

TUGAS AKHIR - TI234835

**IMPLEMENTASI *LEAN SUPPLY CHAIN* PADA PROSES
PENGADAAN DI PERUSAHAAN PENYEDIA JASA
PEMBANGKIT LISTRIK**

NIBRASKA ARINANTI KUSUMA

NRP 5010201163

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

NIP 196901071994121001

Program Studi Teknik Sistem dan Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



TUGAS AKHIR - TI234835

**IMPLEMENTASI *LEAN SUPPLY CHAIN* PADA PROSES
PENGADAAN DI PERUSAHAAN PENYEDIA JASA
PEMBANGKIT LISTRIK**

NIBRASKA ARINANTI KUSUMA

NRP 5010201163

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

NIP 196901071994121001

Program Studi Teknik Sistem dan Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *LEAN SUPPLY CHAIN* PADA PROSES PENGADAAN DI PERUSAHAAN PENYEDIA JASA PEMBANGKIT LISTRIK

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Teknik Sistem dan Industri
Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **Nibraska Arinanti Kusuma**

NRP. 5010201163

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP Pembimbing

2. Prof. Ir. Suparno, MSIE., Ph. D.

3. Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T.



Penguji 

Penguji 



(halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Nibraska Arinanti Kusuma / 5010201163
Program studi : Teknik Sistem dan Industri
Dosen Pembimbing / NIP : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP /
196901071994121001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Implementasi *Lean Supply Chain* pada Proses Pengadaan di Perusahaan Penyedia Jasa Pembangkit Listrik” 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

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D.,
CSCP
NIP. 196901071994121001

Mahasiswa

Nibraska Arinanti Kusuma
NRP. 5010201163

(halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *LEAN SUPPLY CHAIN* PADA PROSES PENGADAAN DI PERUSAHAAN PENYEDIA JASA PEMBANGKIT LISTRIK

Nama Mahasiswa / NRP : Nibraska Arinanti Kusuma / 5010201163
Departemen : Teknik Sistem dan Industri
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

Abstrak

Industri ketenagalistrikan merupakan salah satu industri yang berpengaruh secara signifikan terhadap perekonomian Indonesia. Dengan adanya tenaga listrik, perekonomian Indonesia dapat bertumbuh sehingga berdampak pada pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita. Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang penyedia jasa pembangkit listrik, PT PLN Nusantara Power Services menyediakan berbagai layanan yang dapat mendukung operasional pembangkit listrik dan proyek, salah satunya adalah layanan *Operation & Maintenance* (O&M). Layanan *Operation & Maintenance* (O&M) merupakan salah satu *core business* PT PLN Nusantara Power Services. Salah satu aktivitas dalam layanan O&M yang dilakukan oleh PT PLN Nusantara Power Services adalah pengadaan. Kondisi proses pengadaan O&M di PT PLN Nusantara Power Services masih belum efisien yang ditunjukkan dari adanya keterlambatan pada proses pengadaan O&M, yaitu adanya 57 pengadaan O&M yang mengalami keterlambatan dari total 278 pengadaan O&M pada tahun 2024. Sebagai upaya untuk mengeliminasi *waste* yang menyebabkan keterlambatan, digunakan konsep *lean supply chain* untuk meningkatkan efisiensi proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services. Metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), *Waste Assessment Model* (WAM), dan Diagram *Fishbone*. Pengambilan data dengan *Value Stream Mapping* untuk permintaan pengadaan pada tahun 2023 hingga 2024 pada metode pelelangan terbuka menunjukkan bahwa *lead time* dari proses pengadaan adalah 110 hari dengan waktu proses (*value added time*) selama 85 hari. Berdasarkan perhitungan menggunakan *Process Activity Mapping*, diperoleh proporsi *value added activity* sebesar 48,4%, *non value added activity* sebesar 18,2% dan *necessary but non value added activity* sebesar 33,4%. Diperoleh dua *waste* tertinggi dari hasil dari perhitungan *Waste Assessment Model*, yaitu *Unnecessary Motion* dan *Defect* sehingga diusulkan 5 langkah perbaikan, yaitu penggunaan *preventive maintenance*, perbaikan database, pembuatan *checksheet* kelengkapan dokumen PR pada setiap divisi, penambahan fitur deteksi dokumen pada database, dan penambahan indikator keberhasilan proses pengadaan berdasarkan SCOR.

Kata kunci: *Lean supply chain*, Pengadaan, *Value Stream Mapping*, *Waste Assessment Model*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRACT

LEAN SUPPLY CHAIN IMPLEMENTATION ON PROCUREMENT PROCESS AT A POWER PLANT SERVICES PROVIDER COMPANY

Student Name / NRP : Nibraska Arinanti Kusuma / 5010201163
Department : Industrial and Systems Engineering
Advisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

Abstract

The power generation industry is one of the most influential sectors on the Indonesian economy. Access to electricity fuels economic growth, leading to an increase in per capita Gross Domestic Product (GDP). As a power plant services provider, PT PLN Nusantara Power Services offers a range of services to support power plant operations and projects, including Operation & Maintenance (O&M). O&M service is a core business for PT PLN Nusantara Power Services. One of the key activities within O&M services offered by PT PLN Nusantara Power Services is procurement. The current procurement process for O&M at PT PLN Nusantara Power Services is not efficient, as evidenced by delays in the O&M procurement process. In 2024, there were 57 out of 278 O&M procurements that have delays. Based on interviews with one of the employees, one of the primary causes of O&M procurement delays is the frequent return of Purchase Requests (PRs) to earlier stages of the process. To eliminate waste and improve O&M procurement efficiency, lean supply chain will be implemented. The methods used are Value Stream Mapping (VSM), Process Activity Mapping (PAM), Waste Assessment Model (WAM), and Fishbone Diagram. Value Stream Mapping for procurement requests in 2023-2024 for the open tender method indicates that the lead time for the procurement process is 110 days with a process time (value-added time) of 85 days. Based on the Process Activity Mapping, the proportion of value-added activities is 48.4%, non-value-added activities is 18.2%, and necessary but non-value-added activities is 33.4%. The two critical wastes obtained from the Waste Assessment Model calculations are Unnecessary Motion and Defect. Therefore, 5 improvement steps are proposed: preventive maintenance, database improvement, PR document checklist as a quality control form, document detection feature in the database, and addition of procurement process performance indicators based on SCOR.

Keywords: Lean supply chain, Procurement, Value Stream Mapping, Waste Assessment Model

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT Esa atas segala rahmat, ridha, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Implementasi *Lean Supply Chain* Pada Proses Pengadaan Di Perusahaan Penyedia Jasa Pembangkit Listrik” dengan lancar. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada program studi Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis menerima banyak dukungan, bimbingan, kritik, dan saran oleh banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan ilmu, bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Ir. Suparno, MSIE., Ph. D. dan Dr. Ir. Bambang Syairudin, M.T. selaku Dosen Penguji yang memberikan umpan balik, arahan, dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak/Ibu Dosen dan Tenaga Pendidik Departemen Teknik Sistem dan Industri ITS.
4. Kedua orang tua, kakak, adik, dan keluarga besar penulis yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir.
5. Seluruh karyawan divisi Perencana Pengadaan, Pelaksana Pengadaan, Anggaran, dan O&M di PT PLN Nusantara Power Services yang telah membantu memberikan ilmu, informasi, data, bimbingan, dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Sahabat-sahabat terdekat penulis yang senantiasa hadir, mendoakan, dan memberikan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir.
7. Teman-teman seperjuangan bimbingan yang saling membantu, memberi saran, dan memberi motivasi selama penyusunan Tugas Akhir.
8. Teman-teman VIDYAGATARA yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan Tugas Akhir.

Surabaya, Juli 2024

Penulis

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan.....	6
1.4 Tujuan.....	6
1.5 Manfaat.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	7
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Proses Pengadaan	8
2.2.2 Pendekatan <i>Lean</i>	10
2.2.3 <i>Lean Supply Chain</i>	12
2.2.4 <i>Value Stream Mapping</i>	13
2.2.5 <i>Process Activity Mapping</i>	15
2.2.6 <i>Root Cause Analysis</i>	15
2.2.7 <i>Waste Assessment Model</i>	16
BAB 3 METODOLOGI	21
3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi.....	21
3.2 Pengumpulan Data Kebutuhan <i>User</i>	21
3.3 Penentuan Indikator Keberhasilan.....	22
3.4 Pemetaan Aliran Proses Pengadaan.....	22
3.4.1 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	22
3.4.2 <i>Process Activity Mapping</i> (PAM).....	23
3.5 Identifikasi <i>Waste</i> Kritis Menggunakan <i>Waste Assessment Model</i>	24

3.5.1	Penentuan <i>Waste Kritis</i> Menggunakan <i>Waste Assessment Model (WAM)</i> ...	24
3.5.2	Analisis Penyebab <i>Waste Kritis</i> Menggunakan Diagram <i>Fishbone</i>	25
3.6	Pengusulan Langkah Perbaikan.....	25
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Penentuan Indikator Keberhasilan.....	27
4.2	Pemetaan Aliran Proses Pengadaan.....	29
4.2.1	<i>Current Value Stream Mapping</i>	31
4.2.2	<i>Process Activity Mapping</i>	35
4.3	Identifikasi <i>Waste</i>	46
4.3.1	<i>Defect</i>	46
4.3.2	<i>Transportation</i>	47
4.3.3	<i>Unnecessary Motion</i>	47
4.3.4	<i>Waiting</i>	48
4.3.5	<i>Overprocessing</i>	49
4.3.6	<i>Inventory</i>	49
4.4	Penentuan <i>Waste Kritis</i> Menggunakan <i>Waste Assessment Model</i>	49
4.4.1	<i>Waste Relationship Matrix (WRM)</i>	50
4.4.2	<i>Waste Assessment Questionnaire (WAQ)</i>	56
4.4.3	Analisis Penyebab <i>Waste Kritis</i> Menggunakan Diagram <i>Fishbone</i>	64
4.5	Pengusulan Langkah Perbaikan.....	66
4.6	Pembuatan <i>Future Value Stream Mapping</i>	73
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1	Kesimpulan.....	77
5.2	Saran	78
5.2.1	Saran untuk Perusahaan.....	78
5.2.2	Saran untuk Penelitian Selanjutnya	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	81
BIODATA PENULIS	115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah <i>Purchase Request</i> Tahun 2024 Menurut Bidang	2
Gambar 1.2 Data Keterlambatan Proses Pengadaan O&M Tahun 2024	3
Gambar 1.3 Persentase Proses <i>Purchase Request</i> O&M di Tahun 2024.....	5
Gambar 1.4 Diagram <i>Fishbone</i> Masalah Pengembalian Proses	5
Gambar 2.1 Contoh <i>Current Value Stream Mapping</i>	14
Gambar 2.2 Contoh <i>Future/Ideal Value Stream Mapping</i>	15
Gambar 2.3 Hubungan Antar <i>Waste</i>	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Tugas Akhir	21
Gambar 4.1 Grafik Persentase Keterlambatan Pengadaan Berdasarkan Metode Pengadaan	30
.....	
Gambar 4.2 Diagram <i>Swimlane</i> Proses Pengadaan O&M.....	30
Gambar 4.3 Diagram <i>Swimlane</i> Proses Pengadaan O&M (Lanjutan)	31
Gambar 4.4 <i>Current Value Stream Mapping</i>	34
Gambar 4.5 Persentase Jenis Aktivitas PAM.....	44
Gambar 4.6 Diagram Pareto Persentase Peringkat <i>Waste</i>	63
Gambar 4.7 Diagram <i>Fishbone Waste Defect</i> Kejadian <i>Error</i> pada <i>Database</i>	64
Gambar 4.8 Diagram <i>Fishbone Waste Defect</i> Kejadian Durasi Pelaksanaan Proses Tidak Sesuai dengan Standar (Proses Bisnis)	64
Gambar 4.9 Diagram <i>Fishbone Waste Defect</i> Kejadian KPI Tidak Selaras antar Divisi ..	65
Gambar 4.10 Diagram <i>Fishbone Waste Unnecessary Motion</i> Kejadian Proses Mengalami Pengembalian (Revisi).....	65
Gambar 4.11 <i>Checksheet</i> 1.....	69
Gambar 4.12 <i>Checksheet</i> 2.....	70
Gambar 4.13 Matriks <i>Impact Effort</i>	73
Gambar 4.14 <i>Future Value Stream Mapping</i>	76

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data <i>Pre-Sampling</i>	3
Tabel 1.2 Data <i>Pre-Sampling</i> (Lanjutan).....	4
Tabel 2.1 Aliran Proses Pengadaan.....	9
Tabel 2.2 Jenis 7 <i>Wastes</i>	10
Tabel 2.3 Jenis 7 <i>Wastes</i> (Lanjutan)	11
Tabel 2.4 Perbedaan Karakteristik <i>Supply Chain</i> Tradisional dan <i>Lean Supply Chain</i>	12
Tabel 2.5 Simbol <i>Value Stream Mapping</i>	14
Tabel 2.6 Simbol <i>Process Activity Mapping</i>	15
Tabel 2.7 Pertanyaan <i>Waste Relationship Matrix</i>	17
Tabel 2.8 Simbol dan Skor <i>Waste Relationship Matrix</i>	17
Tabel 2.9 Matriks <i>Waste Relationship Matrix</i>	18
Tabel 4.1 Hasil Wawancara Perwakilan Divisi	27
Tabel 4.2 Penentuan Indikator Performansi dan Metrik Proses Pengadaan	28
Tabel 4.3 Penentuan Indikator Performansi dan Metrik Proses Pengadaan (Lanjutan)	29
Tabel 4.4 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas A1	37
Tabel 4.5 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas A2	37
Tabel 4.6 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas A3	37
Tabel 4.7 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas B1	37
Tabel 4.8 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas B2	37
Tabel 4.9 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas B3	37
Tabel 4.10 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas B5.....	38
Tabel 4.11 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas B6.....	38
Tabel 4.12 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas C1.....	38
Tabel 4.13 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas C2.....	38
Tabel 4.14 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas D1	38
Tabel 4.15 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas E1	38
Tabel 4.16 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas E2.....	39
Tabel 4.17 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas E4.....	39
Tabel 4.18 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas E5.....	39
Tabel 4.19 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas E6.....	39
Tabel 4.20 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas E11.....	39
Tabel 4.21 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F1	39
Tabel 4.22 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F2.....	40
Tabel 4.23 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F3.....	40
Tabel 4.24 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F4.....	40
Tabel 4.25 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F5.....	40
Tabel 4.26 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F6.....	40
Tabel 4.27 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F7	40
Tabel 4.28 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F8.....	41
Tabel 4.29 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F11	41
Tabel 4.30 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F12.....	41
Tabel 4.31 Hasil Uji Kecukupan dan <i>Outlier</i> Data Aktivitas F13.....	41
Tabel 4.32 <i>Process Activity Mapping</i> Proses Pengadaan O&M.....	42
Tabel 4.33 <i>Process Activity Mapping</i> Proses Pengadaan O&M (Lanjutan 1).....	43

Tabel 4.34 <i>Process Activity Mapping</i> Proses Pengadaan O&M (Lanjutan 2)	44
Tabel 4.35 Identifikasi <i>Waste</i> Berdasarkan PAM	45
Tabel 4.36 Identifikasi <i>Waste</i> Berdasarkan PAM (Lanjutan)	46
Tabel 4.37 Data <i>Waste Defect</i>	47
Tabel 4.38 Data <i>Waste Unnecessary Motion</i>	48
Tabel 4.39 Data <i>Waste Waiting</i>	48
Tabel 4.40 Data <i>Waste Waiting</i> (Lanjutan)	49
Tabel 4.41 Pertanyaan dan Skor <i>Waste Relationship Matrix</i>	50
Tabel 4.42 Simbol dan Jenis Hubungan WRM	50
Tabel 4.43 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM	51
Tabel 4.44 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 1)	52
Tabel 4.45 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 2)	53
Tabel 4.46 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 3)	54
Tabel 4.47 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 4)	55
Tabel 4.48 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Keempat	55
Tabel 4.49 Matriks WRM Responden Keempat	56
Tabel 4.50 Pertanyaan WAQ Proses Pengadaan	57
Tabel 4.51 Pertanyaan WAQ Proses Pengadaan (Lanjutan)	58
Tabel 4.52 Pengelompokan Pertanyaan WAQ	58
Tabel 4.53 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Keempat	58
Tabel 4.54 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Keempat (Lanjutan)	59
Tabel 4.55 Perhitungan Skor dan Frekuensi <i>Waste</i> Awal Responden Keempat	60
Tabel 4.56 Perhitungan Skor dan Frekuensi <i>Waste</i> Awal Responden Keempat (Lanjutan)	61
.....	
Tabel 4.57 Perhitungan Skor dan Frekuensi <i>Waste</i> Final Responden Keempat	62
Tabel 4.58 Perhitungan Skor dan Frekuensi <i>Waste</i> Final Responden Keempat (Lanjutan)	63
.....	
Tabel 4.59 Rekapitulasi Peringkat <i>Waste</i> Seluruh Responden	63
Tabel 4.60 Rekapitulasi Akar Penyebab Permasalahan Berdasarkan Diagram <i>Fishbone</i>	65
Tabel 4.61 Rekapitulasi Akar Penyebab Permasalahan Berdasarkan Diagram <i>Fishbone</i> (Lanjutan)	66
Tabel 4.62 Perancangan Langkah Perbaikan dari Penyebab Masalah	66
Tabel 4.63 Perancangan Langkah Perbaikan dari Kejadian <i>Waste</i> Kritis	66
Tabel 4.66 Indikator Performansi Proses Pengadaan Berdasarkan SCOR	71
Tabel 4.67 Perkiraan Perubahan <i>Lead Time</i> Proses Pengadaan	74
Tabel 4.68 Perkiraan Perubahan <i>Lead Time</i> Proses Pengadaan (Lanjutan)	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengambilan Data <i>Process Activity Mapping</i> A1-E11.....	81
Lampiran 2 Pengambilan Data <i>Process Activity Mapping</i> F1-F13.....	84
Lampiran 3 Pengambilan Data Kejadian <i>Waste</i>	88
Lampiran 4 Hasil Responden Pertama Kuesioner WRM	89
Lampiran 5 Hasil Responden Kedua Kuesioner WRM	93
Lampiran 6 Hasil Responden Ketiga Kuesioner WRM.....	97
Lampiran 7 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Pertama.....	101
Lampiran 8 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Kedua.....	101
Lampiran 9 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Ketiga	102
Lampiran 10 Matriks WRM Responden Pertama.....	102
Lampiran 11 Matriks WRM Responden Kedua	103
Lampiran 12 Matriks WRM Responden Ketiga	103
Lampiran 13 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Pertama	103
Lampiran 14 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Awal Responden Pertama	104
Lampiran 15 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Final Responden Pertama.....	105
Lampiran 16 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Kedua.....	107
Lampiran 17 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Awal Responden Kedua.....	108
Lampiran 18 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Final Responden Kedua	109
Lampiran 19 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Ketiga.....	110
Lampiran 20 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Awal Responden Ketiga.....	111
Lampiran 21 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Final Responden Ketiga.....	112

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

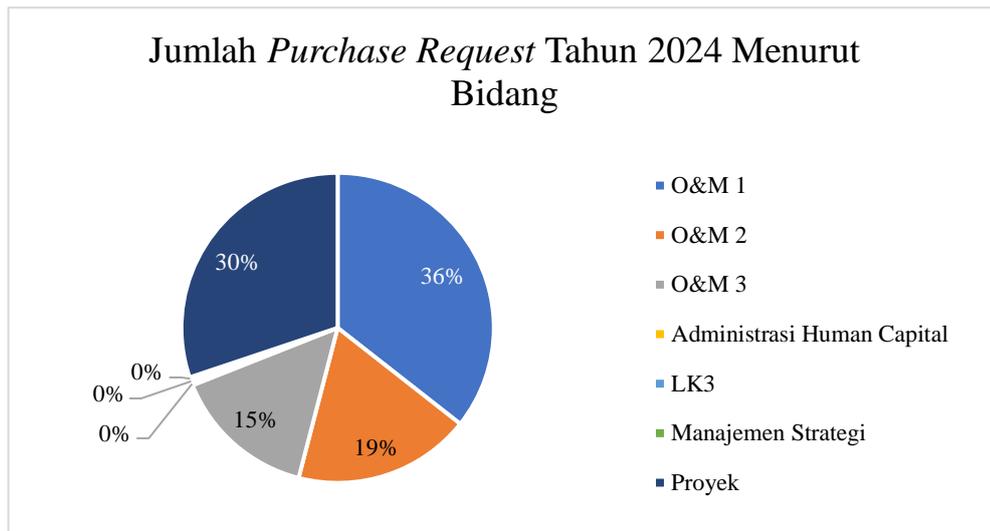
Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan, dan manfaat dari tugas akhir ini

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kebutuhan energi listrik yang meningkat setiap tahunnya. Hal ini ditunjukkan oleh jumlah pelanggan listrik dan energi terjual (GWh) di Indonesia yang meningkat sejak 2015 hingga 2023. Pelanggan listrik di Indonesia dibagi menjadi 6 kelompok pelanggan, yaitu rumah tangga, industri, bisnis, sosial, gedung kantor pemerintah, dan penerangan jalan umum. Kelompok rumah tangga menjadi kelompok dengan jumlah pelanggan terbanyak dibandingkan kelompok lainnya dengan persentase 91,47% dari total pelanggan listrik di tahun 2023. Sedangkan kelompok industri merupakan kelompok dengan persentase 0,23% dari total pelanggan listrik di tahun 2023. Meskipun kelompok industri memiliki jumlah pelanggan yang sedikit, jumlah energi terjual di kelompok industri memiliki persentase sebesar 30,71% (PT PLN (Persero), 2023). Industri ketenagalistrikan merupakan salah satu industri yang berpengaruh secara signifikan terhadap perekonomian Indonesia. Dengan adanya tenaga listrik, perekonomian Indonesia dapat bertumbuh sehingga berdampak pada pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita. Hal ini didukung oleh hasil penelitian dari Widyamantara and Khoirunnurofik (2021) yang menyebutkan bahwa pertumbuhan konsumsi listrik dan elektrifikasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap PDB per kapita.

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang penyedia jasa pembangkit listrik, PT PLN Nusantara Power Services menyediakan berbagai layanan yang dapat mendukung operasional pembangkit listrik dan proyek. PT PLN Nusantara Power Services merupakan anak perusahaan PT PLN Nusantara Power yang didirikan pada 30 Maret 2001. Visi dari PT PLN Nusantara Power Services adalah Menjadi Perusahaan Pengelola Pembangkit Listrik dan Utilitas Industri yang Terpercaya di Asia Tenggara. Terdapat 3 misi PT PLN Nusantara Power Services, yaitu menerapkan praktik terbaik sistem manajemen pengelolaan aset pembangkit listrik dan utilitas industri dengan standar internasional untuk kepuasan pelanggan; mengoptimalkan pengelolaan sumber daya perusahaan guna meningkatkan kinerja dan harapan *stakeholder*; dan menjalankan bisnis keberlanjutan, inovatif, adaptif, dan berwawasan lingkungan. Nilai-nilai yang diterapkan pada PT PLN Nusantara Power Services adalah Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, dan Kolaboratif (AKHLAK).

