti	Beberapa kali dalam sehari

Silahkan melakukan penilaian tingkat kejadian dengan skala 1-10 terhadap akar penyebab *waste* kritis pada tabel di bawah ini.

No.	Pertanyaan	Skor <i>Occurance</i>
1	Seberapa sering perusahaan menghadapi masalah akibat dari keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih dalam IT?	...
2	Seberapa sering masalah terjadi akibat dari sistem penyimpanan di dalam <i>cold storage</i> yang tidak diperbarui?	...
3	Seberapa sering masalah terjadi akibat tidak adanya <i>material handling</i> yang mampu mengangkut lebih banyak barang?	...
4	Seberapa sering masalah terjadi akibat tata letak <i>cold storage</i> yang tidak direncanakan dengan baik?	...
5	Seberapa sering perusahaan mengalami kesulitan dalam pencatatan dan pelacakan barang akibat dari kurangnya teknologi yang memadai?	...

Lampiran 2 – Kuisioner Nilai *Degree of Effectiveness of Action (Emj)*

Deskripsi Singkat:

Kuisioner ini dirancang untuk mengukur sejauh mana *Waste Elimination Action (WEA)* yang diusulkan efektif dalam meminimalisir permasalahan akar penyebab *waste* kritis yang teridentifikasi pada perusahaan simpan beku. Responden diminta untuk memberikan penilaian berdasarkan tujuan dan dampak yang akan diperoleh apabila nantinya WEA tersebut diimplementasikan. Data yang didapatkan dari kuisioner ini akan membantu peneliti untuk mengevaluasi keberhasilan dari WEA dalam mengatasi permasalahan yang dapat menyebabkan pemborosan.

Berikut merupakan rekapitulasi terkait tujuan dan dampak dari masing-masing *Waste Elimination Action (WEA)*.

WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan	Tujuan	Dampak Penerapan
WEA1	Perancangan Tata Letak <i>Cold storage</i> dengan <i>Pallet Racking</i>	Memperbaiki tata letak <i>cold storage</i> untuk mengurangi produk yang tidak ditata dengan rapi dan mengurangi risiko ikan tercecer keluar kemasan.	Pengurangan insiden produk tercecer dan peningkatan dalam penggunaan ruang <i>cold storage</i> yang optimal.
WEA2	Investasi <i>Material Handling</i> dengan Kapasitas Besar	Mengatasi kesulitan mobilisasi di dalam <i>cold storage</i> akibat kurangnya kapasitas angkut <i>material handling</i> yang memadai.	Waktu yang lebih singkat untuk pengambilan dan penyimpanan barang.
WEA3	Penerapan <i>Warehouse Management System (WMS)</i>	Memperbaiki pencatatan stok yang kurang akurat dan manual di dalam <i>database</i> gudang.	Pengurangan kesalahan stok, waktu yang lebih efisien dalam pemantauan stok, dan pengurangan limbah kertas dari dokumen manual.
WEA4	Penerapan Teknologi RFID	Meningkatkan efisiensi pencarian dan pelacakan lokasi barang di dalam <i>cold storage</i> .	Peningkatan kecepatan dalam menemukan barang, pengurangan waktu pencarian, dan peningkatan akurasi inventaris
WEA5	Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk	Mengurangi risiko produk tidak ditata dengan rapi dan tercecer keluar kemasan.	Pengurangan insiden produk tercecer dan pengurangan jumlah kemasan yang rusak

Berikut merupakan rekapitulasi *Waste Elimination Action (WEA)* untuk masing-masing akar penyebab *waste* kritis.

No.	Akar Penyebab <i>Waste Kritis</i>	WEAm
1	Keterbatasan sumber daya manusia yang berpengalaman dan terlatih mengenai IT	WEA3
2	Perusahaan belum melakukan investasi untuk memperbaiki sistem penyimpanan di dalam <i>cold storage</i>	WEA1
		WEA5
3	Tidak ada <i>material handling</i> yang memiliki kapasitas angkut yang lebih besar	WEA2
4	Tata letak <i>cold storage</i> tidak direncanakan dengan baik	WEA1
5	Tidak ada teknologi yang memadai untuk mendukung sistem pencatatan dan pelacakan lokasi barang di dalam <i>cold storage</i>	WEA4

Berikut merupakan kriteria penilaian tingkat efektivitas *Waste Elimination Action (WEA)*.