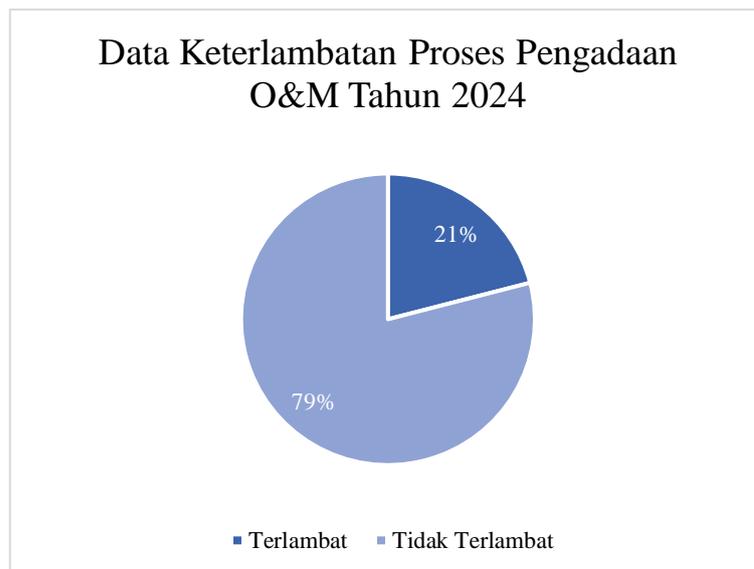
Layanan yang disediakan oleh PT PLN Nusantara Power Services di antaranya adalah layanan *engineering*, layanan *green energy*, layanan *Operation & Maintenance* (O&M), layanan *Maintenance, Repair, & Overhaul* (MRO), layanan relokasi pembangkit listrik dan *Engineering, Procurement, and Construction* (EPC), dan layanan rehabilitasi dan modernisasi pembangkit listrik. Layanan *Operation & Maintenance* (O&M) merupakan salah satu *core business* PT PLN Nusantara Power Services. Selama 20 tahun terakhir, PT PLN Nusantara Power Services telah sukses mengelola 35 pembangkit termal dan hidro di Indonesia dengan total kapasitas 5.310 MW. Pada tahun 2024, jumlah *Purchase Request* (PR) layanan O&M memiliki jumlah terbanyak dibandingkan layanan lainnya. Berikut merupakan persentase jumlah PR menurut jenis bidangnya.



Gambar 1.1 Jumlah Purchase Request Tahun 2024 Menurut Bidang

Layanan O&M dibagi menjadi 3, yaitu O&M 1, O&M 2, dan O&M 3 yang dibagi berdasarkan lokasi pembangkit yang dikelola. Layanan O&M mendukung program pemerintah dalam meningkatkan energi baru dan terbarukan dengan mengimplementasi *co-firing biomass*. Beberapa standar yang diterapkan dalam performansi layanan O&M adalah layanan yang efisien, dapat diandalkan, dan ramah lingkungan; memiliki sistem pemantauan yang tersentralisasi; didukung oleh sumber daya manusia yang kompeten dan bersertifikasi; menggunakan alat dengan standar internasional; dan mengimplementasi sistem manajemen bersertifikat. Jenis-jenis layanan yang disediakan oleh O&M PT PLN Nusantara Power Services adalah *coal handling*, *ash handling*, *ash yard management*, *Compressed Natural Gas (CNG) plant*, *Water Treatment Plan (WTP)*, *Waste Water Treatment Plan (WWTP)*, peminjaman pembangkit listrik, dan perawatan rutin.

Salah satu aktivitas dalam layanan O&M yang dilakukan oleh PT PLN Nusantara Power Services adalah pengadaan. Pengadaan adalah proses pembelian produk, jasa, atau bahan baku yang dibutuhkan untuk aktivitas operasional sehingga dapat mendukung proses bisnis perusahaan atau user. Proses pengadaan O&M di PT PLN Nusantara Power Services melibatkan beberapa divisi, yaitu user (unit pembangkit), divisi anggaran, divisi *Operation & Maintenance (O&M)*, divisi perencana pengadaan, dan pelaksana pengadaan. Pengadaan yang dilakukan oleh PT PLN Nusantara Power Services dibagi menjadi kontrak rutin, kontrak payung, dan kontrak normal. Namun, proses pengadaan O&M di PT PLN Nusantara Power Services masih belum efektif dan efisien yang ditunjukkan dari adanya keterlambatan pada proses pengadaan O&M. Hal ini dapat ditunjukkan dalam grafik data keterlambatan proses pengadaan O&M berikut.



Gambar 1.2 Data Keterlambatan Proses Pengadaan O&M Tahun 2024

Data keterlambatan proses pengadaan O&M pada grafik di atas merupakan data total keterlambatan O&M 1, O&M 2, dan O&M 3 dengan total 39 keterlambatan dari total 147 proses pengadaan O&M di tahun 2024. Untuk mengetahui proses yang menyebabkan keterlambatan, dilakukan *pre-sampling* pada 12 data permintaan dengan masing-masing 3 permintaan pada 4 kategori metode pengadaan, yaitu Pengadaan Langsung, Penunjukan Langsung, Pelelangan Terbuka, dan Pelelangan Terbatas. Data yang diambil merupakan durasi proses di setiap divisi serta perbandingannya dengan standar waktu di proses bisnis.

Tabel 1.1 Data Pre-Sampling

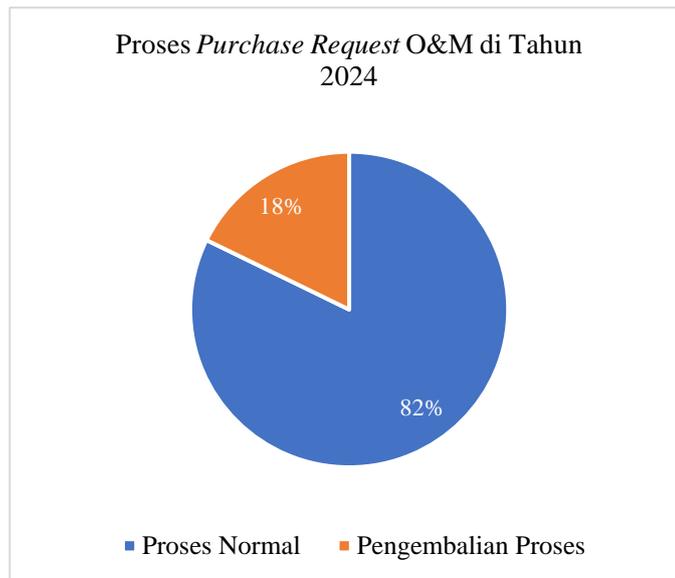
Metode Proses	Judul Permintaan	Durasi di O&M	Durasi di Anggaran	Durasi di Rendaan	Durasi di Lakdaan
PENUNJUKAN LANGSUNG	Pengadaan Jasa Manajemen Jetty dan Pembongkaran Batubara PLTU Periode 01 April 2024 - 31 Maret 2026	9	4	82	11
	Pengadaan Jasa Survey Kuantitas dan Kualitas Batubara PLTU Periode 01 Januari 2024 - 31 Desember 2026	12	1	26	10
	Jasa Pemeliharaan Rutin (PM) dan Pemeliharaan <i>Corrective</i> (CM) Alat Berat PLTU Periode 01 Agustus 2023 - 31 Juli 2024	1	1	10	9
PENGADAAN LANGSUNG	Pengadaan Material Housing Cartridge Membrane SWRO PLTU	2	1	11	44
	Pengadaan Kontrak Payung Pasir Bed Material PLTU Periode 1 Juni 2024 - 31 Mei 2025	6	2	13	13
	Pengadaan Jasa Supply Air RO Tahap 2 PLTU	20	4	11	10
PELELANGAN TERBUKA	Pengadaan Jasa Survei Kualitas dan Kuantitas Batubara PLTU Periode 01 Juni 2023 - 31 Mei 2025	28	3	13	58
SLA (Standar Waktu)		6	1	10	53

Tabel 1.2 Data *Pre-Sampling* (Lanjutan)

Metode Proses	Judul Permintaan	Durasi di O&M	Durasi di Anggaran	Durasi di Rendaan	Durasi di Lakdaan
PELELANGAN TERBUKA	Pengadaan Jasa Borongan Cleaning Service PLTU Periode 01 Januari 2024 - 31 Desember 2025	31	4	3	27
	Pengadaan Jasa Borongan Keamanan PLTU Periode 01 Januari 2024 - 31 Desember 2025	21	1	3	45
PELELANGAN TERBATAS	Pengadaan Jasa Penormalan Main Inlet Valve (MIV) Unit 1 dan Unit 2 PLTA	17	1	3	54
	Pengadaan Jasa Penggantian Refractory Boiler PLTU (AI Murni Tahun 2023)	22	2	7	36
	Pengadaan Material & Jasa Perbaikan Refractory Boiler Unit 2 PLTU	17	8	5	13
SLA (Standar Waktu)		6	1	10	53

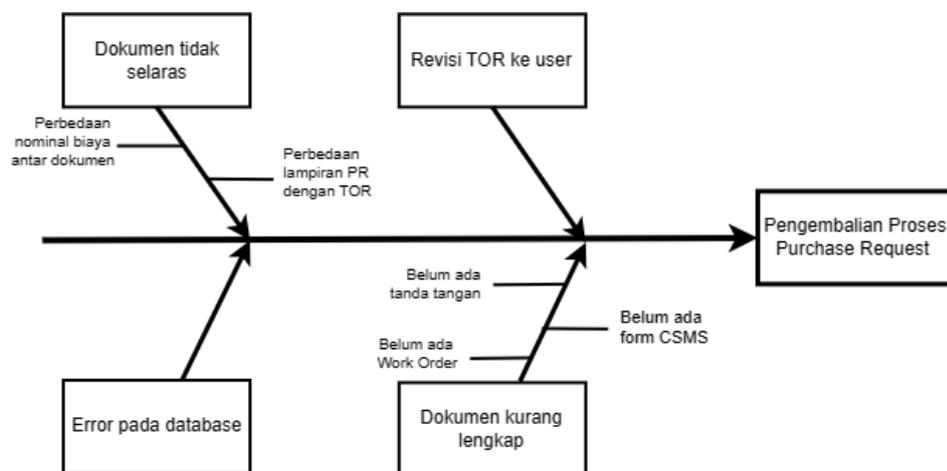
Hasil *pre-sampling* pada tabel 1.1 menunjukkan bahwa terdapat banyak proses yang melebihi standar waktu yang ditetapkan. Pada divisi O&M, terdapat 10 dari 12 permintaan yang prosesnya melebihi waktu yang ditetapkan. Pada divisi Anggaran, terdapat 7 dari 12 permintaan yang prosesnya melebihi waktu yang ditetapkan. Pada divisi Perencana Pengadaan, terdapat 6 dari 12 permintaan yang prosesnya melebihi waktu yang ditetapkan. Pada divisi Pelaksana Pengadaan, terdapat 2 dari 12 permintaan yang prosesnya melebihi waktu yang ditetapkan. Berdasarkan jumlah proses yang melebihi standar waktu, divisi O&M memiliki jumlah terbanyak dengan persentase 83%. Sedangkan persentase proses yang melebihi standar waktu di divisi Anggaran serta Perencana Pengadaan $\geq 50\%$. Oleh karena itu, dilakukan analisis lebih lanjut mengenai penyebab dari adanya proses yang melebihi standar waktu.

Berdasarkan hasil *interview* dengan salah satu karyawan di PT PLN Nusantara Power Services, salah satu penyebab dari adanya keterlambatan pengadaan O&M adalah *Purchase Request* (PR) yang sering mengalami pengembalian ke proses sebelumnya. Berikut merupakan persentase PR yang mengalami pengembalian dibandingkan dengan keseluruhan total PR O&M yang masuk ke perencana pengadaan di tahun 2024.



Gambar 1.3 Persentase Proses *Purchase Request* O&M di Tahun 2024

Berdasarkan data yang diambil mengenai proses PR O&M di tahun 2024, terdapat 33 pengembalian proses dan 153 proses normal. Meskipun jumlah pengembalian proses sedikit, hal ini merupakan masalah yang perlu diselesaikan segera karena adanya pengembalian proses dapat menyebabkan keterlambatan pada pelaksanaan pengadaan dan menyebabkan kerugian serta penurunan reputasi perusahaan. Penyebab dari adanya pengembalian proses PR di divisi perencanaan pengadaan dapat digambarkan pada diagram *fishbone* berikut.



Gambar 1.4 Diagram *Fishbone* Masalah Pengembalian Proses

Dengan adanya permasalahan tersebut, tugas akhir ini dilakukan untuk mengidentifikasi serta mengeliminasi *waste* yang terjadi di proses pengadaan agar lebih efektif dan efisien dengan menggunakan konsep *lean supply chain* sehingga dapat menghindari keterlambatan pengerjaan jasa atau kedatangan barang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, permasalahan yang terjadi dalam proses pengadaan PT PLN Nusantara Power Services adalah adanya keterlambatan dalam proses pengadaan sehingga diperlukan analisis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* yang terdapat di proses pengadaan PT PLN Nusantara Power Services dengan menggunakan pendekatan *lean supply chain*.

1.3 Batasan

Batasan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Objek yang diteliti dalam tugas akhir ini adalah pengadaan *Operation & Maintenance* (O&M) di PT PLN Nusantara Power Services
2. Observasi untuk aliran proses dilakukan pada proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services
3. Observasi untuk aliran proses dilakukan pada metode pengadaan pelelangan terbuka pada pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services
4. Usulan *improvement* yang diberikan tetap mengikuti peraturan perusahaan yang berlaku

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui aliran proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services dengan menggunakan *value stream mapping*.
2. Mengidentifikasi *waste* pada proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services.
3. Menentukan *waste* kritis dan mengidentifikasi *root cause* dari *waste* kritis pada proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services.
4. Mengusulkan *improvement* untuk mengeliminasi *waste* kritis pada proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diberikan oleh tugas akhir ini adalah usulan *improvement* untuk mengeliminasi *waste* pada proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services sehingga perusahaan dapat meningkatkan efisiensi waktu proses pengadaan yang berdampak pada kelancaran proses bisnis perusahaan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai hasil penelitian terdahulu sebagai referensi pengerjaan tugas akhir dan dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Pada subbab ini, akan dijelaskan mengenai penelitian sebelumnya yang memiliki kesamaan dengan kasus dan metode dengan tugas akhir ini. Setiap penelitian dijelaskan mengenai peneliti, judul penelitian, poin penelitian, serta *tools* atau metode yang digunakan dalam penelitian tersebut. Dengan adanya poin dan *tools* penelitian, pengerjaan tugas akhir dapat dibandingkan dan dievaluasi dengan mempertimbangkan hasil pada penelitian terdahulu. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang memiliki kesamaan kasus dan metode dengan tugas akhir ini.

No	Peneliti	Judul Penelitian	Poin Penelitian	Tools
1	Nasution, Haq, dan Karmilah (2024)	<i>The Application of Lean Supply Chain in the Process of Loading and Unloading Fish in UKM Camar Laut South Jakarta</i>	Memperbaiki proses <i>loading</i> dan <i>unloading</i> ikan di UKM Camar Laut yang mengalami banyak pemborosan dalam prosesnya. Hasil penelitian menunjukkan adanya langkah-langkah perbaikan menghasilkan peningkatan persentase nilai VA sebesar 8,078% serta penurunan total waktu dari 7420 detik menjadi 5920 detik.	VSM, VALSAT
2	Nurhadyan dan Suryani (2022)	Implementasi <i>Lean Procurement Process</i> dengan Metode <i>Value Stream Analysis</i> pada Proses Pengadaan Barang	Mengidentifikasi <i>waste</i> dan aktivitas yang menimbulkan <i>waste</i> pada proses pengadaan barang, melakukan perbaikan di dalam lama proses pengadaan barang dengan meminimalkan <i>waste</i> yang terjadi menggunakan metode VSM, dan menentukan <i>service level agreement</i> (standar lama proses) pada proses pengadaan barang. Hasil penelitian menunjukkan terdapat efisiensi hari kerja sebesar 50 hari kerja atau 70 hari kalender	VSM, Pareto, dan Diagram <i>Cause and Effect</i>
3	Al Hafiish (2022)	<i>Procurement Quality Improvement Using Lean Six Sigma and MAFMA at PT Petrokimia Gresik</i>	Mengurangi <i>cycle time</i> proses pengadaan di perusahaan dengan menganalisis faktor dominan yang menyebabkan tingginya <i>cycle time</i>	DMAIC, Pareto, VSM, <i>Waste Questionnaire</i> , VALSAT, RCA 5 Why's, dan MAFMA
4	Jing <i>et al.</i> (2021)	<i>Investigating the effect of value stream mapping on procurement effectiveness: a case study</i>	Memperbaiki manajemen pengadaan di Perusahaan TY dengan <i>procurement value stream mapping</i> (P-VSM). Pendekatan P-VSM dapat mengurangi <i>cycle time</i> proses pengadaan sebesar 95,4% dari kondisi awal	P-VSM
5	Nugroho, Hasibuan, dan Adiyatna (2021)	<i>Application of lean manufacturing to improve procurement lead time in the case of the steel industry</i>	Memperbaiki performansi proses pengadaan di perusahaan baja dengan menggunakan pendekatan <i>lean manufacturing</i> . Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya pengurangan waktu proses pengadaan dari 41 hari menjadi 21 hari	VSM, analisis <i>value-added</i> , Diagram <i>fishbone</i>
6	Irfanto (2021)	Upaya Reduksi <i>Waste</i> pada Proses Pengadaan Barang	Mengeliminasi kegiatan tidak efisien (<i>waste</i>) pada proses pengadaan dengan menggunakan konsep <i>lean service</i> .	Diagram <i>swimlane</i> , VSM, PAM, analisis

No	Peneliti	Judul Penelitian	Poin Penelitian	Tools
		Proyek di PT XYZ Menggunakan Konsep <i>Lean</i>	Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh 3 rekomendasi perbaikan yang diprioritaskan untuk diterapkan di perusahaan	<i>value-added</i> , <i>Gemba Shikumi</i> , Diagram <i>fishbone</i> , 5 Why's, LAM
7	Taufik dan Fahturizal (2021)	Value Stream Mapping (VSM) Implementation as an Effort to Reduce Delays in the Procurement Process at PT. DI	Mengurangi <i>lead time</i> di perusahaan minyak dan gas dengan menggunakan konsep <i>lean manufacturing</i> . Penggunaan VSM dapat mengurangi <i>lead time</i> sebanyak 16340 menit dari 39425 menit menjadi 23085 menit	VSM, analisis <i>value-added</i> , Diagram <i>fishbone</i>
8	Hidayat <i>et al.</i> (2021)	<i>Lean Manufacturing Design to Reduce Waste in Customer Complaint Services Using Lean Principles in Coil Industry Companies of Indonesia</i>	Menentukan jenis <i>waste</i> yang terjadi pada proses penyelesaian komplain pelanggan dengan metode WAM dan menentukan faktor <i>delay</i> dengan metode DMAIC sehingga dapat memperoleh waktu yang ideal dengan metode VSM untuk menyelesaikan komplain pelanggan. Setelah penggunaan ketiga metode, diperoleh waktu ideal dalam penyelesaian komplain pelanggan adalah 4,27 hari dari yang awalnya 9,99 hari.	DMAIC, VSM, WAM
9	Sremcevic <i>et al.</i> (2019)	<i>Improving Process of Quotation Creation Through Value Stream Mapping and Simulation</i>	Meningkatkan efisiensi proses <i>quotation</i> untuk produk <i>customized</i> melalui aplikasi sistem konfigurasi produk. Dengan menggunakan sistem konfigurasi produk, terjadi penurunan waktu total, peningkatan utilisasi karyawan, dan penurunan WIP	VSM, analisis <i>value-added</i> , simulasi Arena
10	Acero <i>et al.</i> (2020)	<i>Value Stream Analysis in Military Logistics: The Improvement in Order Processing Procedure</i>	Menggunakan metodologi <i>lean</i> untuk meningkatkan proses logistik di unit militer dengan mengurangi <i>lead time</i> proses pemesanan barang <i>spare parts</i> . Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan <i>tools lean</i> dapat mengurangi rata-rata <i>lead time</i> dan mengurangi standar deviasi (variabilitas)	DMAIC, KPI, analisis <i>value- added</i> , VSM, dan VSD

2.2 Dasar Teori

Pada subbab ini, akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir, yaitu proses pengadaan, pendekatan *lean*, *lean supply chain*, *value stream mapping*, *process activity mapping*, *root cause analysis*, dan *waste assessment model*.

2.2.1 Proses Pengadaan

Proses pengadaan merupakan fungsi yang bertanggung jawab dalam memperoleh bahan baku, komponen, produk, jasa, atau sumber daya lain yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk menjalankan operasional perusahaan. Pengadaan merupakan penghubung antara organisasi yang terlibat di *supply chain* dengan melakukan koordinasi aliran informasi dan bahan baku antara penyedia dan pelanggan. Proses pengadaan bertanggung jawab untuk mengumpulkan data dari beberapa sumber, menganalisis, dan memberikan informasi ke pihak yang terkait di *supply chain*. Proses pengadaan tidak menggerakkan material secara langsung, tetapi mengatur proses transfer material sehingga proses pengadaan berfokus pada proses informasi (Waters, 2003). Umumnya, pengeluaran perusahaan untuk pengadaan barang dan jasa merupakan salah satu pengeluaran terbesar perusahaan sehingga proses pengadaan merupakan proses yang penting bagi perusahaan (Bowersox et al., 2020).

Tujuan umum dari proses pengadaan adalah agar perusahaan memiliki *supply* bahan baku yang dapat diandalkan. Tujuan umum tersebut dapat dibagi menjadi beberapa objektif yang lebih detail, yaitu sebagai berikut (Waters, 2003).

1. Mengatur aliran material dan informasi perusahaan yang dapat diandalkan dan tidak terganggu.
2. Memahami kebutuhan *user* dan membuat hubungan yang baik dengan *user*.
3. Membeli material yang benar, memastikan bahwa material memiliki kualitas yang diinginkan oleh *user*, datang di waktu dan tempat yang sesuai, dan ketentuan lainnya.
4. Melakukan negosiasi harga dan kondisi yang baik.
5. Menjaga jumlah persediaan rendah, mempertimbangkan kebijakan persediaan, investasi, standar, ketersediaan material, dan lain-lain.
6. Menggerakkan material dalam aliran *supply chain* dengan cepat.
7. Melakukan pemantauan secara terus menerus terhadap kondisi yang ada, contohnya peningkatan harga, kelangkaan barang, produk baru, dan lain-lain.

Proses pengadaan dapat digambarkan dalam siklus pengadaan yang terdiri dari aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh setiap pihak yang terkait dalam pengadaan. Siklus pengadaan digambarkan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Aliran Proses Pengadaan

<i>User</i>	Pengadaan	<i>Suppliers</i>
1. Identifikasi kebutuhan		
<i>Request Purchase</i> →	2. Penerimaan <i>Request Purchase</i>	
	<i>Request Quotation</i> →	3. Penerimaan <i>Request Process</i>
	4. Penerimaan <i>Quotation</i> ←	Pengiriman <i>Quotation</i>
Diskusi →	Diskusi dan Proses	
	Pengiriman <i>Purchase Order</i> →	5. Penerimaan <i>Order Process</i>
	6. Penerimaan dan Pengecekan ←	Pengiriman Barang dan <i>Invoice</i>
7. Penerimaan dan Pengecekan ←	Transfer	
Autorisasi Pembayaran →	8. Pengaturan Pembayaran →	Penerimaan Pembayaran

Sumber: Waters (2003)

Dalam melakukan pengadaan, diperlukan strategi pengadaan yang sesuai agar proses pengadaan menjadi efektif. Penentuan strategi pengadaan merupakan proses yang kompleks karena adanya perbedaan jenis barang atau jasa serta objektif yang ingin dicapai. Strategi pengadaan ditentukan dengan langkah sebagai berikut.

1. Menentukan barang atau jasa yang diperoleh dari *suppliers* eksternal dan diproduksi atau dilakukan secara internal.
2. Menentukan strategi alternatif untuk mengelola *suppliers* eksternal.
3. Menentukan strategi pengadaan yang tepat untuk setiap barang atau jasa yang dibutuhkan.

Terdapat 4 strategi pengadaan yang telah diidentifikasi, yaitu *user buy*, *volume consolidation*, *supplier operational integration*, dan *value management*. Berikut merupakan penjelasan mengenai 4 strategi pengadaan.

1. *User Buy*, strategi yang membolehkan *user* untuk menentukan kebutuhannya, mengevaluasi *suppliers*, dan mengeksekusi proses pembelian. Strategi ini umumnya digunakan untuk barang-barang yang tidak berkontribusi secara signifikan terhadap kelancaran operasional perusahaan.

2. *Volume Consolidation*, strategi yang melakukan pengurangan jumlah *suppliers* sehingga jumlah pemesanan dalam pengadaan akan terkonsolidasi. Dengan menggunakan strategi ini, perusahaan dapat meningkatkan kekuatan negosiasi dengan *supplier*.
3. *Supplier Operational Integration*, strategi yang mengintegrasikan proses dan aktivitas dengan membuat kerjasama dengan *supplier* tertentu untuk mengurangi total biaya, mengeliminasi *waste*, dan membuat kerjasama yang saling menguntungkan antara perusahaan dan *supplier*.
4. *Value Management*, strategi yang mengintegrasikan *supplier* sehingga mengurangi kompleksitas dan melibatkan *supplier* pada fase awal *product design*.

2.2.2 Pendekatan *Lean*

Berdasarkan Gaspersz, *Lean* merupakan *improvement* yang bersifat kontinyu untuk mengeliminasi *waste*, meningkatkan *value* terhadap produk atau jasa, dan menyediakan *value* kepada pelanggan di tempat yang benar, waktu yang tepat, dan jumlah yang tepat untuk memperoleh aliran pekerjaan yang baik sekaligus fleksibel. *Lean* merupakan pendekatan sistematis untuk mengeliminasi *waste* dan mengubah proses yang dilakukan dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi *waste* dengan *continuous improvement* (Siregar & Samodra, 2021). *Lean* memiliki 5 prinsip utama yang penting dalam eliminasi *waste*, yaitu sebagai berikut (Womack & Jones, 2003).

1. Menentukan aktivitas yang membuat dan tidak membuat *value* dari perspektif *customer* (tidak dari perspektif perusahaan, fungsi, atau departemen).
2. Mengidentifikasi langkah-langkah yang penting untuk *design*, pemesanan, dan produksi dalam seluruh *value stream* perusahaan untuk menunjukkan *waste* yang bersifat *non-value added*.
3. Membuat aliran langkah-langkah yang membuat *value* tanpa adanya interupsi, pengulangan proses, pengembalian proses, menunggu, atau sisa produksi.
4. Membuat aktivitas yang bersifat *pulled* oleh *customer*.
5. Melakukan perbaikan secara kontinyu dengan mengeliminasi *waste* setiap terdapat *waste* yang diidentifikasi.

Dalam implementasi *lean thinking*, terdapat 6 langkah yang diperlukan agar penggunaan *lean thinking* menjadi optimal dan mencapai tujuan yang dijelaskan sebagai berikut (Hines & Taylor, 2000).

1. Memahami *waste*

Berdasarkan Toyota *Production System*, terdapat 7 *wastes* (aktivitas yang tidak memberikan *value* terhadap produk atau jasa) yang memiliki deskripsi di dalam tabel berikut.

Tabel 2.2 Jenis 7 Wastes

No	Waste	Deskripsi
1	<i>Overproduction</i>	Memproduksi terlalu banyak atau terlalu awal sehingga menyebabkan aliran informasi atau barang yang buruk dan adanya <i>inventory</i> berlebih
2	<i>Defects</i>	Kerap terjadi <i>error</i> dalam proses dokumen, masalah dalam kualitas produk, atau performansi pengantaran yang buruk

Sumber: Hines and Taylor (2000)

Tabel 2.3 Jenis 7 Wastes (Lanjutan)

No	Waste	Deskripsi
3	<i>Unnecessary inventory</i>	Jumlah <i>inventory</i> yang berlebihan dan adanya <i>delay</i> informasi atau produk yang menyebabkan biaya tinggi dan pelayanan pelanggan yang buruk
4	<i>Inappropriate processing</i>	Penggunaan metode atau <i>tools</i> yang salah pada proses pekerjaan, prosedur, atau sistem
5	<i>Excessive transportation</i>	Terlalu banyak pergerakan manusia, informasi, atau barang yang menyebabkan waktu, usaha, dan biaya yang terbuang sia-sia
6	<i>Waiting</i>	Ketidaktifan manusia, informasi, atau barang dalam waktu yang lama sehingga aliran menjadi buruk dan <i>lead time</i> menjadi lama
7	<i>Unnecessary motion</i>	Tempat kerja yang buruk sehingga menyebabkan ergonomi yang buruk (contohnya membungkuk yang berlebihan dan kerap kehilangan barang)

Sumber: Hines and Taylor (2000)

Dalam mengidentifikasi *waste*, aktivitas dalam proses pekerjaan dapat didefinisikan menjadi 3 jenis aktivitas, yaitu aktivitas *value adding*, *non-value adding*, dan *necessary non-value adding*. Definisi ketiga jenis aktivitas ini dilihat dari perspektif *customer* akhir. Aktivitas *value adding* merupakan aktivitas yang memberikan nilai pada produk atau jasa. Aktivitas *non-value adding* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai pada produk atau jasa serta tidak dibutuhkan atau tidak penting dalam kondisi saat ini sehingga dapat disebut sebagai *waste* dan perlu dieliminasi langsung atau dalam jangka pendek. Aktivitas *necessary non-value adding* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai pada produk atau jasa tetapi dibutuhkan atau penting. Aktivitas *necessary non-value adding* merupakan *waste*, tetapi umumnya lebih sulit untuk dieliminasi dalam jangka pendek sehingga diperlukan target jangka panjang.

2. Penentuan tujuan

Dalam menentukan tujuan perusahaan dalam penggunaan *lean thinking*, diperlukan beberapa tahap seperti membuat faktor penentu keberhasilan, menyelaraskan faktor penentu keberhasilan dengan metrik perusahaan, menentukan target perbaikan untuk setiap metrik perusahaan, mendefinisikan proses bisnis utama, menentukan proses bisnis yang dapat mencapai target perbaikan, dan memahami proses yang memerlukan pemetaan yang detail.

3. Memahami keseluruhan proses

Keseluruhan proses dapat digambarkan dengan *value stream mapping* sehingga dapat melakukan visualisasi alur, melihat letak *waste*, menyatukan prinsip *lean thinking*, menentukan pihak yang diperlukan dalam proses implementasi, dan menunjukkan hubungan antara alur informasi dan fisik.

4. Memetakan dengan detail

Membuat *value stream mapping* yang lebih detail dengan menggunakan *tools*. *Tools* yang akan digunakan dipertimbangkan menurut kemampuannya dalam mengidentifikasi dengan detail setiap *waste* yang ada. Beberapa *tools* yang dapat dipertimbangkan adalah *Process Activity Mapping* untuk mengidentifikasi *lead time* dan peluang produktivitas untuk aliran informasi dan fisik, *Supply Chain*

Response Matrix untuk mengevaluasi *inventory* dan *lead times* sehingga dapat menjaga level *customer service*, *Production Variety Funnel* untuk mengidentifikasi titik di mana produk menjadi lebih spesifik sesuai keinginan *customer*, *Quality Filter Mapping* untuk mengidentifikasi masalah kualitas dalam bentuk 3 jenis *defect* (*defect* produk, *scrap*, dan jasa), *Demand Amplification Mapping* untuk menunjukkan *inventory* serta mengevaluasi penjadwalan dan ukuran *batch*, dan *Value Analysis Time Profile* untuk menunjukkan waktu pada setiap proses dan menunjukkan biaya yang terbuang sia-sia.

5. Melibatkan *suppliers* dan *customers*

Melakukan *tools* pemetaan dengan melibatkan *suppliers* dan *customers* sehingga *waste* dapat diidentifikasi secara menyeluruh dalam *supply chain*.

6. Pengecekan rencana sesuai dan selaras dengan tujuan perusahaan

Setelah dibuat pemetaan, dilakukan penilaian kontribusi terkait penggunaan *lean thinking* terhadap metrik perusahaan.

2.2.3 *Lean Supply Chain*

Lean supply chain merupakan penerapan konsep *lean* pada *supply chain* dengan 3 objektif, yaitu *flow*, *pull*, dan *striving for excellence*. *Flow* merupakan pergerakan *inventory* dalam *supply chain* secara kontinu dengan antrian yang minimal atau adanya aktivitas *non-value added*. *Pull* memiliki arti proses pekerjaan *supply chain* dimulai dengan adanya pesanan *customer*. Dengan mengimplementasikan *pull*, operasional perusahaan tidak akan menghasilkan *output* kecuali terdapat permintaan dari *customer* sehingga tidak ada *inventory* atau *waste*. *Striving for excellence* bermaksud *supply chain* memiliki kualitas yang sempurna dan hal lain yang tidak memiliki kualitas sempurna merupakan *waste* (Monczka et al., 2016).

Lean supply chain bertujuan untuk membentuk hubungan kerjasama antara *suppliers* dan *customers* sehingga mengurangi *waste*, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas serta layanan pelanggan. Perbedaan antara *lean supply chain* dengan *supply chain* tradisional dijelaskan dalam tabel berikut (Myerson, 2012).

Tabel 2.4 Perbedaan Karakteristik *Supply Chain* Tradisional dan *Lean Supply Chain*

Karakteristik	<i>Supply Chain</i> Tradisional	<i>Lean Supply Chain</i>
<i>Suppliers</i>	Jumlah banyak	Jumlah hanya beberapa
Interaksi	Konfrontasi	Kolaborasi
Hubungan kerjasama	Per transaksi	Jangka panjang
Panjang kontrak	Jangka pendek	Jangka panjang
<i>Lead time</i>	Panjang	Pendek
Kuantitas pemesanan	Jumlah besar	Jumlah kecil
Kualitas	Inspeksi	Kualitas dari <i>supplier</i>
<i>Inventory</i>	Jumlah banyak	Jumlah minimal
Aliran informasi	Satu arah	Dua arah
Fleksibilitas	Rendah	Tinggi
Kepercayaan	Terbatas	Luas

Sumber: Myerson (2012)

Sebagai salah satu proses dalam *supply chain*, proses pengadaan dapat diimplementasi dengan *lean supply chain* menjadi *lean procurement*. *Lean procurement* berfokus pada kerjasama sehingga membutuhkan banyak koordinasi dan kolaborasi.

Dalam implementasi *lean procurement*, terdapat beberapa *tool* yang digunakan untuk mengidentifikasi serta mengurangi atau mengeliminasi *waste*, contohnya *Value Stream Mapping*, *Quality at Source*, dan *One-piece-flow* (pengurangan jumlah *batch*). Strategi pengadaan yang digunakan dalam *lean procurement* adalah sebagai berikut (Myerson, 2019).

1. Kolaborasi dengan fungsi utama, contohnya kolaborasi antara fungsi *purchasing* dan operasional sehingga proses kedua fungsi dapat lebih efisien dan juga meningkatkan performansi finansial.
2. Identifikasi dan implementasi penghematan biaya, contohnya dengan menggunakan strategi Lean kaizen untuk melakukan konsolidasi pengiriman, meningkatkan perencanaan dan pengelolaan *inventory*, dan analisis biaya. Strategi ini berfokus pada pengurangan biaya yang efektif dan berkelanjutan, tetapi tidak mengurangi kualitas maupun keandalan.
3. Peningkatan kualitas dan pengurangan *waste*, *lean procurement* berfokus pada pengurangan *waste* dalam berbagai bentuk, contohnya *7 waste*. Strategi ini dapat diimplementasikan dengan meningkatkan kepatuhan dan standardisasi.
4. Mencapai pengurangan biaya tambahan dan peningkatan proses dengan kolaborasi bersama *suppliers*. Strategi ini dapat mengoptimasi biaya transportasi, mengurangi risiko gangguan dalam *supply network*, dan membuat aturan kontrak yang lebih baik bagi kedua pihak.

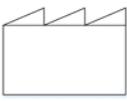
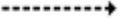
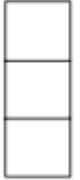
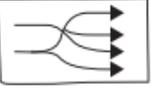
2.2.4 *Value Stream Mapping*

Value Stream Mapping (VSM) merupakan pemetaan proses yang menunjukkan aliran material dan informasi untuk mengidentifikasi waktu dan aktivitas yang sia-sia (*waste*) di dalam proses manufaktur atau jasa. VSM dapat digunakan untuk melihat aliran material dan informasi dari *supplier*, perusahaan, hingga pelanggan. Dengan mengidentifikasi aktivitas dan material yang tidak penting, VSM dapat meningkatkan efisiensi proses perusahaan. Dalam VSM, *value* pada produk atau jasa dilihat dari perspektif pelanggan sehingga terdapat pembagian aktivitas menjadi *value adding*, *non-value adding*, dan *necessary non-value adding*. Aktivitas *non-value adding* perlu dieliminasi dan aktivitas *necessary non-value adding* perlu diminimasi.

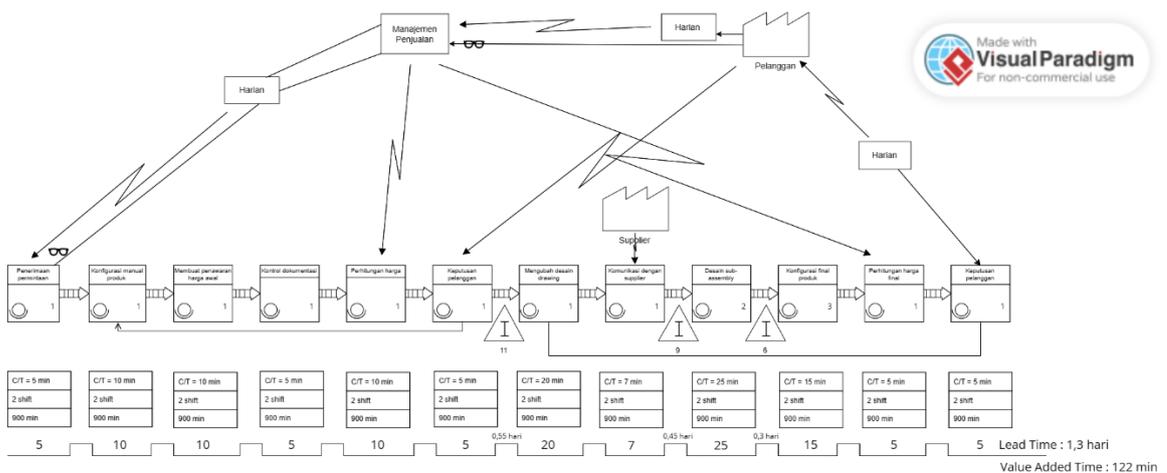
Proses pemetaan VSM dimulai dengan kesepakatan perusahaan terkait proses yang akan dianalisis serta batasannya. Lalu, proses diobservasi dari awal hingga akhir pada kondisi eksisting. Dalam proses observasi, hal-hal yang perlu diperhatikan dan dicatat adalah jenis sumber daya yang digunakan, jumlah sumber daya yang digunakan, dan durasi penggunaan sumber daya. Untuk memperoleh VSM yang memiliki kualitas yang baik dan dapat dipercaya, observasi dilakukan dengan mencatat data karyawan, produk, alat, dan aliran informasi secara detail. Selain observasi, pembuatan VSM juga membutuhkan data riwayat terkait tanggal, kuantitas, *delay*, pemberhentian, *breakdown*, keputusan operasional, absen, dan lain-lain yang terkait proses yang diobservasi. Selanjutnya, informasi dan data yang diperoleh dari observasi digambarkan dalam diagram alir yang menunjukkan waktu dan sumber daya yang digunakan dalam setiap aktivitas serta *delay* waktu yang terjadi di antara aktivitas. Pemetaan VSM pada kondisi eksisting disebut *current state map*. Setelah menganalisis *current state map*, dilakukan pengusulan perbaikan untuk mengoptimasi *value* dan meminimasi *non-value added* yang akan digambarkan pada *future/ideal state map*. Dalam proses analisis VSM, dapat digunakan metode statistik, contohnya *scatter plots*, diagram Pareto, *pie chart*, dan

diagram sebab akibat. Dalam pembuatan VSM, terdapat simbol-simbol yang digunakan yang dijelaskan dalam tabel berikut (Monczka et al., 2016).

Tabel 2.5 Simbol *Value Stream Mapping*

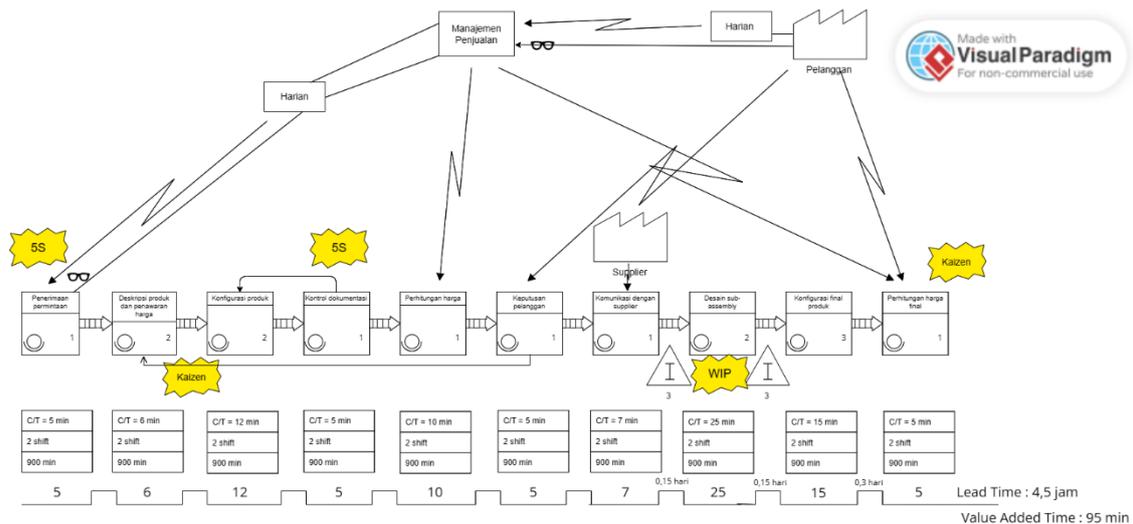
Simbol	Arti	Simbol	Arti	Simbol	Arti
	Customer/ Supplier		Informasi manual		Physical pull
	Proses		Informasi elektronik		Arah pull
	Arah push		Tabel data		Inventory
	Arah pengiriman		Produksi kanban		Jalur FIFO
	Truk pengiriman		Pengambilan kanban		Kaizen
	Kontrol produksi		Pos kanban		Supermarket
	Manusia/ Karyawan		Stok buffer		Cross-dock

Sumber: Monczka et al. (2016)



Gambar 2.1 Contoh *Current Value Stream Mapping*

Sumber: Sremcev et al. (2019)



Gambar 2.2 Contoh Future/Ideal Value Stream Mapping

Sumber: Sremcevic et al. (2019)

2.2.5 Process Activity Mapping

Process Activity Mapping (PAM) merupakan *tool* yang digunakan untuk memetakan secara detail proses pemenuhan pesanan. PAM digunakan untuk mengidentifikasi *lead time* dan peluang produktivitas untuk aliran material dan informasi dalam *supply chain*. PAM dilakukan dengan memetakan langkah-langkah aktivitas dalam proses pemenuhan pesanan. Beberapa langkah yang dilakukan dalam membuat PAM adalah sebagai berikut (Hines & Taylor, 2000).

1. Mengisi badan utama dalam *flowchart* dengan aktivitas, daerah atau area pelaksanaan, jarak yang ditempuh, durasi aktivitas, jumlah orang atau karyawan yang terlibat, dan hal-hal lainnya yang relevan terhadap aktivitas tersebut. Lalu, jarak, durasi, dan jumlah karyawan dijumlah secara keseluruhan.
2. Memberikan aliran material atau informasi dengan 4 simbol aliran, yaitu *Operation* (O), *Transport* (T), *Inspection* (I), dan *Delay* atau *storage* (D) yang dijelaskan dalam tabel berikut.

Tabel 2.6 Simbol Process Activity Mapping

Simbol	Nama Simbol	Penjelasan
●	<i>Operation</i> (O)	Aktivitas yang memberikan <i>value</i>
➔	<i>Transport</i> (T)	Pergerakan atau perpindahan antar tempat
■	<i>Inspection</i> (I)	Pengecekan kualitas atau kuantitas produk atau informasi
▼	<i>Delay</i> atau <i>storage</i> (D)	Produk atau informasi menunggu dan tidak terdapat aktivitas

Sumber : Hines and Taylor (2000)

3. Menganalisis jumlah dan durasi pada setiap jenis aktivitas yang dibagi menjadi *value-added*, *non-value added*, dan *necessary but non-value added*. Berdasarkan data jumlah dan durasi yang diperoleh, dilakukan analisis mengenai masalah yang terjadi, penyebab masalah, serta tindakan yang diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut.

2.2.6 Root Cause Analysis

Root Cause Analysis (RCA) merupakan pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi faktor yang menyebabkan suatu kejadian. Penggunaan RCA dapat

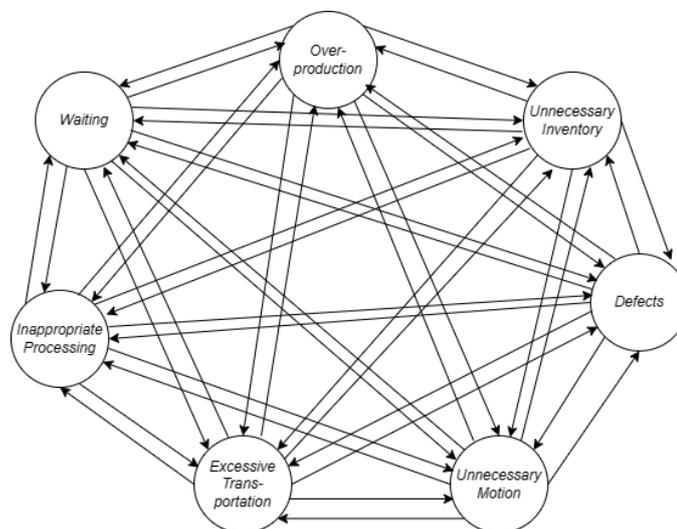
mengidentifikasi kondisi pada suatu proses sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan agar kejadian yang serupa tidak terjadi (Latino & Latino, 2006). Proses penggunaan RCA dapat dibagi menjadi 7 langkah, yaitu mendefinisikan dan memahami masalah, *brainstorming* penyebab masalah, mengumpulkan data penyebab masalah, menganalisis data penyebab masalah, mengidentifikasi akar masalah, mengeliminasi masalah, dan implementasi solusi atau perbaikan. Terdapat beberapa metode RCA yang umumnya digunakan, yaitu diagram *fishbone*, analisis pareto, 5-Whys, *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), diagram *cause-effect*, *Fault Tree Analysis* (FTA), Six Sigma, dan TRIZ (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022).

2.2.6.1 Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* atau Ishikawa merupakan analisis penyebab dan dampak sebagai alat kontrol kualitas untuk mengidentifikasi faktor yang memiliki potensial dalam menyebabkan suatu kejadian dan menghindari *defect* kualitas pada produk. Penyebab dalam diagram *fishbone* umumnya dibagi menjadi beberapa jenis kategori utama untuk mengidentifikasi penyebab variasi yang menyebabkan terjadinya suatu kondisi (Coccia, 2020).

2.2.7 Waste Assessment Model

Waste Assessment Model (WAM) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi *waste* kritis sehingga lebih mudah untuk menentukan perbaikan dalam eliminasi *waste*. Metode WAM dapat menunjukkan hubungan antara seluruh 7 *wastes* seperti yang digambarkan pada gambar 2.4 dan menunjukkan peringkat *waste* kritis sekaligus mengurangi subjektivitas. Dalam penggunaan metode WAM, terdapat 2 proses yang dilakukan, yaitu *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) yang akan dijelaskan sebagai berikut (Karningsih et al., 2019).



Gambar 2.3 Hubungan Antar *Waste*
Sumber: Karningsih, Pangesti and Suf (2019)

2.2.7.1 Waste Relationship Matrix (WRM)

Waste Relationship Matrix (WRM) merupakan *framework* yang digunakan untuk menganalisis kriteria penilaian untuk hubungan *waste* yang terjadi. WRM digambarkan dalam bentuk matriks yang barisnya menunjukkan dampak dari setiap *waste* terhadap *waste* lainnya dan kolomnya menunjukkan *waste* yang terdampak oleh *waste* lainnya. Dalam membuat matriks WRM,

dilakukan *interview* dengan pertanyaan kepada pihak terkait dengan petunjuk sebagai berikut.