Skor	Nilai <i>Degree of Effectiveness of Action</i>
0	WEA tidak berpengaruh untuk mengurangi akar penyebab <i>waste</i> terkait
1	WEA memiliki efektivitas yang lemah untuk mengurangi akar penyebab <i>waste</i> terkait
3	WEA memiliki efektivitas yang sedang untuk mengurangi akar penyebab <i>waste</i> terkait
9	WEA memiliki efektivitas yang tinggi untuk mengurangi akar penyebab <i>waste</i> terkait

Silahkan melakukan penilaian tingkat efektivitas dalam skala likert 0, 1, 3, atau 9 untuk masing-masing *Waste Elimination Action (WEA)* terhadap akar penyebab *waste* kritis pada tabel di bawah ini.

Akar Penyebab <i>Waste</i> Kritis	WEA1	WEA2	WEA3	WEA4	WEA5
S1			...		
S2
S3		...			
S4	...				
S5				...	

Lampiran 3 – Kuisisioner Nilai *Degree of Difficulty Performing Action (Dm)*

Deskripsi Singkat:

Kuisisioner ini dirancang untuk mengetahui tingkat kesulitan perusahaan dalam menerapkan *Waste Elimination Action (WEA)* yang diusulkan oleh peneliti. Responden diminta untuk menilai tingkat kesulitan ini dari beberapa aspek seperti kompleksitas prosedur dan ketersediaan sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan simpan beku. Data yang didapatkan dari kuisisioner ini akan membantu peneliti untuk memberikan urutan prioritas terhadap penerapan *Waste Elimination Action (WEA)* kedepannya.

Berikut merupakan kriteria penilaian tingkat kesulitan penerapan *Waste Elimination Action (WEA)*.

Skor	Nilai <i>Degree of Effectiveness of Action</i>	Parameter
3	Tingkat kesulitan penerapan WEA untuk mengurangi akar penyebab <i>waste</i> terkait dianggap mudah	<ul style="list-style-type: none"> • Prosedur penerapan sederhana • Sumber daya yang diperlukan memadai
4	Tingkat kesulitan penerapan WEA untuk mengurangi akar penyebab <i>waste</i> terkait dianggap sedang	<ul style="list-style-type: none"> • Prosedur penerapan memerlukan beberapa langkah penyesuaian • Sumber daya yang diperlukan perlu dialokasikan atau ditingkatkan sedikit
5	Tingkat kesulitan penerapan WEA untuk mengurangi akar penyebab <i>waste</i> terkait dianggap sulit	<ul style="list-style-type: none"> • Prosedur penerapan rumit dan memerlukan langkah penyesuaian besar • Sumber daya yang diperlukan terbatas atau perlu penambahan yang signifikan

Silahkan melakukan penilaian tingkat kesulitan penerapan WEA dengan skor 3, 4, atau 5 pada tabel di bawah ini.

WEAm	Alternatif Rekomendasi Perbaikan	Skor
WEA1	Perancangan Tata Letak <i>Cold storage</i> dengan <i>Pallet Racking</i>	...
WEA2	Investasi <i>Material Handling</i> dengan Kapasitas Besar	...
WEA3	Penerapan <i>Warehouse Management System (WMS)</i>	...
WEA4	Penerapan Teknologi RFID	...
WEA5	Penggunaan Kemasan Tambahan sebagai Perlindungan Produk	...

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Shafira Firdausi Nuzula dilahirkan di Surabaya pada tanggal 14 Desember 2001, merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDIT Nurul Fikri Sidoarjo (2008-2014), SMP Negeri 1 Sidoarjo (2014-2016), SMA Negeri 18 Surabaya (2016-2019), dan pendidikan Sarjana di Departemen Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SBMPTN (2020-2024).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif di beberapa kepanitiaan dan organisasi yang ada di lingkup departemen dan fakultas. Beberapa kegiatan kepanitiaan yang pernah penulis ikuti antara lain Panitia Pemilihan Umum (PPU) HMTI ITS 2021, Panitia Cakrawala Ilmiah BEM FTIRS ITS 2021, Panitia GOALS-IE 2.2 HMTI ITS 2021, Panitia Forum Daerah Sidoarjo 2021, dan Panitia IE Games 16th Edition. Untuk pengalaman organisasi, penulis pernah menjabat sebagai *secretary treasurer* di BLM FTIRS ITS selama 2 periode kepengurusan (2022-2024) dan *chief finance officer* di SME ITS (2022-2023). Penulis juga memiliki pengalaman Kerja Praktik di PT Petrokimia Kayaku pada Departemen Produksi. Pada tahun terakhir perkuliahan, penulis mengikuti program Studi Independen Bersertifikat (SIB) pada *Course Lean Manufacturing Engineer Course for Digital Transformation and Industry 4.0*, guna membantu dalam penyusunan Tugas Akhir. Apabila ada pertanyaan atau membutuhkan informasi lebih lanjut mengenai penelitian ini, dapat menghubungi penulis melalui email shafiraafn@gmail.com