Tabel 2.7 Pertanyaan Waste Relationship Matrix

No	Pertanyaan	Jawaban	Skor
1	Apakah i memproduksi j?	a. Selalu b. Kadang-kadang c. Tidak	4 2 0
2	Bagaimana jenis hubungan antara i dan j?	a. Saat i meningkat, j meningkat b. Saat i meningkat, j konstan c. Tergantung kondisi	2 1 0
3	Dampak j yang disebabkan oleh i	a. Muncul secara langsung dan jelas b. Butuh waktu untuk muncul c. Jarang muncul	4 2 0
4	Eliminasi dampak i terhadap j membutuhkan metode..	a. Metode Teknik b. Mudah dan langsung c. Solusi instruksional	2 1 0
5	Dampak j (yang disebabkan oleh i) berdampak pada	a. Kualitas produk b. Produktivitas c. <i>Lead time</i> d. Kualitas dan produktivitas e. Produktivitas dan <i>lead time</i> f. Kualitas dan <i>lead time</i> g. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	1 1 1 2 2 2 4
6	Seberapa besar dampak i terhadap j untuk meningkatkan <i>lead time</i>	a. Sangat tinggi b. Sedang c. Rendah	4 2 0

Sumber: Rawabdeh (2005)

Berdasarkan hasil skor yang diperoleh dari pertanyaan di atas, seluruh skor akan dijumlah untuk memperoleh total nilai untuk setiap hubungan *waste*. Selanjutnya, total nilai akan dikonversi menjadi simbol yang menunjukkan jenis hubungan yang dijelaskan dalam tabel berikut.

Tabel 2.8 Simbol dan Skor Waste Relationship Matrix

Skor	Jenis Hubungan	Simbol
17 - 20	Sangat Dibutuhkan	A
13 - 16	Sangat Penting	E
9 - 12	Penting	I
5 - 8	Tidak penting	U
1 - 4	Tidak terdapat hubungan	X

Sumber: Rawabdeh (2005)

Setelah dilakukan penentuan jenis hubungan *wastes* berdasarkan skor, matriks WRM dapat dibuat untuk menunjukkan hubungan antara 7 *wastes* (O: *Overproduction*, P: *Processing*, I: *Inventory*, T: *Transportation*, D: *Defects*, W: *Waiting*, dan M: *Motion*) dengan format seperti tabel 2.8. Dalam matriks WRM, simbol jenis hubungan direpresentasikan dengan A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0 sehingga dapat dihitung skor dan persentasenya (Rawabdeh, 2005).

Tabel 2.9 Matriks *Waste Relationship Matrix*

From/ To	O	I	D	M	T	P	W	Skor	Persentase
O	A/E/I /U/X								
I									
D									
M									
T									
P									
W									
Skor									
Persentase									

Sumber: Rawabdeh (2005)

2.2.7.1 *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)*

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi dalam aliran *supply chain*. WAQ terdiri dari 68 pertanyaan yang merepresentasikan aktivitas, kondisi, atau sikap yang dapat menyebabkan suatu *waste*. Pertanyaan pada WAQ dibagi menjadi pertanyaan "*from waste i*" yang menjelaskan bahwa jenis *waste* tersebut dapat berdampak pada munculnya jenis *waste* lainnya (berdasarkan WRM) dan pertanyaan "*to waste i*" yang menjelaskan bahwa munculnya jenis *waste* tersebut dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya. Setelah pertanyaan *from* dan *to* dibuat, pertanyaan-pertanyaan tersebut dikategorikan menjadi 4M (*Man, Machine, Method, dan Material*). Setiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban, yaitu "Ya" dengan skor 1, "Sedang" dengan skor 0,5, dan "Tidak" dengan skor 0.

Untuk menentukan peringkat *waste*, dilakukan perhitungan jumlah pertanyaan (N_i) *from* dan *to* pada setiap *waste* yang ada. Selanjutnya, dilakukan perhitungan skor akhir untuk setiap jenis *waste* dengan menggunakan hasil WRM dan WAQ. Hasil dari matriks WRM dimasukkan ke dalam tabel WAQ yang telah dibagi berdasarkan 4M dan skor dari setiap *defect* dijumlahkan. Lalu, dilakukan perhitungan skor *waste* (S_j) dengan rumus sebagai berikut.

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j,k}}{N_i} \dots (2.1)$$

Dengan k merupakan nomor pertanyaan dari 1 hingga 68 pada WAQ, W merupakan berat hubungan *waste* dari WRM, j merupakan jenis *waste* untuk setiap pertanyaan nomor k, dan N_i merupakan jumlah pertanyaan pada setiap *waste*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan frekuensi (F_j) sel tabel yang memiliki berat S_j lebih dari 0 untuk setiap jenis *waste* j. Lalu, total nilai bobot *waste* (s_j) dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$s_j = \sum_{K=1}^K X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \dots (2.2)$$

Dengan X_k merupakan nilai jawaban kuesioner dari WAQ (nilai 0, 0,5, atau 1). Selanjutnya, dihitung indikator awal untuk tiap *waste* (Y_j) dengan rumus sebagai berikut.

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \dots (2.3)$$

Dengan f_j merupakan sel tabel yang memiliki berat s_j lebih dari 0 untuk setiap jenis *waste* j , nilai F_j diperoleh dari perhitungan sebelumnya, nilai s_j diperoleh dari rumus (2), dan nilai S_j diperoleh dari rumus (1). Terakhir, untuk menghitung nilai *final waste* ($Y_{j\text{final}}$), dilakukan perhitungan dengan menggunakan indikator awal (Y_j) dan probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_j). Probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_j) dihitung dengan mengalikan persentase *from* dan *to* setiap *waste* berdasarkan hasil WRM. Berikut merupakan rumus nilai *final waste* ($Y_{j\text{final}}$).

$$Y_{j\text{final}} = Y_j \times P_j = \frac{S_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \times P_j \dots (2.4)$$

Berdasarkan perhitungan nilai *final waste* ($Y_{j\text{final}}$), dapat diperoleh peringkat *waste* yang digunakan untuk menentukan *waste* kritis. *Waste* kritis yang akan dipilih selanjutnya dilakukan perbaikan atau *improvement* untuk mengeliminasi *waste* tersebut (Irawan & Putra, 2021).

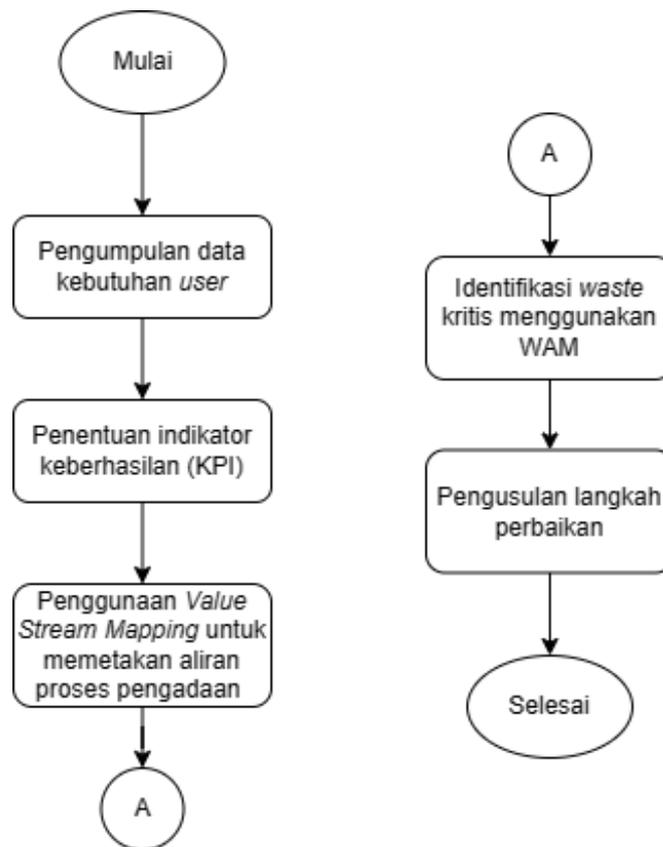
(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai metodologi tugas akhir dalam bentuk *flowchart* dan penjelasan mengenai metode yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.

3.1 *Flowchart* Metodologi

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, terdapat beberapa langkah yang dilakukan dalam proses pengolahan data. Setelah mengidentifikasi masalah serta melakukan studi literatur, berikut merupakan langkah-langkah pengolahan data yang digambarkan dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Tugas Akhir

3.2 Pengumpulan Data Kebutuhan *User*

Tahap awal dari pengolahan data dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah mengumpulkan data mengenai kebutuhan *user*. Dalam tahap ini, dilakukan *interview* dengan karyawan di setiap divisi yang berkaitan dengan proses pengadaan O&M di PT PLN Nusantara Power Services, yaitu divisi O&M, divisi anggaran, divisi perencana pengadaan, dan divisi pelaksana pengadaan. Responden adalah karyawan pada setiap divisi yang telah bekerja di PT PLN Nusantara Power Services selama minimal 3 tahun. Data yang akan dikumpulkan adalah kebutuhan divisi terkait proses pengadaan O&M yang dilakukan.

3.3 Penentuan Indikator Keberhasilan

Berdasarkan data kebutuhan yang diperoleh dari *interview* sebelumnya, dilakukan penentuan indikator keberhasilan untuk mengukur aspek-aspek untuk menilai keberhasilan dari proses pengadaan. Dalam tahap ini, penentuan indikator keberhasilan dilakukan dengan berdiskusi dengan perwakilan divisi terkait prioritas kebutuhan sehingga indikator yang ditetapkan dapat merepresentasikan proses pengadaan yang diinginkan dengan baik dan menyeluruh.

3.4 Pemetaan Aliran Proses Pengadaan

Aliran proses pengadaan dipetakan dengan dua metode, yaitu *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memetakan aliran material dan informasi proses pengadaan yang melibatkan pelanggan, divisi-divisi yang terkait, *supplier*, dan lain-lain; dan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk melakukan perincian aktivitas serta durasi yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas proses pengadaan sehingga dapat diketahui persentase aktivitas VA, NVA, dan NNVA serta jenis aliran material dan informasi yang terjadi.

3.4.1 *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) digunakan untuk memvisualisasikan aliran suatu proses dengan menunjukkan aliran material, aliran informasi, dan *timeline* sehingga dapat mengidentifikasi dan menganalisis aktivitas yang memberikan *value* serta aktivitas yang tidak memberikan *value* terhadap proses tersebut. Dalam pemetaan aliran seluruh pihak atau divisi yang terlibat dalam aliran proses digambarkan dalam VSM. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengimplementasi VSM dengan membuat *current value stream mapping* adalah sebagai berikut (Langstrand, 2016).

1. Membuat garis besar proses dengan mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang dilakukan dan digambarkan pada garis lurus. Selain aktivitas-aktivitas dalam garis besar proses, pihak eksternal juga digambarkan seperti pelanggan pada bagian atas kanan dan *supplier* pada bagian atas kiri. Di antara setiap aktivitas diberikan jarak untuk aliran material dan informasi yang akan diberikan selanjutnya.
2. Menggambarkan aliran informasi dan material dalam *value stream* yang dilengkapi dengan visualisasi tempat penyimpanan material dan informasi mengenai pengiriman.
3. Menambahkan data proses yang berkaitan dengan proses dan tujuan proses. Data ini dibutuhkan untuk menganalisis VSM dengan jelas. Beberapa data proses yang umumnya digunakan dalam VSM adalah permintaan pelanggan, *cycle time* (C/T), *process time* (P/T), *downtime*, jumlah operator, kapasitas, jumlah *batch*, *inventory level*, dan lain-lain.
4. Menambahkan *timeline* dan perhitungan. Untuk melakukan estimasi total *lead time*, *process time*, dan efisiensi proses, dilakukan perhitungan *takt time*, *process time*, dan waktu tunggu (*inventory lead times*). Dalam proses yang lebih sederhana, *process time* dapat disamakan dengan *cycle time* sehingga perhitungan yang dilakukan dapat menyesuaikan kompleksitas proses.

Untuk membuat *current value stream mapping* dari proses pengadaan jasa O&M di PT PLN Nusantara Power Services, dilakukan observasi pada proses pengadaan O&M yang dimulai dari munculnya kebutuhan *unit* di divisi O&M hingga proses

pembayaran pengadaan barang atau jasa oleh divisi Pelaksana Pengadaan untuk memperoleh data sebagai berikut.

1. Divisi yang terlibat dalam proses pengadaan O&M
2. Aktivitas yang dilakukan pada setiap divisi yang terlibat dalam proses pengadaan O&M
3. Informasi dan material yang digunakan pada aktivitas proses pengadaan O&M
4. Aliran informasi dan aliran material yang terjadi pada proses pengadaan O&M
5. Data durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap aktivitas proses pengadaan O&M. Contoh data durasi waktu aktivitas pada divisi perencana pengadaan yaitu:
 - Data durasi waktu penerimaan *Purchase Request*
 - Data durasi waktu *input Purchase Request* ke sistem
 - Data durasi waktu proses pembuatan Informasi Harga (IH)
 - Data durasi waktu proses pembuatan Harga Perhitungan *Engineering* (HPE)
 - Data durasi waktu proses pembuatan Rencana Kerja & Syarat (RKS)
 - Data durasi waktu proses penunjukan vendor
6. Jumlah operator atau pekerja yang terlibat dalam setiap aktivitas proses pengadaan O&M

Dalam membuat *current value stream mapping* proses pengadaan O&M, data proses yang akan dihitung adalah *total lead time* dan *process time*. Data proses yang digunakan dipilih berdasarkan kesesuaian dengan PT PLN Nusantara Power Services yang bergerak di bidang jasa sehingga proses yang dilakukan umumnya administratif. *Process time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas pada proses, contohnya waktu menyiapkan pesanan, waktu inspeksi, dan waktu meletakkan kembali barang. Sedangkan *total lead time* adalah waktu keseluruhan proses hingga selesai, dalam hal ini adalah waktu secara keseluruhan proses pengadaan O&M.

3.4.2 *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk memetakan proses secara detail dengan mengidentifikasi *lead time*. Dengan menggunakan PAM, aktivitas-aktivitas pada proses dapat dikategorikan menjadi VA, NVA, dan NNVA. PAM diimplementasikan dengan memetakan setiap langkah dalam aktivitas pada suatu proses. Berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat PAM proses pengadaan O&M di PT PLN Nusantara Power Services.

1. Melakukan identifikasi langkah-langkah dalam aktivitas proses pengadaan O&M.
2. Melakukan observasi untuk memperoleh data daerah atau area pelaksanaan aktivitas, jarak yang ditempuh, durasi aktivitas, jumlah operator atau pekerja yang terlibat, serta melakukan klasifikasi menjadi 3 jenis aktivitas (VA, NVA, dan NNVA).
3. Melakukan klasifikasi aktivitas proses pengadaan O&M dengan 4 simbol aliran, yaitu *Operation* (O), *Transport* (T), *Inspection* (I), dan *Delay* atau *storage* (D). Dengan melakukan klasifikasi aliran aktivitas, *waste* pada proses pengadaan O&M dapat diidentifikasi.
4. Melakukan perhitungan total durasi secara keseluruhan dan total durasi pada setiap jenis klasifikasi aktivitas (VA, NVA, dan NNVA) sehingga dapat menganalisis mengenai proporsi aktivitas yang tidak memberikan *value*, yaitu NVA dan NNVA terhadap keseluruhan proses pengadaan O&M.

Setelah PAM proses pengadaan O&M dibuat, identifikasi 7 *wastes* dilakukan dengan menggunakan data hasil klasifikasi aliran aktivitas dan data hasil pemetaan aktivitas *non-value added* (NVA dan NNVA). Dalam proses identifikasi 7 *wastes*, diperlukan untuk memberikan deskripsi mengenai setiap *waste* untuk menyesuaikan definisi *waste* dengan aktivitas proses pengadaan.

3.5 Identifikasi Waste Kritis Menggunakan Waste Assessment Model

Setelah mengidentifikasi *waste* yang terdapat pada proses pengadaan O&M di PT PLN Nusantara Power Services, dilakukan penentuan *waste* kritis dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) serta analisis penyebab *waste* kritis dengan menggunakan Diagram *Fishbone*. Tahap-tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut.

3.5.1 Penentuan Waste Kritis Menggunakan Waste Assessment Model (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). WRM digunakan untuk menganalisis hubungan antara *waste* yang terjadi dan WAQ digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi pada proses. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengimplementasikan WAM dalam proses pengadaan O&M adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan data menggunakan kuesioner WRM. Kuesioner WRM terdiri dari pertanyaan pada tabel 2.6 untuk *waste* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Kuesioner WRM akan ditanyakan dalam bentuk *interview* dengan masing-masing 1 perwakilan dari divisi yang terkait dalam proses pengadaan O&M. Hasil dari kuesioner akan ditotal sehingga mendapatkan skor hubungan antar setiap *waste*.
2. Penentuan hubungan *waste* dilakukan dengan melihat skor total pada hubungan setiap *waste*. Skor yang ada akan disesuaikan dengan tabel 2.7 sehingga dapat diperoleh jenis hubungan *waste* yang digambarkan dengan simbol A, E, I, U, atau X. Hubungan antar *waste* digambarkan dalam matriks seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.8 yaitu hasil akhir dari *Waste Relationship Matrix* (WRM).
3. Penentuan persentasi hubungan *waste* dilakukan dengan menjumlah skor dari WRM dan melakukan perhitungan persentase setiap *waste* dari keseluruhan *waste*. Berdasarkan persentase tersebut, akan diperoleh peringkat awal dari *waste* yang paling tinggi ke *waste* yang paling rendah.
4. Pengelompokan pertanyaan pada WAQ dilakukan dengan mengelompokkan pertanyaan *from* dan *to* dari *waste* yang telah diidentifikasi sehingga diperoleh variabel N_i (jumlah pertanyaan).
5. Menentukan nilai bobot, skor, dan frekuensi *waste* awal dengan menganalisis pertanyaan *from* dan *to* dengan 4M (*Man, Material, Machine, dan Method*). Nilai bobot ($W_{j,k}$) pada langkah ini diperoleh dari skor WRM yang dibagi dengan N_i (jumlah pertanyaan) sehingga nilai bobot dihitung pada setiap *waste* dari pertanyaan *from* dan *to*. Nilai skor (S_j) dihitung untuk setiap *waste* dengan menjumlahkan seluruh nilai bobot pada *waste* tersebut seperti pada persamaan (2.1). Nilai frekuensi (F_j) dihitung dengan menjumlahkan nilai bobot *non-zero*.
6. Menentukan nilai bobot, skor, dan frekuensi *waste* baru dengan memperhitungkan hasil jawaban kuesioner WAQ pada perhitungannya.

Dalam perhitungan ini, diperoleh nilai skor baru (s_j) dengan rumus (2.2) serta nilai frekuensi baru (f_j).

7. Menentukan nilai probabilitas (P_j) dan persentase final ($Y_{j,final}$) dengan menghitung Y_j menggunakan persamaan (2.3) untuk menghitung $Y_{j,final}$ menggunakan persamaan (2.4).
8. Menentukan peringkat *waste* yang memiliki persentase tertinggi hingga terendah.

3.5.2 Analisis Penyebab *Waste* Kritis Menggunakan Diagram *Fishbone*

Berdasarkan *waste* kritis yang telah ditentukan menggunakan WAM, *waste* kritis kemudian dianalisis menggunakan salah satu *tool Root Cause Analysis* (RCA), yaitu diagram *fishbone*. Analisis ini digunakan untuk mencari akar penyebab masalah dari *waste* kritis sehingga dapat dilakukan perbaikan atau improvement untuk mengeliminasi *waste* kritis. Dalam pembuatan diagram *fishbone*, penyebab-penyebab dari suatu kejadian umumnya dibagi menjadi beberapa jenis kategori utama untuk mengidentifikasi penyebab yang menyebabkan terjadinya suatu kondisi.

3.6 Pengusulan Langkah Perbaikan

Berdasarkan hasil diagram *fishbone*, ditemukan akar-akar penyebab *waste* kritis. Guna meningkatkan efisiensi proses pengadaan O&M, diusulkan langkah-langkah perbaikan atau *improvement* yang dapat mengeliminasi *waste* kritis. Langkah perbaikan diusulkan berdasarkan akar-akar penyebab *waste* kritis sehingga *waste* kritis dapat dieliminasi. Langkah perbaikan dapat berupa digitalisasi proses, penggabungan proses, perubahan prosedur proses, perubahan jumlah karyawan, dan langkah-langkah lainnya yang dapat mengeliminasi *waste*. Dalam proses pengusulan langkah perbaikan, dilakukan diskusi dengan perusahaan untuk memastikan bahwa langkah perbaikan selaras dengan tujuan perusahaan dan tetap mengikuti peraturan perusahaan yang berlaku.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari Tugas Akhir, yaitu analisis kebutuhan *user*, penentuan indikator keberhasilan, pemetaan aliran proses pengadaan, identifikasi *waste* kritis, dan pengusulan langkah perbaikan pada proses pengadaan O&M di perusahaan penyedia jasa pembangkit listrik.

4.1 Penentuan Indikator Keberhasilan

Proses pengadaan O&M di perusahaan penyedia jasa pembangkit listrik melibatkan 4 divisi, yaitu divisi Operation & Maintenance (O&M), divisi Anggaran, divisi Perencana Pengadaan, dan divisi Pelaksana Pengadaan. Untuk menentukan indikator keberhasilan pada proses pengadaan, diperlukan analisis kebutuhan dari setiap divisi yang terlibat dalam pengadaan O&M. Dilakukan wawancara dengan 1 karyawan pada setiap divisi sebagai perwakilan divisi dengan kriteria sebagai berikut.

1. Telah bekerja minimal 3 tahun di divisi O&M, Anggaran, Perencana Pengadaan, atau Pelaksana Pengadaan.
2. Mengetahui aliran proses pengadaan O&M secara keseluruhan.
3. Melakukan pengerjaan proses pengadaan O&M.

Pada wawancara mengenai kebutuhan *user*, diberikan pertanyaan mengenai aspek-aspek proses pengadaan yang dipertimbangkan dalam keberhasilan proses pengadaan. Berikut merupakan hasil wawancara dengan setiap perwakilan divisi di proses pengadaan O&M.

Tabel 4.1 Hasil Wawancara Perwakilan Divisi

No	Divisi dan Jabatan	Lama Bekerja di Perusahaan	Aspek Keberhasilan Pengadaan
1	O&M, Asisten Manajer Perencanaan dan Pengendalian Operasi O&M 1	10 Tahun	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu <i>levering</i> pengadaan barang dan jasa sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan di kontrak. • Harga barang dan jasa yang terkontrak di bawah atau minimal sama dengan Harga Perhitungan Sendiri (HPS) Pelaksana Pengadaan. • Barang dan jasa yang diterima sesuai dengan spesifikasi atau <i>scope</i> yang tercantum pada kontrak atau <i>Terms of Reference</i> (TOR).
2	Anggaran	8 Tahun	<ul style="list-style-type: none"> • Realisasi nilai kebutuhan pengadaan barang dan jasa sesuai dengan anggaran yang telah direncanakan di Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP).
3	Perencana Pengadaan, Junior Analis Perencana Pengadaan Pembangkitan	8 Tahun	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu penerbitan kontrak sesuai dengan waktu kebutuhan yang telah ditetapkan oleh O&M. • Nilai Harga Perhitungan <i>Engineering</i> (HPE) di bawah atau minimal sama dengan nilai Anggaran. • Durasi pengerjaan <i>Purchase Request</i> (PR) kurang dari atau sama dengan durasi (<i>Service Level Agreement</i>) SLA.
4	Pelaksana Pengadaan, Asisten <i>Officer</i> Pelaksana Pengadaan Pembangkitan	7 Tahun	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil negosiasi harga sesuai dengan ketentuan. • Spesifikasi barang dan jasa sesuai dengan permintaan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan keempat perwakilan divisi, aspek-aspek yang dapat digunakan menjadi indikator keberhasilan adalah aspek ketepatan waktu, harga, durasi pekerjaan, dan ketepatan spesifikasi barang atau jasa. Aspek ketepatan waktu dilihat dari kesesuaian waktu *levering* dengan kontrak, dan perbandingan waktu penerbitan kontrak dengan tanggal kebutuhan. Aspek harga dilihat dari harga barang dan jasa yang terkontrak di bawah atau minimal sama dengan Harga Perhitungan Sendiri (HPS), realisasi nilai kebutuhan pengadaan barang dan jasa sesuai dengan anggaran yang telah direncanakan di RKAP, nilai Harga Perhitungan Engineering (HPE) di bawah atau minimal sama dengan nilai Anggaran, dan hasil negosiasi harga sesuai dengan ketentuan. Aspek durasi pekerjaan dilihat dari durasi pengerjaan PR kurang dari atau sama dengan durasi SLA. Aspek ketepatan spesifikasi barang atau jasa dilihat dari kesesuaian barang dan jasa yang diterima dengan spesifikasi atau *scope* yang tercantum pada kontrak atau TOR.

Keempat aspek indikator dari wawancara akan digunakan sebagai dasar penentuan indikator keberhasilan. Dalam penentuan indikator keberhasilan, akan digunakan model Supply Chain Operations Reference (SCOR) yang merupakan metode untuk mengevaluasi aktivitas dan performansi rantai pasok. Proses yang termasuk dalam model SCOR adalah *Plan, Source, Make, Deliver, Return, dan Enable*. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, proses dalam model SCOR yang digunakan menjadi objek adalah *Source*, yaitu proses pengadaan barang atau jasa untuk memenuhi permintaan. Salah satu bagian penting dalam struktur SCOR adalah performansi. Performansi SCOR berfokus pada penilaian dan pengukuran hasil pelaksanaan proses rantai pasok. Terdapat 5 atribut performansi pada SCOR, yaitu sebagai berikut.

1. *Reliability*, yaitu kemampuan untuk melakukan pekerjaan sesuai dengan ekspektasi.
2. *Responsiveness*, yaitu kecepatan pelaksanaan pekerjaan.
3. *Agility*, yaitu kemampuan untuk merespons pengaruh dari pihak eksternal, kemampuan untuk merespons perubahan pasar sehingga dapat menjaga atau meningkatkan keunggulan kompetitif.
4. *Cost*, yaitu seluruh biaya yang digunakan dalam operasional proses rantai pasok.
5. *Asset Management Efficiency*, yaitu kemampuan dalam menggunakan aset dengan efisien.

Tabel 4.2 Penentuan Indikator Performansi dan Metrik Proses Pengadaan

Kriteria	Kode	Indikator Performansi	Kode	Metrik
<i>Reliability</i>	RL.1.1	<i>Purchase Effectiveness</i>	RL.2.1	$\frac{\text{Jumlah pemesanan barang atau jasa}}{\text{Jumlah permintaan barang atau jasa}}$
			RL.2.2	Dokumentasi proses pengadaan lengkap dan akurat
	RL.1.2	Kualitas Barang atau Jasa	RL.2.3	$\frac{\text{Jumlah barang atau jasa sesuai spesifikasi}}{\text{Jumlah pemesanan barang atau jasa}}$
	RL.1.3	Reliabilitas Vendor	RL.2.4	<i>Lead time</i> proses pengerjaan vendor
			RL.2.5	Kesesuaian pengerjaan vendor terhadap kontrak
<i>Responsiveness</i>	RS.1.1	<i>Supply Lead Time</i>	RS.2.1	<i>Lead Time</i> Pengadaan \leq SLA Proses Bisnis
			RS.2.2	Persentase penyelesaian proses pengadaan yang tepat waktu terhadap tanggal kebutuhan
<i>Agility</i>	AG.1.1	<i>Upside Supply Chain Flexibility</i>	AG.2.1	Lama waktu proses Addendum (perubahan pada kontrak)
<i>Cost</i>	CO.1.1	<i>Cost Saving</i>	CO.2.1	HPE \leq Nilai Anggaran
			CO.2.2	Nilai Kontrak \leq HPS

Tabel 4.3 Penentuan Indikator Performansi dan Metrik Proses Pengadaan (Lanjutan)

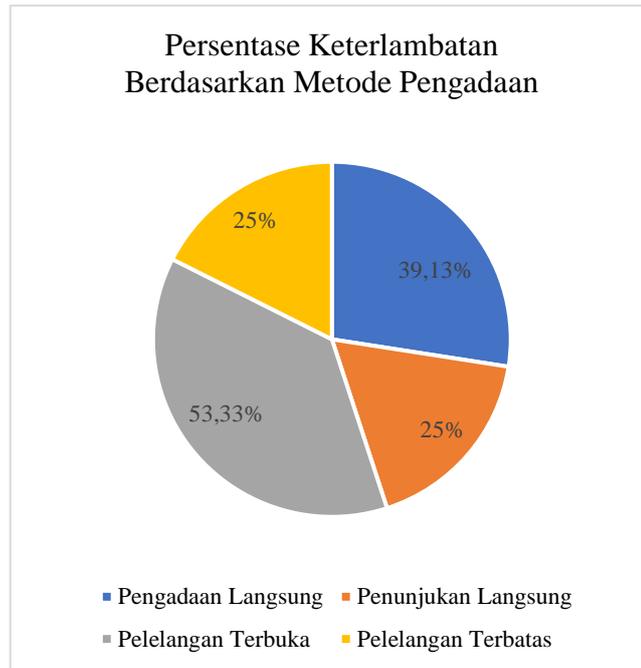
Kriteria	Kode	Indikator Performansi	Kode	Metrik
<i>Cost</i>	CO.1.1	<i>Cost Saving</i>	CO.2.3	Hasil Negosiasi Harga sesuai dengan ketentuan
<i>Asset Management Efficiency</i>	AM.1.1	Produktivitas Sumber Daya Manusia	AM.2.1	Persentase pengerjaan permintaan barang atau jasa (Menyesuaikan tingkat pelatihan atau jabatan karyawan)
	AM.1.2	Peningkatan Kemampuan Sumber Daya Manusia	AM.2.2	Jumlah pelatihan yang diikuti karyawan
	AM.1.3	Aplikasi Kontrak Payung	AM.2.3	Persentase penggunaan kontrak payung pada barang atau jasa (sesuai <i>inventory policy</i>)

Penyusunan indikator keberhasilan dilakukan dengan melakukan analisis dan diskusi setiap atribut performansi SCOR untuk proses pengadaan. Hasil dari wawancara akan menjadi dasar utama dalam pemilihan indikator performansi serta metrik. Selain dengan melakukan analisis dan diskusi pada kondisi proses pengadaan, dilakukan analisis pada referensi yang menggunakan model SCOR pada proses pengadaan. Berikut merupakan indikator performansi dan metrik untuk proses pengadaan di perusahaan penyedia jasa pembangkit listrik.

Penyusunan indikator keberhasilan pada tugas akhir ini akan dilakukan hingga penentuan indikator performansi serta metrik. Target dari indikator keberhasilan akan diserahkan ke perusahaan untuk dilakukan diskusi dengan *stakeholder* terkait serta mempertimbangkan surat keputusan yang diterbitkan oleh perusahaan. Pada tahap selanjutnya, indikator performansi dan metrik KPI akan digunakan sebagai dasar untuk mengetahui *waste* atau aktivitas *non-value added* dengan mempertimbangkan kontribusi aktivitas terhadap tercapainya indikator performansi proses pengadaan.

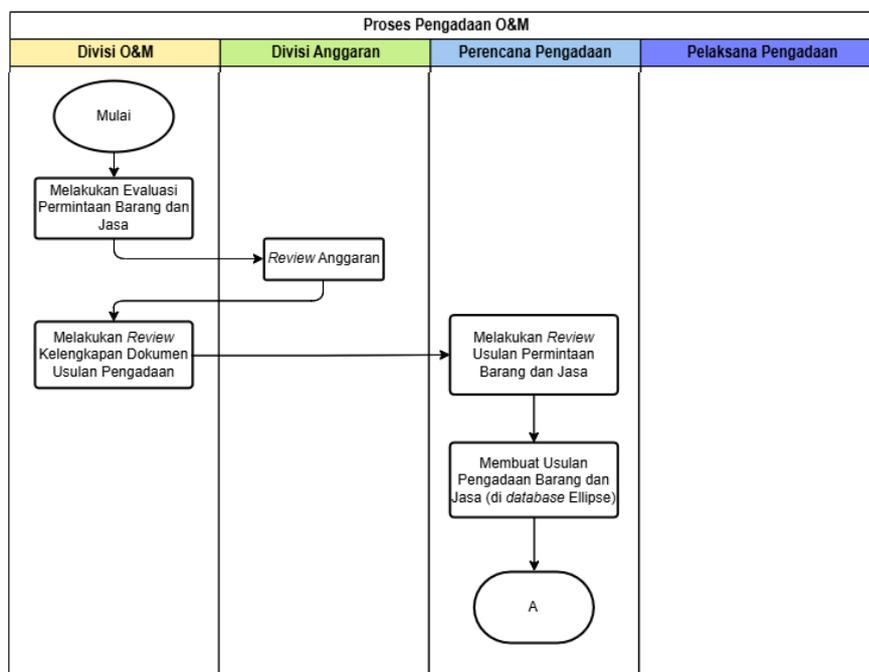
4.2 Pemetaan Aliran Proses Pengadaan

Pemetaan aliran proses pengadaan dilakukan dengan membuat alur proses pengadaan O&M yang menunjukkan proses-proses yang dilakukan pada setiap divisi yang berkaitan. Proses pengadaan O&M memiliki 4 jenis pengadaan, yaitu pengadaan langsung, penunjukan langsung, pelelangan terbuka, dan pelelangan terbatas. Perbedaan dari keempat jenis metode ini adalah dalam proses pemilihan vendor serta nilai dari pengadaan. Pengadaan langsung merupakan metode membeli atau mengadakan barang atau jasa dari vendor dengan mempertimbangkan data pembanding teknis atau harga. Penunjukan langsung merupakan metode menunjuk satu vendor barang atau jasa berdasarkan riset pasar, *due diligence*, atau Daftar Penyedia Terseleksi (DPT). Pelelangan terbuka yaitu saat perusahaan mengundang vendor barang atau jasa. Undangan diumumkan secara luas untuk memberikan kesempatan kepada vendor untuk memenuhi kualifikasi pelelangan. Pelelangan terbatas yaitu saat perusahaan mengundang vendor barang atau jasa yang termasuk dalam Daftar Penyedia Terseleksi (DPT) dan melakukan proses penilaian DPT. Pengadaan dengan nilai kurang dari Rp500.000.000 dapat menggunakan metode pengadaan langsung dan penunjukan langsung. Sedangkan pengadaan dengan nilai lebih dari Rp500.000.000 dapat menggunakan metode penunjukan langsung, pelelangan terbuka, dan pelelangan terbatas.

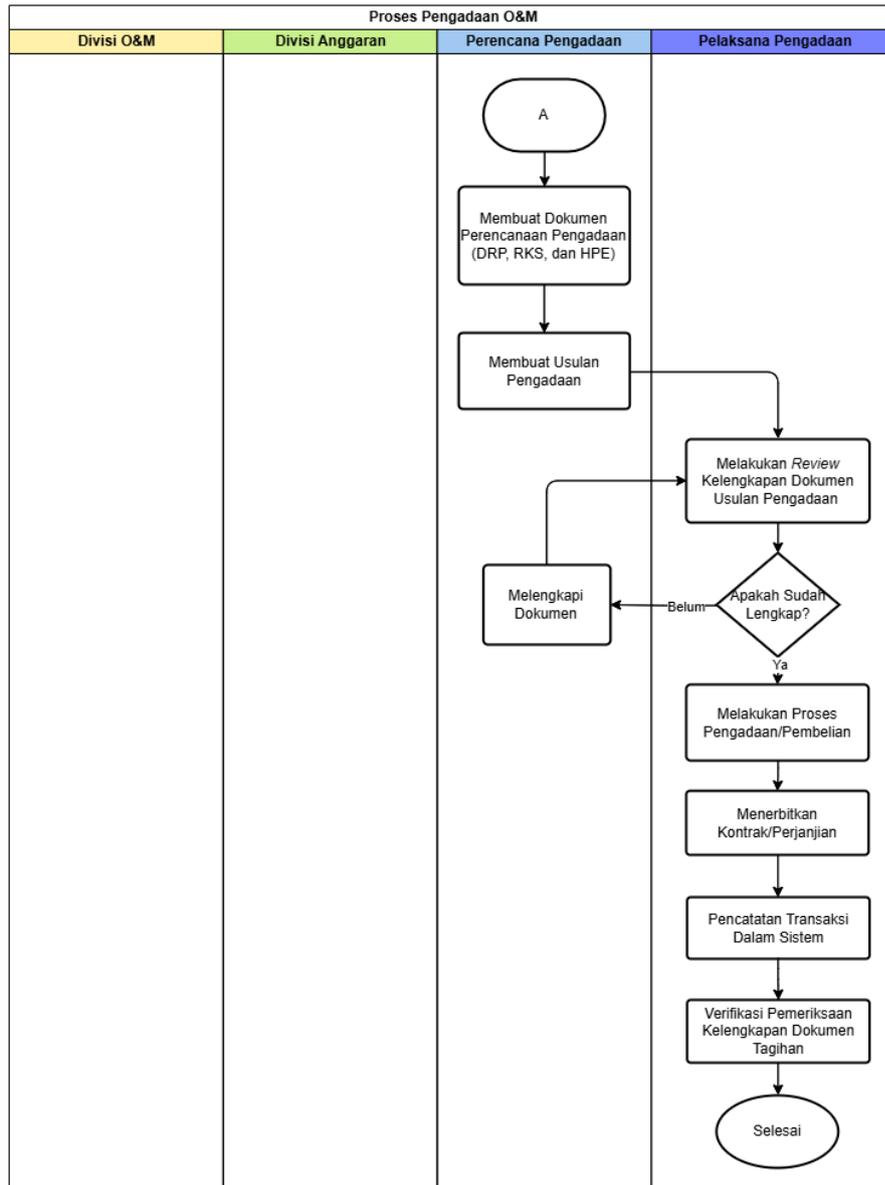


Gambar 4.1 Grafik Persentase Keterlambatan Pengadaan Berdasarkan Metode Pengadaan

Berdasarkan grafik 4.1., metode pelelangan terbuka merupakan metode pengadaan yang sering mengalami keterlambatan, yaitu dengan persentase 53%. Oleh karena itu, metode pengadaan yang akan menjadi objek pengambilan data serta analisis adalah pengadaan O&M pada pembangkit dengan metode pelelangan terbuka pada tahun 2023 hingga bulan Mei 2024. Alur proses pengadaan O&M secara keseluruhan dan pembagian proses pada divisi O&M, Anggaran, Perencana Pengadaan, dan Pelaksana Pengadaan dapat digambarkan dalam diagram *swimlane* pada gambar 4.2. Alur proses pengadaan O&M yang terdapat pada diagram *swimlane* akan menjadi dasar dalam pembuatan *current Value Stream Mapping*.



Gambar 4.2 Diagram *Swimlane* Proses Pengadaan O&M



Gambar 4.3 Diagram *Swimlane* Proses Pengadaan O&M (Lanjutan)

4.2.1 *Current Value Stream Mapping*

Pembuatan *current Value Stream Mapping* dilakukan dengan mengidentifikasi aliran material, aliran informasi, jumlah operator, dan waktu proses (*value added time*) serta *lead time* pada proses pengadaan O&M. Operator yang terlibat dalam proses pengadaan O&M adalah sebagai berikut.

1. 20 karyawan divisi Operation & Maintenance (O&M).
2. 1 karyawan bagian pembangkit dan proyek pada divisi Anggaran.
3. 11 karyawan bagian pembangkit pada divisi Perencana Pengadaan.
4. 8 karyawan bagian pembangkit pada divisi Pelaksana Pengadaan.
5. 3 karyawan penagihan pada divisi Pelaksana Pengadaan.

Objek material pada proses pengadaan O&M adalah dokumen pengadaan. Aliran material yang terjadi pada proses pengadaan O&M adalah sebagai berikut.

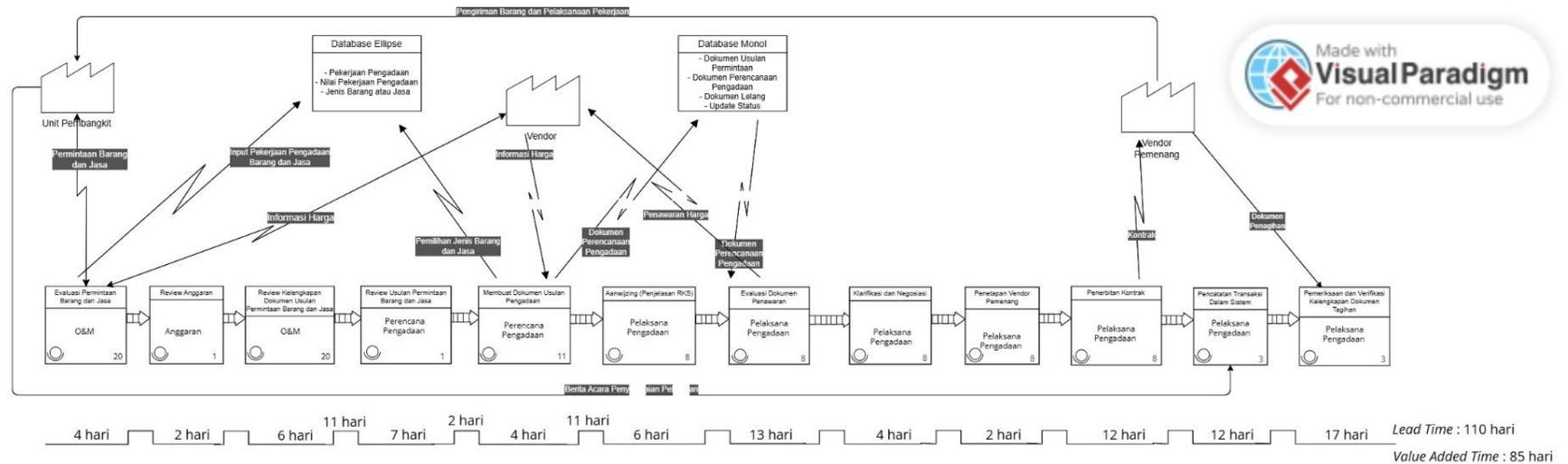
1. Unit pembangkit memberikan dokumen usulan kebutuhan barang atau jasa kepada unit O&M.
2. Karyawan O&M melakukan *review* usulan kebutuhan barang atau jasa.
3. Karyawan O&M melengkapi dokumen usulan kebutuhan barang atau jasa sesuai dengan jenis pengadaan.
4. Karyawan O&M melakukan *input* ke database Ellipse untuk memasukkan jenis pekerjaan.
5. Karyawan O&M memberikan dokumen usulan pengadaan ke divisi Anggaran.
6. Karyawan Anggaran menerima dokumen usulan pengadaan dan mengatur prioritas pengerjaan dokumen.
7. Karyawan Anggaran melakukan pengecekan pada Ellipse.
8. Karyawan Anggaran melakukan pengecekan nilai Anggaran pada bidang O&M dan unit terkait.
9. Karyawan Anggaran meminta tanda tangan kepada manajer Anggaran.
10. Karyawan Anggaran memberikan dokumen ke karyawan O&M.
11. Karyawan O&M melakukan pengecekan kelengkapan dokumen usulan pengadaan.
12. Karyawan O&M memberikan dokumen usulan pengadaan ke karyawan Perencana Pengadaan.
13. Karyawan Perencana Pengadaan melakukan pengecekan kelengkapan dokumen usulan pengadaan.
14. Karyawan Perencana Pengadaan melakukan *scan* dokumen, lalu meng-*input* ke database Monol.
15. Karyawan Perencana Pengadaan memberikan dokumen ke Asisten Manajer untuk dicek kembali serta dibagikan kepada penanggung jawab unit.
16. Karyawan Perencana Pengadaan menentukan metode pengadaan sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan.
17. Karyawan Perencana Pengadaan membuat Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS).
18. Karyawan Perencana Pengadaan melakukan pencarian vendor dan Informasi Harga.
19. Karyawan Perencana Pengadaan membuat perhitungan Harga Perhitungan *Engineering* (HPE).
20. Karyawan Perencana Pengadaan membuat Dokumen Rencana Pengadaan (DRP).
21. Karyawan Perencana Pengadaan meminta *review* dan *approval* ke Asisten Manajer dan Manajer Perencana Pengadaan.
22. Karyawan Perencana Pengadaan mencetak *file* yang telah di-*approve* dan diberikan ke karyawan yang bertugas memberikan dokumen ke Pelaksana Pengadaan.
23. Karyawan Perencana Pengadaan memberikan dokumen ke Pelaksana Pengadaan.
24. Karyawan Pelaksana Pengadaan melakukan *review* dokumen usulan pengadaan.

25. Karyawan Pelaksana Pengadaan mengumumkan pembukaan lelang di *website* perusahaan serta e-mail ke vendor yang telah memiliki kerjasama.
26. Karyawan Pelaksana Pengadaan melakukan evaluasi dokumen teknis untuk vendor yang berhak berpartisipasi di Aanwijzing.
27. Karyawan Pelaksana Pengadaan melakukan Aanwijzing atau penjelasan RKS kepada vendor yang hadir.
28. Karyawan Pelaksana Pengadaan membuka dan melakukan evaluasi dokumen penawaran harga.
29. Karyawan Pelaksana Pengadaan membuka Klarifikasi (apabila diperlukan) dan melakukan negosiasi harga sesuai dengan ketentuan pada *Term of Reference* (TOR).
30. Karyawan Pelaksana Pengadaan mengusulkan dan meminta *approval* pemenang lelang kepada asisten manajer dan manajer.
31. Karyawan Pelaksana Pengadaan mengumumkan hasil lelang kepada peserta lelang.
32. Karyawan Pelaksana Pengadaan membuat surat penunjukan dan kontrak untuk vendor.
33. Karyawan Pelaksana Pengadaan mengirimkan kontrak untuk di-*review* dan tanda tangan oleh pihak vendor.
34. Karyawan Pelaksana Pengadaan mencetak *file* seluruh dokumen pengadaan hingga kontrak.
35. Karyawan Pelaksana Pengadaan melakukan pengecekan kelengkapan dokumen.
36. Karyawan Pelaksana Pengadaan menyimpan *file* dokumen di Bantex dan ditempatkan di gudang arsip.
37. Karyawan Penagihan menerima tagihan dari vendor dan berita acara penyelesaian pekerjaan dari unit.
38. Karyawan Penagihan melakukan pengecekan kelengkapan dokumen tagihan.
39. Karyawan Penagihan membuat tagihan dalam sistem tagihan *online*.
40. Karyawan Penagihan memberikan dokumen tagihan ke bagian Keuangan.
41. Karyawan Keuangan melakukan persetujuan dokumen tagihan.

Aliran informasi yang terjadi pada proses pengadaan O&M adalah sebagai berikut.

1. Unit pembangkit dan unit O&M berkoordinasi terkait kebutuhan dan spesifikasi barang atau jasa.
2. Divisi Anggaran berkoordinasi dengan divisi O&M terkait kecukupan anggaran pada bidang O&M.
3. Divisi O&M berkoordinasi dengan divisi Perencana Pengadaan dan Pelaksana Pengadaan mengenai spesifikasi barang atau jasa dan tanggal kebutuhan.
4. Divisi Perencana Pengadaan berkoordinasi dengan vendor terkait harga dan spesifikasi barang atau jasa.
5. Divisi Pelaksana Pengadaan berkoordinasi dengan divisi Perencana Pengadaan terkait Aanwijzing.
6. Divisi Pelaksana Pengadaan berkoordinasi dengan divisi Keuangan di sistem tagihan untuk proses penagihan.

Berdasarkan aliran material, aliran informasi, dan jumlah operator di atas, waktu proses dari setiap proses akan dihitung dengan rata-rata dan menjadi *value added time*. Sedangkan waktu keseluruhan proses dihitung sebagai *lead time*. Berikut merupakan *current value stream mapping* dari proses pengadaan O&M.



Gambar 4.4 Current Value Stream Mapping

Pada *current value stream mapping*, terdapat 12 proses yang terdiri dari 2 proses O&M, 1 proses Anggaran, 2 proses Perencana Pengadaan, dan 7 proses Pelaksana Pengadaan. Terdapat 2 database yang digunakan, yaitu database Ellipse untuk pemilihan pekerjaan pengadaan, pengurangan nilai pengadaan pada anggaran, dan pemilihan jenis barang atau jasa; dan database Monol untuk akses dokumen usulan permintaan dari O&M, dokumen perencanaan pengadaan dari Perencana Pengadaan (RKS, HPE, TOR, dan lain-lain), dokumen lelang dari Pelaksana Pengadaan, dan update status atau progress terkait pengerjaan pengadaan dan status pengadaan (Pengerjaan RKS, Pengerjaan HPE, Pelaksana Pengadaan, *Levering*, Terbayar, dan Gagal).

Berdasarkan perhitungan rata-rata waktu proses pengadaan O&M, total *lead time* adalah 110 hari dengan waktu proses (*value added time*) selama 85 hari. Perbedaan *lead time* dengan *value added time* terjadi karena adanya proses revisi dengan rata-rata waktu 11 hari, menunggu antrian pengerjaan dengan rata-rata waktu 4 hari, dan menunggu Informasi Harga dari vendor dengan rata-rata 11 hari. Durasi ini tidak sesuai dengan SLA (standar waktu) di proses bisnis yang memiliki total 70 hari. Oleh karena itu, dilakukan analisis lebih lanjut terkait waktu setiap aktivitas di proses pengadaan dengan menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM). Dengan penggunaan PAM, diharapkan dapat ditemukan aktivitas yang menyebabkan lamanya durasi pengadaan serta aktivitas yang tidak menambahkan *value* atau *non-value added activity* (NVA) dan *necessary but non-value added activity* (NNVA).

4.2.2 *Process Activity Mapping*

Berdasarkan *current value stream mapping*, dilakukan pemetaan lebih detail untuk setiap proses pengadaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas yang menyebabkan tingginya *lead time* pada proses pengadaan O&M. Dengan dibuatnya *Process Activity Mapping*, akar masalah dapat diketahui dari durasi aktivitas yang tidak sesuai standar atau terlalu lama sehingga masalah keterlambatan dapat dieliminasi dengan efektif. Berikut merupakan detail dari proses pengadaan yang terdapat di *current value stream mapping*.

1. **Evaluasi Permintaan Barang dan Jasa** oleh divisi O&M
 - *Review* dokumen usulan pengadaan dari unit pembangkit
 - Membuat *Purchase Request* (PR), *Term of Reference* (TOR), dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
 - Memberikan dokumen ke divisi Anggaran
2. **Review Anggaran** oleh divisi Anggaran
 - Pencatatan penerimaan dokumen dari O&M
 - Penyesuaian prioritas pengerjaan PR (antrian PR)
 - Pengecekan nilai anggaran pada bidang O&M
 - Pengecekan permintaan pengadaan pada *database* Ellipse
 - Pemberian *approval*
 - Memberikan dokumen Kembali ke O&M
 - Pencatatan pemberian dokumen ke O&M
3. **Review Kelengkapan Dokumen Usulan Pengadaan** oleh O&M
 - Melakukan pengecekan kelengkapan dokumen PR
 - Memberikan dokumen PR ke Perencana Pengadaan
4. **Review Usulan Permintaan** oleh Perencana Pengadaan
 - Pencatatan penerimaan dokumen PR dari O&M
 - Pengecekan kelengkapan dokumen usulan permintaan
 - *Scan* dokumen PR
 - *Input* hasil *scan* dokumen ke *database* Monol
 - Pembagian dokumen PR ke PIC masing-masing unit
5. **Dokumen Usulan Pengadaan** oleh Perencana Pengadaan
 - Menunggu antrian pengerjaan PR
 - Melakukan *input* ke *database* Ellipse

- Membuat Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)
 - Melakukan pencarian Informasi Harga (IH) ke vendor
 - Menunggu respons IH dari vendor
 - Melakukan perhitungan Harga Pokok Engineer (HPE)
 - Membuat Dokumen Rencana Pengadaan (DRP)
 - Meminta *review* serta *approval* ke Asisten Manajer dan Manajer
 - Mencetak dokumen usulan pengadaan
 - Melakukan *update* di database monol
 - Memberikan dokumen *hard copy* ke pelaksana pengadaan
 - Mencatat pemberian dokumen ke pelaksana pengadaan
6. **Aanwijzing** (Penjelasan RKS) oleh Pelaksana Pengadaan
 7. **Evaluasi Dokumen Penawaran Harga** oleh Pelaksana Pengadaan
 - Pembukaan dan Penerimaan Dokumen Penawaran Harga
 - Evaluasi Dokumen Penawaran Harga
 8. **Klarifikasi dan Negosiasi** oleh Pelaksana Pengadaan
 9. **Penetapan Vendor Pemenang** oleh Pelaksana Pengadaan
 10. **Surat Penunjukan dan Perjanjian kepada Vendor Pemenang** oleh Pelaksana Pengadaan
 - Pembuatan Surat Penunjukan
 - Pembuatan Kontrak atau Surat Perjanjian
 - Mencetak *hard copy* dokumen pengadaan – kontrak
 - Melakukan pengecekan kelengkapan dokumen pengadaan – kontrak
 - Menyimpan *hard copy* dokumen ke Bantex dan gudang
 11. **Pencatatan Transaksi dalam Sistem** oleh Pelaksana Pengadaan
 12. **Verifikasi Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen Tagihan** oleh Pelaksana Pengadaan
 - Verifikasi kelengkapan dokumen tagihan (*hard copy*)
 - Persetujuan dokumen tagihan

Selanjutnya, dilakukan pengambilan data mengenai durasi setiap aktivitas detail di atas seperti yang terlampir pada tabel lampiran 1 dan 2. Jumlah sampel dari setiap aktivitas dapat berbeda-beda yang disebabkan oleh perbedaan status *progress* dari setiap pengadaan. Oleh karena itu, dilakukan uji kecukupan serta uji *Outlier* untuk setiap aktivitas. Uji kecukupan data dilakukan dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% serta rumus sebagai berikut.

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

Rumus ini digunakan memperoleh nilai N' (jumlah pengukuran yang diperlukan) dan akan dibandingkan dengan N (jumlah pengukuran yang telah dilakukan). Data akan dikatakan cukup apabila nilai $N > N'$. Perhitungan uji kecukupan data mempertimbangkan k (tingkat keyakinan), s (tingkat ketelitian), dan x (nilai data). Pada perhitungan uji kecukupan ini, digunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% sehingga nilai k adalah $1,96 \approx 2$ dan nilai s adalah 5%. Sedangkan uji *Outlier* dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab. Berikut merupakan hasil dari seluruh uji kecukupan data dan uji *Outlier* pada setiap

aktivitas *Process Activity Mapping*. Setiap jenis aktivitas dituliskan sebagai variabel dengan menggunakan kode aktivitas.

Tabel 4.4 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas A1

N	126	Cukup					
N'	2,48452						
				<i>Outlier</i>			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
A1	1,42857	0,69775	1	4	A1	41	4

Tabel 4.5 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas A2

N	126	Cukup					
N'	1,08023						
				<i>Outlier</i>			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
A2	3,286	4,515	1	42	A2	15	42

Tabel 4.6 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas A3

N	126	Cukup					
N'	3,38798						
				<i>Outlier</i>			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
A3	1,0476	0,3764	1	5	A3	15	5

Tabel 4.7 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas B1

N	126	Cukup					
N'	3,54931						
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max			
B1	1	0	1	1			

Tabel 4.8 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas B2

N	126	Cukup					
N'	2,30522						
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max			
B2	1,5397	0,8065	1	3			

Tabel 4.9 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas B3

N	126	Cukup					
N'	3,54931						
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max			
B3	1	0	1	1			

Tabel 4.10 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas B5

N	126	Cukup					
N'	3,02171						
				<i>Outlier</i>			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
B5	1,1746	0,4746	1	4	B5	41	4

Tabel 4.11 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas B6

N	126	Cukup					
N'	3,1						
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Minimum	Maximum			
B6	1,2	0,4	1	2			

Tabel 4.12 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas C1

N	126	Cukup					
N'	0,6						
				<i>Outlier</i>			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
C1	6,2	7,8	1	53	C1	86	53

Tabel 4.13 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas C2

N	126	Cukup					
N'	3,5						
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max			
C2	1	0	1	1			

Tabel 4.14 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas D1

N	126	Cukup					
N'	3,4						
				<i>Outlier</i>			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
D1	1	0,2	1	2	D1	100	2

Tabel 4.15 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas E1

N	43	Cukup					
N'	1,6						
				<i>Outlier</i>			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
E1	3,8	3,2	2	20	E1	60	20

Tabel 4.16 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas E2

N	126	Cukup					
N'	1						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
E2	3,7	4,9	1	26	E2	122	26

Tabel 4.17 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas E4

N	43	Cukup		
N'	6			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max
E4	1	0	1	1

Tabel 4.18 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas E5

N	29	Cukup		
N'	0,676230367			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max
E5	10,79	11,42	3	41

Tabel 4.19 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas E6

N	125	Cukup					
N'	0,866578111						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
E6	4,112	3,413	1	17	E6	121	17

Tabel 4.20 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas E11

N	126	Cukup		
N'	3,105649969			
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max
E11	1,1429	0,3513	1	2

Tabel 4.21 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F1

N	126	Cukup					
N'	0,615149375						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
F1	5,77	6,274	1	50	F1	54	50

Tabel 4.22 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F2

N	126	Cukup					
N'	0,433346507						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
F2	8,19	4,441	3	31	F2	110	31

Tabel 4.23 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F3

N	125	Cukup					
N'	0,570321574						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
F3	6,248	5,785	1	36	F3	62	36

Tabel 4.24 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F4

N	126	Cukup					
N'	0,800024321						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
F4	4,437	3,894	1	28	F4	1	28

Tabel 4.25 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F5

N	126	Cukup					
N'	2,1295885						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
F5	1,667	1,327	1	10	F5	54	10

Tabel 4.26 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F6

N	126	Cukup					
N'	0,730741169						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
F6	4,857	2,7	1	18	F6	121	18

Tabel 4.27 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F7

N	126	Cukup					
N'	0,453103947						
					<i>Outlier</i>		
Variabel	<i>Mean</i>	Std. Dev	Min	Max	Variabel	Data Ke-	<i>Outlier</i>
F7	7,833	8,603	1	63	F7	40	63

Tabel 4.28 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F8

N	126	Cukup
N'	3,194382825	

Variabel	Mean	Std. Dev	Min	Max
F8	1,1111	0,3155	1	2

Tabel 4.29 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F11

N	10	Cukup
N'	10	

Variabel	Mean	Std. Dev	Min	Max
F11	1,2	0,422	1	2

Tabel 4.30 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F12

N	10	Cukup
N'	1,025641026	

Variabel	Mean	Std. Dev	Min	Max	Outlier		
F12	11,7	7,53	6	32	Variabel	Data Ke-	Outlier
					F12	70	32

Tabel 4.31 Hasil Uji Kecukupan dan *Outlier* Data Aktivitas F13

N	10	Cukup
N'	0,718562874	

Variabel	Mean	Std. Dev	Min	Max
F13	16,7	15,28	1	44

Berdasarkan hasil uji kecukupan pada data *Process Activity Mapping*, dapat disimpulkan bahwa seluruh aktivitas memiliki data yang cukup untuk digunakan sebagai data durasi *Process Activity Mapping*. Sedangkan hasil uji *outlier* menunjukkan terdapat 17 data aktivitas dari yang memiliki data *outlier*. Data ini akan tetap dihitung untuk rata-rata durasi aktivitas dan akan dianalisis lebih lanjut penyebabnya. Data durasi setiap aktivitas selanjutnya dimasukkan pada *Process Activity Mapping* berikut.

Tabel 4.32 *Process Activity Mapping* Proses Pengadaan O&M

<i>Process Activity Mapping</i>														
Proses	Aktivitas	Kode Aktivitas	Jumlah Operator	Rata-rata durasi (hari)	Jarak (m)	Simbol Aktivitas					Jenis Aktivitas			
						<i>Operation</i>	<i>Transportation</i>	<i>Inspection</i>	<i>Delay</i>	<i>Storage</i>	VA	NVA	NNVA	
Evaluasi Permintaan Barang dan Jasa	Review Dokumen Usulan Pengadaan dari Unit	A1	20	1	10	O								
	Membuat PR dan RAB	A2	20	3		O								
	Memberikan dokumen PR ke Anggaran	A3	20	1			T							
Review Anggaran	Pencatatan penerimaan dokumen PR dari O&M	B1	1	1	10	O								
	Menunggu antrian pengerjaan PR	B2	1	2					D					
	Pengecekan nilai anggaran pada bidang O&M	B3	1	1										
	Pengecekan permintaan pada <i>database</i> Ellipse	B4	1											
	Pemberian <i>approval</i>	B5	1	1		O								
	Memberikan dokumen PR ke O&M	B6	1	1			T							
	Mencatat pemberian dokumen ke O&M	B7	1	1		O								
Review Kelengkapan Dokumen Usulan Pengadaan	Melakukan pengecekan kelengkapan dokumen PR	C1	20	6	15									
	Memberikan dokumen PR ke Perencana Pengadaan	C2	20	1			T							
Review Usulan Permintaan	Pencatatan penerimaan dokumen PR dari O&M	D1	1	1	15	O								
	Melakukan pengecekan kelengkapan dokumen usulan permintaan	D2	1											
	Melakukan <i>scan</i> dokumen PR	D3	1				O							
	Melakukan <i>input</i> hasil <i>scan</i> dokumen ke <i>database</i> monol	D4	1				O							
	Pembagian dokumen PR (tergantung bagian <i>unit</i>)	D5	1					T						
Dokumen Usulan Pengadaan	Menunggu antrian pengerjaan PR	E1	11	4	4				D					
	Melakukan input ke <i>database</i> Ellipse	E2	11			O								
	Membuat Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS)	E3	11			O								
	Melakukan pencarian Informasi Harga (IH) ke vendor	E4	11	1		O								

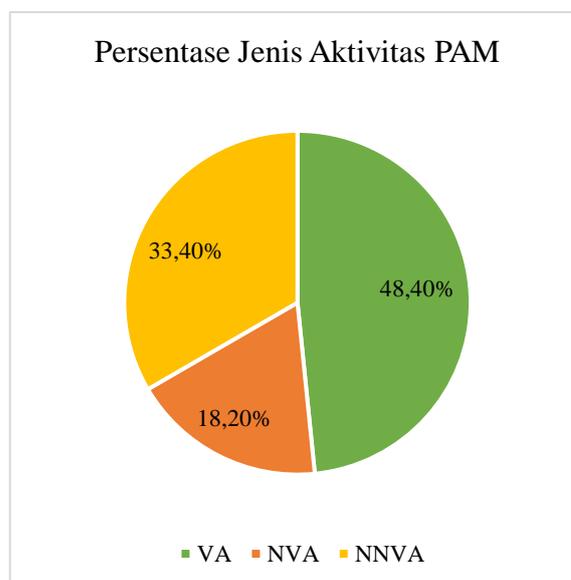
Tabel 4.33 *Process Activity Mapping* Proses Pengadaan O&M (Lanjutan 1)

Process Activity Mapping															
Proses	Aktivitas	Kode Aktivitas	Jumlah Operator	Rata-rata durasi (hari)	Jarak (m)	Simbol Aktivitas					Jenis Aktivitas				
						Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA		
Dokumen Usulan Pengadaan	Menunggu respons IH dari vendor	E5	11	11	10				D						
	Melakukan perhitungan Harga Pokok Engineer (HPE)	E6	11	4		O									
	Membuat Dokumen Rencana Pengadaan (DRP)	E7	11												
	Meminta <i>review</i> serta <i>approval</i> ke manajer	E8	11				O								
	Mencetak <i>hard copy</i> dokumen usulan pengadaan	E9	11				O								
	Melakukan <i>update</i> di <i>database</i> monol	E10	11	1		O									
	Memberikan dokumen <i>hard copy</i> ke pelaksana pengadaan	E11	1					T							
	Mencatat pemberian dokumen ke pelaksana pengadaan	E12	1				O								
Aanwijzing (Penjelasan RKS)	Aanwijzing (Penjelasan RKS)	F1	8	6											
Evaluasi Dokumen Penawaran Harga	Pembukaan dan Penerimaan Dokumen Penawaran Harga	F2	8	8											
	Evaluasi Dokumen Penawaran Harga	F3	8	6											
Klarifikasi dan Negosiasi	Klarifikasi dan Negosiasi	F4	8	4											
Penetapan Vendor Pemenang	Penentuan Hasil Lelang	F5	8	2											
Surat Penunjukan dan Perjanjian kepada Vendor Pemenang	Pembuatan Surat Penunjukan	F6	8	5											
	Pembuatan Kontrak atau Surat Perjanjian	F7	8	8											
	Mencetak <i>hard copy</i> dokumen pengadaan - kontrak	F8	8	1											
	Melakukan pengecekan kelengkapan dokumen pengadaan - kontrak	F9	8												
	Menyimpan <i>hard copy</i> dokumen ke Bantex dan gudang	F10	8												

Tabel 4.34 *Process Activity Mapping* Proses Pengadaan O&M (Lanjutan 2)

<i>Process Activity Mapping</i>													
Proses	Aktivitas	Kode Aktivitas	Jumlah Operator	Rata-rata durasi (hari)	Jarak (m)	Simbol Aktivitas					Jenis Aktivitas		
						Operation	Transportation	Inspection	Delay	Storage	VA	NVA	NNVA
Pencatatan Transaksi dalam Sistem	Pembuatan tagihan dalam sistem tagihan <i>online</i>	F11	3	1		O							
Verifikasi Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen Tagihan	Verifikasi kelengkapan dokumen tagihan (<i>hard copy</i>)	F12	3	12				I					
	Persetujuan dokumen tagihan	F13	3	17		O							

Berdasarkan jenis aktivitas pada PAM di atas, persentase VA, NVA, dan NNVA pada proses pengadaan O&M adalah sebagai berikut.



Gambar 4.5 Persentase Jenis Aktivitas PAM

Terdapat 18,2% aktivitas NVA dan 33,4% aktivitas NNVA. Kedua aktivitas tersebut diidentifikasi sebagai *waste*, yaitu *non-value added activity* (NVA) dengan simbol warna merah dan *necessary but non-value added activity* (NNVA) dengan simbol warna kuning. Penggolongan jenis aktivitas dilakukan berdasarkan kontribusi dari aktivitas terhadap tercapainya indikator keberhasilan di tabel 4.2. Aktivitas yang termasuk dalam *necessary but non-value added activity* (NNVA) adalah sebagai berikut.

1. B1: Pencatatan penerimaan dokumen PR dari O&M
2. B5: Pemberian *approval*
3. B7: Pencatatan pemberian dokumen ke O&M
4. C1: Pengecekan kelengkapan dokumen PR
5. D1: Pencatatan pemberian dokumen PR dari O&M
6. D2: Pengecekan kelengkapan dokumen usulan
7. D4: *Input* hasil *scan* dokumen ke *database* Monol
8. D5: Pembagian dokumen PR (tergantung PIC unit)
9. E2: Melakukan *input* ke *database* Ellipse
10. E7: Membuat Dokumen Rencana Pengadaan
11. E8: Meminta *review* serta *approval*
12. E12: Pencatatan pemberian dokumen ke pelaksana pengadaan
13. F2: Pembukaan dan penerimaan dokumen penawaran harga
14. F5: Penentuan hasil lelang
15. F9: Pengecekan kelengkapan dokumen *hard copy*
16. F10: Menyimpan *hard copy* dokumen ke Bantex dan gudang
17. F11: Pembuatan tagihan dalam sistem tagihan *online*
18. F12: Verifikasi kelengkapan dokumen tagihan (*hard copy*)

Aktivitas yang termasuk dalam *non-value added activity* (NVA) adalah sebagai berikut.

1. A3: Memberikan dokumen PR ke Anggaran
2. B2: Menunggu antrian pengerjaan PR
3. B4: Pengecekan permintaan pada *database* Ellipse
4. B6: Memberikan dokumen PR ke O&M
5. C2: Memberikan dokumen PR ke Perencana Pengadaan
6. D3: Melakukan *scan* dokumen PR
7. E1: Menunggu antrian pengerjaan
8. E5: Menunggu respons Informasi Harga dari vendor
9. E9: Mencetak *hard copy* dokumen
10. E10: Melakukan *update* di *database* Monol
11. E11: Memberikan dokumen *hard copy* ke Pelaksana Pengadaan
12. F8: Mencetak *hard copy* dokumen

Aktivitas-aktivitas pada NVA dan NNVA dapat dikelompokkan berdasarkan proses yang dilakukan sehingga dapat diidentifikasi menjadi *waste* dari proses pengadaan O&M.

Tabel 4.35 Identifikasi *Waste* Berdasarkan PAM

Kode Aktivitas	<i>Waste</i>
A3	Pengantaran Dokumen secara Manual
B1	
B6	
B7	
C2	
D1	
D3	
D4	
D5	

Tabel 4.36 Identifikasi *Waste* Berdasarkan PAM (Lanjutan)

Kode Aktivitas	Waste
E9	Pengantaran Dokumen secara Manual
E11	
E12	
F8	
F10	
B4	Pengecekan kelengkapan secara manual
C1	
D2	
F9	
B2	Antrian pengerjaan
E1	
B5	Menunggu respons dari pihak lain (vendor, approval, review)
E1	
E5	
E8	Proses yang terlalu rumit (dapat disederhanakan)
E7	
F2	
F5	
F11	
F12	

4.3 Identifikasi *Waste*

Berdasarkan identifikasi *waste* pada *Process Activity Mapping*, diperoleh beberapa *waste* di proses pengadaan O&M. Selain berdasarkan *Process Activity Mapping*, *waste* juga diidentifikasi berdasarkan observasi langsung di perusahaan. *Waste* yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah *waste lean manufacturing*, yaitu *Defect*, *Transportation*, *Unnecessary Motion*, *Waiting*, *Overprocessing*, *Inventory*, dan *Overproduction*. Definisi dari *waste* pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. *Defect*: Proses yang cacat atau tidak sesuai standar
2. *Transportation*: Perpindahan yang tidak perlu dan tidak menambah nilai
3. *Unnecessary Motion*: Pergerakan aktivitas yang tidak perlu
4. *Waiting*: Proses menunggu, adanya antrian
5. *Overprocessing*: Proses atau aktivitas yang tidak perlu atau tidak memberi nilai tambah
6. *Inventory*: *Inventory* yang berlebih
7. *Overproduction*: Produksi yang melebihi kebutuhan

Terdapat 6 *waste* yang diidentifikasi pada proses pengadaan O&M, yaitu *Defect*, *Transportation*, *Unnecessary Motion*, *Waiting*, *Overprocessing*, dan *Inventory*. *Waste Overproduction* tidak ditemukan yang disebabkan oleh proses pengadaan O&M tidak memiliki proses produksi. Berikut merupakan penjelasan dari 6 *waste* yang telah diidentifikasi.

4.3.1 *Defect*

Defect yang terjadi pada proses pengadaan O&M teridentifikasi dengan proses yang tidak sesuai dengan standar. Kejadian-kejadian yang diidentifikasi sebagai *defect* adalah *database* mengalami error (D1), dokumen pelengkap PR tidak lengkap atau tidak sesuai standar (D2), durasi pelaksanaan proses pengadaan tidak sesuai dengan standar

waktu (SLA) di proses bisnis (D3), dan KPI tidak selaras antar divisi pengadaan (D4). Dokumen pelengkap PR tidak lengkap atau tidak sesuai standar (D2) dapat terjadi disebabkan oleh beberapa hal, contohnya adanya perbedaan antar dokumen, dokumen yang tidak lengkap, dan diperlukan adanya konfirmasi ke *user*. Kejadian ini terjadi sebanyak 17% dari 126 PR dengan rata-rata durasi penyelesaian masalah selama 8 hari. Berikut merupakan detail dari data D2.

Tabel 4.37 Data Waste Defect

<i>Waste</i>	Persentase Waste dari Keseluruhan PR	Rata-rata Durasi Hari Setiap Waste	Kejadian	Persentase Kejadian dari Keseluruhan PR	Jumlah Kejadian	Rata-rata Durasi Hari
Dokumen pelengkap PR tidak lengkap atau tidak sesuai	17%	8	Spesifikasi antara RAB dan TOR berbeda	1%	1	3
			Belum ada <i>form final evaluation</i> di TOR	2%	2	10
			Belum ada <i>Work Order</i>	10%	12	15
			Belum ada CSMS	2%	2	9
			Belum ada RAB	1%	1	11
			Konfirmasi ke <i>user</i>	2%	3	2

4.3.2 *Transportation*

Transportation yang terjadi pada proses pengadaan O&M teridentifikasi dengan pengantaran dokumen secara manual. Hal ini merupakan proses yang kurang diperlukan karena dokumen juga diberikan secara digital. Dalam proses pengadaan O&M, terdapat 4 kali proses pengantaran secara manual, yaitu pengantaran dokumen dari O&M ke Anggaran, pengantaran dokumen dari Anggaran ke O&M, pengantaran dokumen dari O&M ke Perencana Pengadaan, dan pengantaran dokumen dari Perencana Pengadaan ke Pelaksana Pengadaan. Proses ini juga menyebabkan adanya *waiting* karena dokumen akan ditumpuk terlebih dahulu sehingga dapat meminimalkan frekuensi pengantaran antar divisi.

4.3.3 *Unnecessary Motion*

Unnecessary Motion yang terjadi pada proses pengadaan O&M teridentifikasi dengan adanya proses yang mengalami pengembalian (revisi). Pengembalian proses ini merupakan pergerakan yang seharusnya tidak diperlukan karena dapat menyebabkan proses yang berulang-ulang (*redundant*) sehingga memperpanjang durasi proses pengadaan. *Waste* ini terjadi sebanyak 15% dari 126 PR dengan rata-rata durasi dari mulai revisi hingga revisi diterima adalah 8 hari. Berikut merupakan detail dari *waste unnecessary motion*.

Tabel 4.38 Data Waste Unnecessary Motion

<i>Waste</i>	Persentase Waste dari Keseluruhan PR	Rata-rata Durasi Hari Setiap Waste	Kejadian	Persentase Kejadian dari Keseluruhan PR	Jumlah Kejadian	Rata-rata Durasi Hari
Proses yang mengalami pengembalian (revisi)	15%	8	Revisi TOR	10%	12	11
			Revisi PRK/Anggaran	1%	1	9
			Spesifikasi antara RAB dan TOR berbeda	1%	1	3
			Revisi PR	2%	3	11
			Revisi tanggal kebutuhan	2%	2	6

4.3.4 *Waiting*

Waiting yang terjadi pada proses pengadaan O&M teridentifikasi dengan proses menunggu dan adanya antrian. Kejadian-kejadian yang diidentifikasi sebagai *waiting* adalah antrian pengerjaan PR (W1), menunggu revisi dokumen pelengkap PR (W2), menunggu respons dari vendor atau pihak lain (W3), dan menunggu *approval* (W4). Antrian pengerjaan PR (W1) dapat terjadi karena banyaknya PR yang dikerjakan oleh karyawan sehingga terjadi tumpukan, adanya prioritas pengerjaan PR (contohnya terdapat PR yang bersifat *emergency*), dan adanya *pending* atau *hold* oleh user. Menunggu revisi dokumen pelengkap PR (W2) berkaitan dengan *waste unnecessary motion*, yaitu terkait proses revisi. Menunggu respons dari vendor atau pihak lain (W3) umumnya terjadi karena adanya proses pencarian Informasi Harga untuk perhitungan HPE dan menunggu kepastian vendor mengenai kesanggupan dalam pengerjaan atau pengiriman barang atau jasa yang diinginkan. Menunggu *approval* (W4) umumnya terjadi karena asisten manajer, manajer, atau direksi memiliki prioritas lain, sedang menjalani cuti, atau sedang menjalani dinas luar. Berikut merupakan data detail mengenai *waste waiting*.

Tabel 4.39 Data Waste Waiting

<i>Waste</i>	Persentase Waste dari Keseluruhan PR	Rata-rata Durasi Hari Setiap Waste	Kejadian	Persentase Kejadian dari Keseluruhan PR	Jumlah Kejadian	Rata-rata Durasi Hari
Antrian pengerjaan PR	2%	26	<i>Pending/hold</i> oleh user	2%	2	26
		4	Menunggu pengerjaan			4
Menunggu revisi dokumen pelengkap PR	15%	8	Menunggu Revisi TOR	10%	12	11
			Menunggu Revisi PRK/Anggaran	1%	1	9
			Menunggu revisi Spesifikasi antara RAB dan TOR berbeda	1%	1	3
			Menunggu Revisi PR	2%	3	11

Tabel 4.40 Data *Waste Waiting* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	Persentase Waste dari Keseluruhan PR	Rata-rata Durasi Hari Setiap Waste	Kejadian	Persentase Kejadian dari Keseluruhan PR	Jumlah Kejadian	Rata-rata Durasi Hari
Menunggu revisi dokumen pelengkap PR	15%	8	Menunggu Revisi tanggal kebutuhan	2%	2	6
Menunggu respons dari vendor atau pihak lain	21%	9	Menunggu Informasi Harga	19%	24	10
			Menunggu kepastian vendor	2%	2	8
Menunggu <i>approval</i>	6%	3	Proses Tanda Tangan	6%	7	3

4.3.5 *Overprocessing*

Overprocessing pada proses pengadaan O&M teridentifikasi dengan proses pengajuan *approval* melalui *database* Monol dan WhatsApp. Proses ini termasuk *overprocessing* karena idealnya, permintaan *approval* dapat dilakukan satu kali saja, yaitu melalui *database*. Namun, hal ini menyebabkan waktu menunggu yang lebih lama karena tidak terdapat notifikasi mengenai *approval* yang baru muncul di *database*. Alur pengajuan *approval* adalah sebagai berikut.

1. Pembuatan dokumen RKS dan HPE di Monol.
2. Download dokumen RKS dan HPE.
3. Mengirimkan dokumen RKS dan HPE ke Asisten Manajer dan Manajer melalui WhatsApp.
4. *Regenerate* dokumen RKS untuk memunculkan *approval* (QR code).

4.3.6 *Inventory*

Inventory pada proses pengadaan O&M teridentifikasi dengan adanya box arsip yang menumpuk di luar gudang arsip. Dokumen yang disimpan adalah dokumen kontrak yang telah di *Bantex* dan disimpan untuk proses penagihan, proses audit, dan lain-lain. Adanya box arsip di luar gudang menyebabkan penyempitan jalan menuju ruang kantor sehingga mengganggu kebersihan dan kenyamanan area kantor.

4.4 Penentuan *Waste Kritis* Menggunakan *Waste Assessment Model*

Setelah mengidentifikasi 6 *waste* di proses pengadaan O&M, dilakukan penentuan *waste* kritis dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM). Penentuan *waste* kritis bertujuan agar mengetahui *waste* yang memiliki dampak dan frekuensi terbesar pada proses pengadaan O&M sehingga dapat dieliminasi guna meningkatkan efisiensi proses pengadaan O&M. Dalam WAM, terdapat dua proses, yaitu *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Kedua proses memiliki kuesioner untuk memperoleh nilainya. Dalam pengambilan data kuesioner, responden merupakan responden yang sama dengan karyawan yang di wawancara untuk penentuan indikator keberhasilan, yaitu 1 karyawan pada setiap divisi sebagai perwakilan divisi dengan kriteria sebagai berikut.

1. Telah bekerja minimal 3 tahun di divisi O&M, Anggaran, Perencana Pengadaan, atau Pelaksana Pengadaan.
2. Mengetahui aliran proses pengadaan O&M secara keseluruhan.
3. Melakukan pengerjaan proses pengadaan O&M.

4.4.1 Waste Relationship Matrix (WRM)

Proses ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antar *waste*. Sebelum memberikan kuesioner kepada responden, dilakukan penjelasan mengenai *waste*, *waste* yang telah diidentifikasi di proses pengadaan O&M, dan istilah-istilah pada kuesioner untuk memperoleh jawaban yang valid. Dengan *i* dan *j* merupakan *waste* yang telah diidentifikasi sebelumnya, diberikan kuesioner dengan pertanyaan dan skornya sebagai berikut.

Tabel 4.41 Pertanyaan dan Skor *Waste Relationship Matrix*

No	Pertanyaan	Jawaban	Skor
1	Apakah <i>i</i> memproduksi <i>j</i> ?	d. Selalu	4
		e. Kadang-kadang	2
		f. Tidak	0
2	Bagaimana jenis hubungan antara <i>i</i> dan <i>j</i> ?	d. Saat <i>i</i> meningkat, <i>j</i> meningkat	2
		e. Saat <i>i</i> meningkat, <i>j</i> konstan	1
		f. Tergantung kondisi	0
3	Dampak <i>j</i> yang disebabkan oleh <i>i</i>	d. Muncul secara langsung dan jelas	4
		e. Butuh waktu untuk muncul	2
		f. Jarang muncul	0
4	Eliminasi dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> membutuhkan metode..	d. Metode Teknik	2
		e. Mudah dan langsung	1
		f. Solusi instruksional	0
5	Dampak <i>j</i> (yang disebabkan oleh <i>i</i>) berdampak pada	h. Kualitas produk	1
		i. Produktivitas	1
		j. <i>Lead time</i>	1
		k. Kualitas dan produktivitas	2
		l. Produktivitas dan <i>lead time</i>	2
		m. Kualitas dan <i>lead time</i>	2
n. Kualitas, produktivitas, dan <i>lead time</i>	4		
6	Seberapa besar dampak <i>i</i> terhadap <i>j</i> untuk meningkatkan <i>lead time</i>	d. Sangat tinggi	4
		e. Sedang	2
		f. Rendah	0

Setelah memperoleh jawaban dari kuesioner di atas, dilakukan perhitungan skor dengan melakukan konversi dari jawaban ke skor yang tertera di atas. Lalu, skor akan dijumlahkan pada setiap hubungan antar *waste* dan dilakukan konversi dengan simbol sebagai berikut.

Tabel 4.42 Simbol dan Jenis Hubungan WRM

Skor	Jenis Hubungan	Simbol
17 - 20	Sangat Dibutuhkan	A
13 - 16	Sangat Penting	E
9 - 12	Penting	I
5 - 8	Tidak penting	U
1 - 4	Tidak terdapat hubungan	X

Pada tugas akhir ini, hubungan antar *waste* akan disimbolkan dengan (i)_j dengan i dan j merupakan 6 *waste* yang telah diidentifikasi, yaitu *Defect* (D), *Unnecessary Motion* (M), *Transportation* (T), *Waiting* (W), *Overprocessing* (P), dan *Inventory* (I). Berikut merupakan salah satu contoh jawaban responden 4 (Perencana Pengadaan) dan konversinya ke simbol WRM.

Tabel 4.43 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
I_D	Apakah Inventory memproduksi Defect?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Defect?	Saat Inventory meningkat, Defect konstan	1
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Solusi instruksional	0
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Kualitas dan lead time	2
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
I_M	Apakah Inventory memproduksi Motion?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Motion?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Inventory	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	2
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
I_T	Apakah Inventory memproduksi Transportation?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Transportation?	Saat Inventory meningkat, Transportation meningkat	2
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Transportation membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
D_I	Apakah Defect memproduksi Inventory?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Inventory?	Saat Defect meningkat, Inventory meningkat	2
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Defect	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Defect terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	0
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
D_M	Apakah Defect memproduksi Motion?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Motion?	Saat Defect meningkat, Motion meningkat	2

Tabel 4.44 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 1)

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
D_M	Dampak Motion yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Motion membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
D_T	Apakah Defect memproduksi Transportation ?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Transportation?	Saat Defect meningkat, Transportation konstan	1
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Transportation membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
D_W	Apakah Defect memproduksi Waiting?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Waiting ?	Saat Defect meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
M_I	Apakah Motion memproduksi Inventory?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Inventory?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Motion	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Motion terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
M_D	Apakah Motion memproduksi Defect?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Defect?	Saat Motion meningkat, Defect meningkat	2
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
M_P	Apakah Motion memproduksi Processing ?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Processing ?	Saat Motion meningkat, processing konstan	1

Tabel 4.45 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 2)

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
	Dampak Processing yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Processing membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Processing (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Lead time	1
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Processing untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
M_W	Apakah Motion memproduksi Waiting ?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Waiting ?	Saat Motion meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	2
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
T_I	Apakah Transportation memproduksi Inventory?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Inventory?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	0
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
T_D	Apakah Transportation memproduksi Defect?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Defect?	Saat Transportation meningkat, Defect konstan	1
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Transportation	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Defect(yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
T_M	Apakah Transportation memproduksi Motion?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Motion ?	Saat Transportation meningkat, Motion konstan	1
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Lead time	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
T_W	Apakah Transportation memproduksi Waiting?	Selalu	4

Tabel 4.46 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 3)

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
T_W	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Waiting ?	Saat Transportation meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Kualitas dan lead time	2
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
P_I	Apakah Process memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Inventory?	Saat Process meningkat, Inventory konstan	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Process terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Lead time	1
	Seberapa besar dampak Process terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
P_M	Apakah Process memproduksi Motion?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Motion?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Process terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Kualitas dan produktivitas	2
	Seberapa besar dampak Process terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
P_W	Apakah Process memproduksi Waiting ?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Waiting?	Saat Process meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Process terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Process terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
W_I	Apakah Waiting memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Inventory?	Saat Waiting meningkat, Inventory konstan	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Produktivitas	1

Tabel 4.47 Hasil Responden Keempat Kuesioner WRM (Lanjutan 4)

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
W_I	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
W_D	Apakah Waiting memproduksi Defect?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Defect?	Saat Waiting meningkat, Defect konstan	1
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Kualitas produk	1
	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4

Selanjutnya, skor pada setiap hubungan dijumlahkan dan dikonversi sesuai dengan tabel 4.9.

Tabel 4.48 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Keempat

Hubungan	Responden 4	Simbol
I_D	9	I
I_M	6	U
I_T	7	U
D_I	16	E
D_M	20	A
D_T	11	I
D_W	16	E
M_I	2	X
M_D	15	E
M_P	14	E
M_W	18	A
T_I	1	X
T_D	8	U
T_M	7	U
T_W	17	A
P_I	9	I
P_M	9	I
P_W	17	A
W_I	9	I
W_D	9	I

Selanjutnya, dibuat matriks F/T (From/To) antar *waste* dengan menggunakan simbol yang telah dikonversi pada tabel 4.11. Dalam matriks WRM, simbol jenis hubungan direpresentasikan dengan A = 10, E = 8, I = 6, O = 4, U = 2, dan X = 0 sehingga dapat dihitung skor dan persentasenya.

Tabel 4.49 Matriks WRM Responden Keempat

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

F/T	I	D	M	T	P	W	Nilai	Persentase	Peringkat
I		6	2	2	0	0	20	10,53%	6
D	8		10	6	0	8	42	22,11%	1
M	0	8		0	8	10	36	18,95%	2
T	0	2	2		0	10	24	12,63%	4
P	6	0	6	0		10	32	16,84%	3
W	6	6	0	0	0		22	11,58%	5
Nilai	30	32	30	18	18	48	176		
Persentase	15,79%	16,84%	15,79%	9,47%	9,47%	25,26%			
Peringkat	3	2	3	4	4	1			

Tabel 4.12 merupakan hasil akhir matriks dari *Waste Relationship Matrix*. Diperoleh peringkat *waste* awal untuk setiap responden. Peringkat *waste* menunjukkan pengaruh *waste* terhadap *waste* lainnya sehingga *waste* yang memiliki peringkat pertama merupakan *waste* yang memiliki pengaruh besar terhadap *waste* lainnya dan begitu pun sebaliknya. Pengaruh ini dapat disebabkan oleh keterkaitan proses yang menyebabkan *waste* terjadi. Jawaban dari keempat responden cenderung berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh perbedaan divisi dari setiap responden sehingga terdapat perbedaan pendapat atau pandangan dalam menjawab pertanyaan.

4.4.2 Waste Assessment Questionnaire (WAQ)

Waste Assessment Questionnaire (WAQ) digunakan untuk mengidentifikasi dan mengalokasikan *waste* yang terjadi dalam proses pengadaan O&M. Pada tugas akhir ini, pertanyaan yang digunakan dalam WAQ terdiri dari 38 pertanyaan yang telah disesuaikan dengan kondisi perusahaan untuk merepresentasikan aktivitas, kondisi, atau sikap yang dapat menyebabkan suatu *waste*. 38 pertanyaan WAQ yang diberikan akan dibagi menurut kategori Man, Method, Material, dan Machine; jenis pertanyaan “*from*” yang menjelaskan bahwa jenis *waste* tersebut dapat berdampak pada munculnya jenis *waste* lainnya dan pertanyaan “*to*” yang menjelaskan bahwa munculnya jenis *waste* tersebut dipengaruhi oleh jenis *waste* lainnya; dan jenis pertanyaan “A” yang merupakan pertanyaan dengan konotasi positif dan pertanyaan jenis “B” yang merupakan pertanyaan dengan konotasi negatif. Perbedaan dari jenis pertanyaan “A” dan “B” akan terlihat pada konversi skor. Jawaban pertanyaan “A” akan dikonversi menjadi 1 jika “Ya”, 0,5 jika “Sedang”, dan 0 jika “Tidak”. Sedangkan konversi jawaban pertanyaan “B” akan sebaliknya. Berikut merupakan pertanyaan WAQ.

Tabel 4.50 Pertanyaan WAQ Proses Pengadaan

No	Kategori	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori	
1	Man	Apakah karyawan ditugaskan atau dilatih untuk seluruh bagian pekerjaan sehingga pekerjaan dapat dilakukan oleh seluruh karyawan?	<i>To Motion</i>	A	
2		Apakah supervisor (atau jabatan lain yang berperan sebagai supervisor) memberikan pengawasan yang cukup dan membantu?	<i>From Defect</i>	A	
3		Apakah pengawasan dilakukan secara berkala dan rutin?	<i>From Defect</i>	A	
4		Apakah terdapat aktivitas positif untuk meningkatkan semangat kerja?	<i>From Defect</i>	A	
5		Apakah ada program pelatihan kerja untuk karyawan baru?	<i>From Defect</i>	A	
6	Material	Apakah karyawan memiliki rasa tanggung jawab terhadap pekerjaannya?	<i>From Defect</i>	A	
7		Apakah terdapat waktu tunggu pada perpindahan dokumen atau material antar divisi maupun di dalam divisi?	<i>To Waiting</i>	B	
8		Apakah dokumen diterima dalam satu kali pengantaran? (dalam satu hari)	<i>From Motion</i>	A	
9		Apakah terdapat dokumen yang mengalami revisi sehingga dikembalikan ke divisi sebelumnya?	<i>From Defect</i>	B	
10		Apakah terdapat tumpukan dokumen yang tidak diperlukan di area kerja?	<i>From Inventory</i>	B	
11		Apakah sering kali terjadi kerusakan atau kekurangan dokumen ketika proses pemindahan?	<i>From Defect</i>	B	
12		Apakah dokumen in-progress sering tercampur dengan dokumen lainnya (dokumen baru atau dokumen yang sudah selesai)?	<i>From Waiting</i>	B	
13		Apakah proses pengembalian revisi dilakukan secara manual?	<i>To Transportation</i>	B	
14		Apakah proses pemberian dokumen dilakukan secara manual?	<i>To Transportation</i>	B	
15		Apakah terdapat tempat tertentu untuk mempermudah proses perhitungan atau pemilahan dokumen?	<i>From Waiting</i>	A	
16		Apakah terdapat pengecekan dokumen yang diterima? (mengenai kelengkapan informasi pada dokumen)	<i>From Defect</i>	A	
17		Apakah dokumen diberi label untuk mempermudah identifikasi?	<i>From Motion</i>	A	
18		Apakah terdapat penyimpanan dokumen in-progress untuk diproses kemudian?	<i>From Inventory</i>	A	
19		Apakah dokumen tiba sesuai dengan waktu kebutuhan?	<i>From Waiting</i>	A	
20		Apakah terdapat analisis terhadap efisiensi proses dan pengujian standar (SLA) secara berkala?	<i>From Process</i>	A	
21		Machine	Apakah beban kerja tiap karyawan dapat diprediksi dengan jelas?	<i>To Waiting</i>	A
22			Apakah seluruh prosedur kerja sudah terstandarisasi, di review, dan di improve secara teratur?	<i>From Process</i>	A
23			Apakah pekerjaan sering terhenti karena gangguan pada database?	<i>From Waiting</i>	B
24			Apakah alat atau media yang diperlukan sudah tersedia dan cukup untuk proses pekerjaan?	<i>From Waiting</i>	A
25			Apakah terdapat alat atau media yang rusak dan tidak terpakai di tempat kerja?	<i>To Motion</i>	B
26	Method	Apakah luas area penyimpanan sudah cukup? (agar tidak terjadi overload dan mengganggu area pekerjaan)	<i>To Transportation</i>	A	
27		Apakah terdapat pembagian area penyimpanan untuk jenis dokumen yang berbeda?	<i>To Motion</i>	A	
28		Apakah ruang penyimpanan digunakan secara efektif untuk menyimpan dokumen?	<i>From Inventory</i>	A	

Tabel 4.51 Pertanyaan WAQ Proses Pengadaan (Lanjutan)

No	Kategori	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Kategori
29	Method	Apakah ada pembuatan standar pekerjaan atau SOP dokumen yang mengalami revisi?	<i>From Motion</i>	A
30		Apakah sudah diterapkan Quality Control atau inspeksi di tiap bagian?	<i>From Defect</i>	A
31		Apakah ada waktu standar yang ditetapkan untuk setiap operasi dan pekerjaan?	<i>From Process</i>	A
32		Jika terjadi delay atau keterlambatan, apakah delay tersebut dikomunikasikan ke seluruh pihak?	<i>To Waiting</i>	A
33		Apakah memungkinkan untuk menggabungkan langkah-langkah proses pengerjaan menjadi lebih sederhana?	<i>From Process</i>	A
34		Apakah terjadi penyimpanan dokumen yang tidak seharusnya disimpan di area penyimpanan?	<i>To Inventory</i>	B
35		Apakah aliran proses mengalir satu arah?	<i>From Motion</i>	A
36		Apakah terdapat karyawan yang bertugas menerima dokumen, memeriksa, dan memastikan bahwa proses sesuai dengan standar?	<i>From Motion</i>	A
37		Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?	<i>From Motion</i>	A
38		Apakah prosedur atau standar kerja dapat menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu?	<i>From Process</i>	A

Berdasarkan 38 pertanyaan di atas, dilakukan pengelompokan untuk menghitung jumlah pertanyaan (Ni) pada setiap jenis pertanyaan.

Tabel 4.52 Pengelompokan Pertanyaan WAQ

i	Jenis Pertanyaan (i)	Jumlah Pertanyaan (Ni)
1	<i>From Defect</i>	9
2	<i>To Transportation</i>	3
3	<i>From Waiting</i>	5
4	<i>To Waiting</i>	3
5	<i>From Overprocessing</i>	5
6	<i>From Motion</i>	6
7	<i>To Motion</i>	3
8	<i>From Inventory</i>	3
9	<i>To Inventory</i>	1

Selanjutnya, nilai skor dari hasil matriks WRM (tabel 4.12) diambil sesuai dengan jenis pertanyaan pada tabel 4.14. Berikut merupakan tabel skor untuk setiap pertanyaan dari responden keempat, yaitu Perencana Pengadaan.

Tabel 4.53 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Keempat

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
Man	<i>To Motion</i>	1	2	10	10	2	6	0
	<i>From Defect</i>	2	8	10	10	6	0	8
	<i>From Defect</i>	3	8	10	10	6	0	8
	<i>From Defect</i>	4	8	10	10	6	0	8
	<i>From Defect</i>	5	8	10	10	6	0	8

Tabel 4.54 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Keempat (Lanjutan)

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
Material	<i>From Defect</i>	6	8	10	10	6	0	8
	<i>To Waiting</i>	7	0	8	10	10	10	10
	<i>From Motion</i>	8	0	8	10	0	8	10
	<i>From Defect</i>	9	8	10	10	6	0	8
	<i>From Inventory</i>	10	10	6	2	2	0	0
	<i>From Defect</i>	11	8	10	10	6	0	8
	<i>From Waiting</i>	12	6	6	0	0	0	10
	<i>To Transportation</i>	13	2	6	0	10	0	0
	<i>To Transportation</i>	14	2	6	0	10	0	0
	<i>From Waiting</i>	15	6	6	0	0	0	10
	<i>From Defect</i>	16	8	10	10	6	0	8
	<i>From Motion</i>	17	0	8	10	0	8	10
	<i>From Inventory</i>	18	10	6	2	2	0	0
	<i>From Waiting</i>	19	6	6	0	0	0	10
Machine	<i>From Process</i>	20	6	0	6	0	10	10
	<i>To Waiting</i>	21	0	8	10	10	10	10
	<i>From Process</i>	22	6	0	6	0	10	10
	<i>From Waiting</i>	23	6	6	0	0	0	10
	<i>From Waiting</i>	24	6	6	0	0	0	10
Method	<i>To Motion</i>	25	2	10	10	2	6	0
	<i>To Transportation</i>	26	2	6	0	10	0	0
	<i>To Motion</i>	27	2	10	10	2	6	0
	<i>From Inventory</i>	28	10	6	2	2	0	0
	<i>From Motion</i>	29	0	8	10	0	8	10
	<i>From Defect</i>	30	8	10	10	6	0	8
	<i>From Process</i>	31	6	0	6	0	10	10
	<i>To Waiting</i>	32	0	8	10	10	10	10
	<i>From Process</i>	33	6	0	6	0	10	10
	<i>To Inventory</i>	34	10	8	0	0	6	6
	<i>From Motion</i>	35	0	8	10	0	8	10
	<i>From Motion</i>	36	0	8	10	0	8	10
	<i>From Motion</i>	37	0	8	10	0	8	10
<i>From Process</i>	38	6	0	6	0	10	10	
Skor			184	266	246	126	152	268

Selanjutnya, dilakukan perhitungan skor waste (Sj) dengan rumus 2.1. sebagai berikut.

$$S_j = \sum_{K=1}^K \frac{W_{j,k}}{N_i}$$

Dengan k merupakan nomor pertanyaan dari 1 hingga 68 pada WAQ, W merupakan berat hubungan waste dari tabel 4.15, j merupakan jenis waste untuk setiap pertanyaan nomor k, dan Ni merupakan jumlah pertanyaan pada setiap waste dari tabel 4.14. Selanjutnya, dilakukan perhitungan frekuensi (Fj) sel tabel yang memiliki berat Sj lebih dari 0 untuk setiap jenis waste j. Berikut merupakan hasil perhitungan Sj dan Fj.

Tabel 4.55 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Awal Responden Keempat

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
Man	<i>To Motion</i>	1	3	0,67	3,33	3,33	0,67	2,00	0,00
	<i>From Defect</i>	2	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	3	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	4	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	5	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
Material	<i>From Defect</i>	6	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>To Waiting</i>	7	1	0,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	<i>From Motion</i>	8	9	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11
	<i>From Defect</i>	9	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Inventory</i>	10	9	1,11	0,67	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	11	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Waiting</i>	12	6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Transportation</i>	13	1	2,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Transportation</i>	14	1	2,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	15	6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Defect</i>	16	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Motion</i>	17	9	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11
	<i>From Inventory</i>	18	9	1,11	0,67	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	19	6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Process</i>	20	6	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
Machine	<i>To Waiting</i>	21	1	0,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	<i>From Process</i>	22	6	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
	<i>From Waiting</i>	23	6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Waiting</i>	24	6	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Motion</i>	25	3	0,67	3,33	3,33	0,67	2,00	0,00
Method	<i>To Transportation</i>	26	1	2,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Motion</i>	27	3	0,67	3,33	3,33	0,67	2,00	0,00
	<i>From Inventory</i>	28	9	1,11	0,67	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	29	9	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11

Tabel 4.56 Perhitungan Skor dan Frekuensi *Waste* Awal Responden Keempat (Lanjutan)

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
<i>Method</i>	<i>From Defect</i>	30	9	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Process</i>	31	6	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
	<i>To Waiting</i>	32	1	0,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	<i>From Process</i>	33	6	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
	<i>To Inventory</i>	34	6	1,67	1,33	0,00	0,00	1,00	1,00
	<i>From Motion</i>	35	9	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11
	<i>From Motion</i>	36	9	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11
	<i>From Motion</i>	37	9	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11
	<i>From Process</i>	38	6	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
Skor (Sj)				31,00	75,67	62,33	68,67	50,67	62,33
Frekuensi (Fj)				29,00	33,00	29,00	21,00	18,00	29,00

Berikutnya, total nilai bobot *waste* (s_j) dihitung dengan rumus 2.2. sebagai berikut.

$$s_j = \sum_{k=1}^K X_k x \frac{W_{j,k}}{N_i}$$

Dengan X_k merupakan nilai jawaban kuesioner dari WAQ (nilai 0, 0,5, atau 1). Selanjutnya, dihitung indikator awal untuk tiap *waste* (Y_j) dengan rumus 2.3. sebagai berikut.

$$Y_j = \frac{S_j}{S_j} x \frac{f_j}{F_j}$$

Dengan f_j merupakan sel tabel yang memiliki berat s_j lebih dari 0 untuk setiap jenis *waste* j , nilai F_j diperoleh dari perhitungan sebelumnya, nilai s_j diperoleh dari rumus (2), dan nilai S_j diperoleh dari rumus (1). Terakhir, untuk menghitung nilai *final waste* (Y_j *final*), dilakukan perhitungan dengan menggunakan indikator awal (Y_j) dan probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_j). Probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (P_j) dihitung dengan mengalikan persentase *from* dan *to* setiap *waste* berdasarkan matriks WRM pada tabel 4.12. Berikut merupakan rumus nilai *final waste* (Y_j *final*) sesuai dengan rumus 2.4.

$$Y_j \text{ final} = Y_j x P_j = \frac{S_j}{S_j} x \frac{f_j}{F_j} x P_j$$

Berdasarkan perhitungan nilai *final waste* (Y_j *final*), dapat diperoleh peringkat *waste* yang digunakan untuk menentukan *waste* kritis.

Tabel 4.57 Perhitungan Skor dan Frekuensi *Waste* Final Responden Keempat

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W _{i,1}	W _{d,2}	W _{m,3}	W _{t,4}	W _{p,5}	W _{w,6}
Man	<i>To Motion</i>	1	1	0,67	3,33	3,33	0,67	2,00	0,00
	<i>From Defect</i>	2	1	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	3	1	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	4	1	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	5	0,5	0,44	0,56	0,56	0,33	0,00	0,44
Material	<i>From Defect</i>	6	1	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>To Waiting</i>	7	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	8	0,5	0,00	0,44	0,56	0,00	0,44	0,56
	<i>From Defect</i>	9	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Inventory</i>	10	0,5	0,56	0,33	0,11	0,11	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	11	1	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Waiting</i>	12	1	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Transportation</i>	13	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>To Transportation</i>	14	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	15	1	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Defect</i>	16	1	0,89	1,11	1,11	0,67	0,00	0,89
	<i>From Motion</i>	17	1	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11
	<i>From Inventory</i>	18	1	1,11	0,67	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	19	0,5	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,83
<i>From Process</i>	20	0,5	0,50	0,00	0,50	0,00	0,83	0,83	
Machine	<i>To Waiting</i>	21	1	0,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	<i>From Process</i>	22	1	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
	<i>From Waiting</i>	23	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	24	1	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Motion</i>	25	1	0,67	3,33	3,33	0,67	2,00	0,00
Method	<i>To Transportation</i>	26	0,5	1,00	3,00	0,00	5,00	0,00	0,00
	<i>To Motion</i>	27	1	0,67	3,33	3,33	0,67	2,00	0,00
	<i>From Inventory</i>	28	1	1,11	0,67	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	29	0,5	0,00	0,44	0,56	0,00	0,44	0,56
	<i>From Defect</i>	30	0,5	0,44	0,56	0,56	0,33	0,00	0,44
	<i>From Process</i>	31	0,5	0,50	0,00	0,50	0,00	0,83	0,83
	<i>To Waiting</i>	32	1	0,00	8,00	10,00	10,00	10,00	10,00
	<i>From Process</i>	33	1	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
	<i>To Inventory</i>	34	0,5	0,83	0,67	0,00	0,00	0,50	0,50
	<i>From Motion</i>	35	0,5	0,00	0,44	0,56	0,00	0,44	0,56
	<i>From Motion</i>	36	1	0,00	0,89	1,11	0,00	0,89	1,11
	<i>From Motion</i>	37	0,5	0,00	0,44	0,56	0,00	0,44	0,56
	<i>From Process</i>	38	1	1,00	0,00	1,00	0,00	1,67	1,67
Skor (sj)				20,33	46,17	46,78	32,22	36,72	43,67

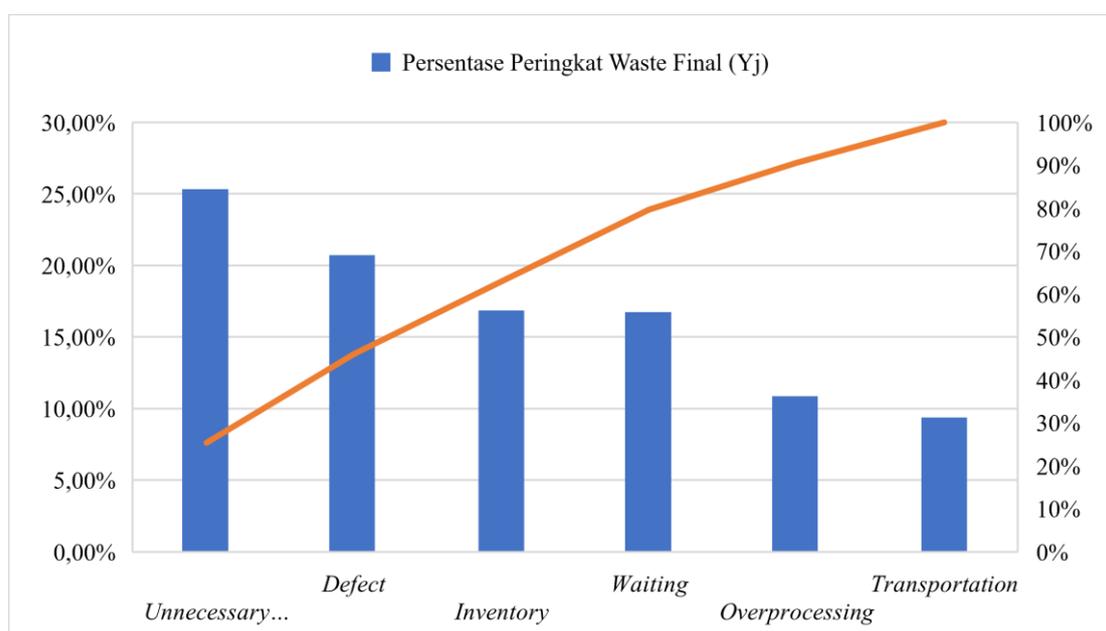
Tabel 4.58 Perhitungan Skor dan Frekuensi *Waste* Final Responden Keempat (Lanjutan)

Frekuensi (fj)	25	28	27	17	17	26
Peringkat <i>Waste</i> (Yj)	0,57	0,52	0,70	0,38	0,68	0,63
Probabilitas pengaruh antar <i>waste</i> (Pj)	166,2	372,3	299,17	119,67	159,56	292,52
Peringkat <i>Waste</i> Final (Yj)	93,98	192,73	209,03	45,46	109,22	183,72

Setelah melakukan perhitungan peringkat *waste* final (Yj) pada seluruh responden, dilakukan rekapitulasi untuk mendapatkan nilai rata-rata dan memperoleh peringkat *waste* secara keseluruhan.

Tabel 4.59 Rekapitulasi Peringkat *Waste* Seluruh Responden

	Responden	I	D	M	T	P	W
Peringkat <i>Waste</i> Final (Yj) Individu	R1	84,13	49,94	76,74	44,18	13,38	34,00
	R2	143,15	140,87	164,19	78,92	75,45	83,60
	R3	26,86	44,86	73,81	25,90	26,63	44,47
	R4	93,98	192,73	209,03	45,46	109,22	183,72
Rata-rata Peringkat <i>Waste</i> Final (Yj)		87,03	107,10	130,94	48,61	56,17	86,45
Persentase Peringkat <i>Waste</i> Final (Yj)		16,86%	20,74%	25,36%	9,42%	10,88%	16,74%
Peringkat <i>Waste</i>		3	2	1	6	5	4



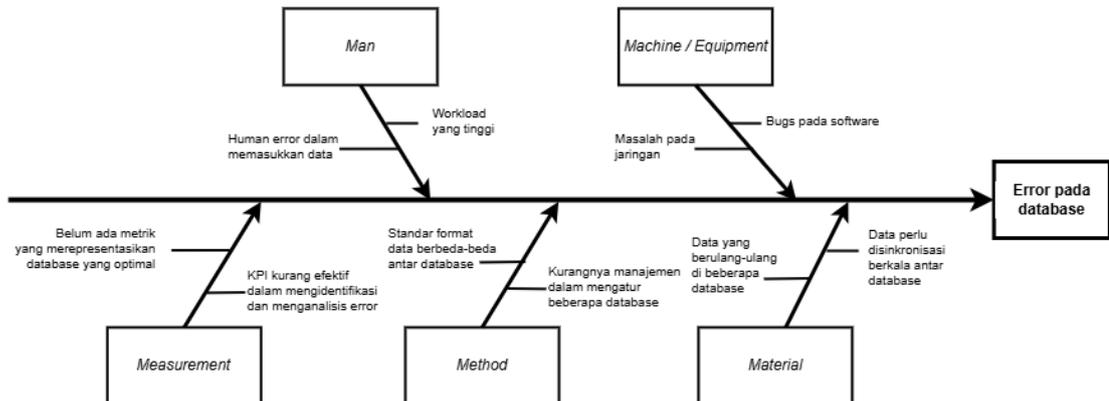
Gambar 4.6 Diagram Pareto Persentase Peringkat *Waste*

Berdasarkan perhitungan rata-rata peringkat *waste* final pada keempat responden pada tabel 4.18 dan gambar 4.5, diperoleh dua *waste* tertinggi, yaitu *Unnecessary Motion* dan *Defect*. Kedua *waste* ini dipilih karena memiliki dampak yang besar terhadap proses pengadaan O&M dan terjadi dengan frekuensi yang besar. Selain itu, terdapat dua *waste* yang dipilih karena *Unnecessary Motion* dan *Defect* sangat berhubungan satu sama lain, yaitu adanya kejadian dokumen tidak lengkap pada *defect*

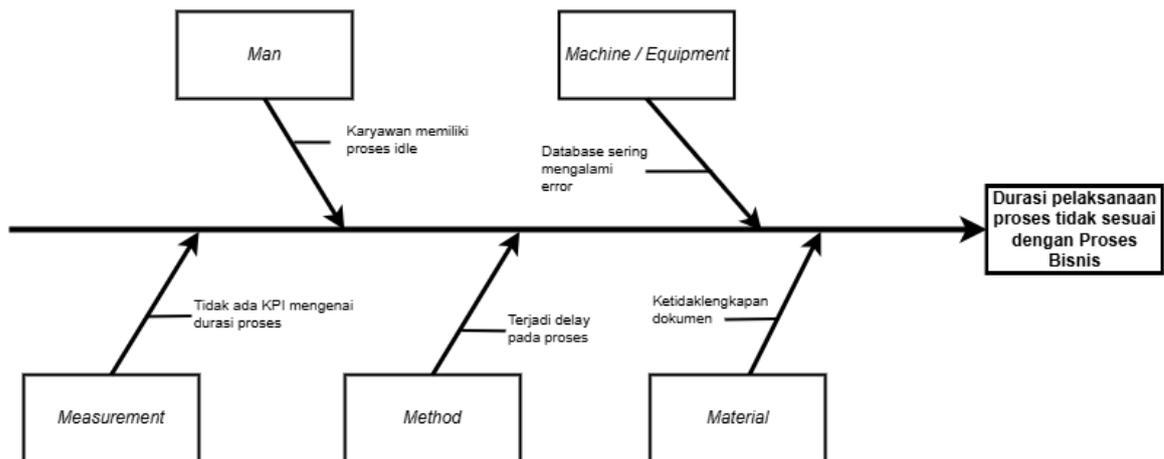
yang menyebabkan adanya kejadian pengembalian proses (revisi) pada *unnecessary motion*.

4.4.3 Analisis Penyebab Waste Kritis Menggunakan Diagram *Fishbone*

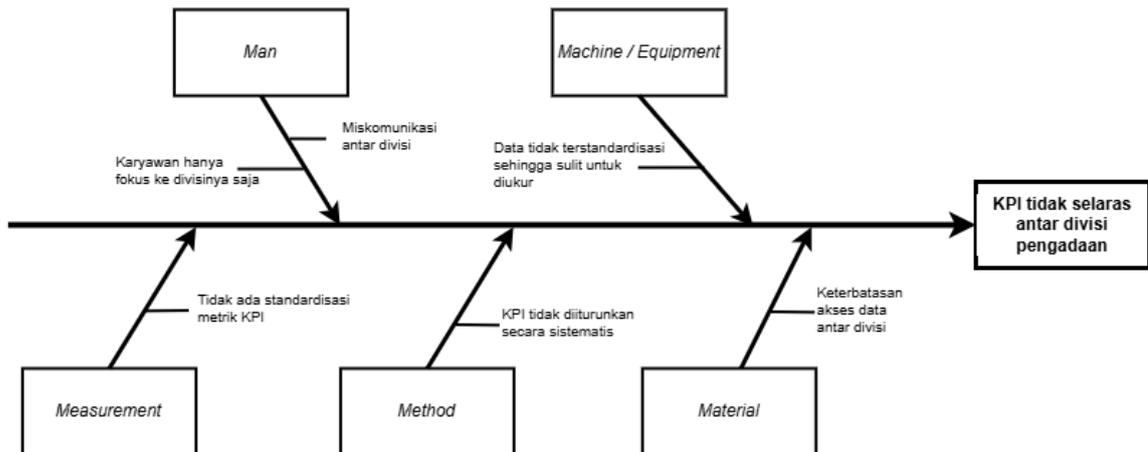
Berdasarkan *waste* kritis yang ditentukan menggunakan *Waste Assessment Model*, dilakukan analisis *fishbone* untuk mengetahui penyebab *waste* kritis dapat terjadi. Berikut merupakan diagram *fishbone* untuk *waste defect* serta penyebabnya.



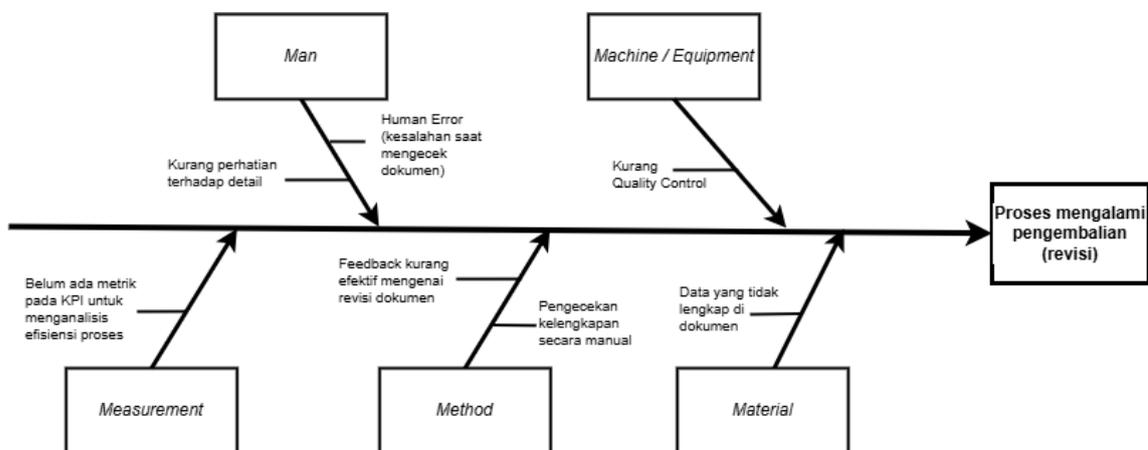
Gambar 4.7 Diagram *Fishbone Waste Defect* Kejadian *Error pada Database*



Gambar 4.8 Diagram *Fishbone Waste Defect* Kejadian Durasi Pelaksanaan Proses Tidak Sesuai dengan Standar (Proses Bisnis)



Gambar 4.9 Diagram *Fishbone Waste Defect* Kejadian KPI Tidak Selaras antar Divisi



Gambar 4.10 Diagram *Fishbone Waste Unnecessary Motion* Kejadian Proses Mengalami Pengembalian (Revisi)

Waste defect dengan kejadian berupa dokumen pelengkap PR tidak lengkap atau tidak sesuai memiliki penyebab *waste* yang sama dengan kejadian pada *waste unnecessary motion*, yaitu pengembalian proses (revisi). Hal ini terjadi karena ketidakterlengkapan dokumen akan berakibat pada adanya revisi proses sehingga terjadi pengembalian dokumen atau revisi kepada divisi terkait. Setiap kejadian *waste defect* dan *unnecessary motion* dianalisis akar penyebabnya dengan menggunakan diagram *fishbone* berdasarkan *Man*, *Method*, *Material*, *Machine/Equipment*, dan *Measurement*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan diagram *fishbone*, diperoleh 10 akar penyebab kejadian *error* pada *database*, 5 akar penyebab kejadian durasi pelaksanaan proses tidak sesuai (melebihi) standar waktu di proses bisnis, 6 akar penyebab kejadian KPI tidak selaras antar divisi, dan 7 akar penyebab kejadian proses mengalami pengembalian (revisi). Beberapa kejadian memiliki akar penyebab yang sama sehingga akar penyebab permasalahan dari seluruh kejadian *waste* direkapitulasi dalam tabel berikut.

Tabel 4.60 Rekapitulasi Akar Penyebab Permasalahan Berdasarkan Diagram *Fishbone*

No	Kategori	Akar Penyebab Permasalahan
1	<i>Man</i>	<i>Human Error</i> (kurang perhatian terhadap <i>detail</i> , miskomunikasi)
2		<i>Workload</i> yang tinggi
3	<i>Machine / Equipment</i>	Kurang <i>Quality Control</i>
4		Masalah pada jaringan dan <i>software</i>

Tabel 4.61 Rekapitulasi Akar Penyebab Permasalahan Berdasarkan Diagram *Fishbone* (Lanjutan)

No	Kategori	Akar Penyebab Permasalahan
5	<i>Method</i>	Kurang manajemen dalam mengatur <i>database</i>
6		Pengecekan kelengkapan secara manual
7		Terjadi <i>delay</i> pada proses
8	<i>Material</i>	Kesalahan pada data (tidak ada standar, <i>redundant</i> , tidak lengkap, dan keterbatasan akses data)
9	<i>Measurement</i>	KPI kurang efektif dan menyeluruh untuk melakukan analisis dan meningkatkan performa proses pengadaan

4.5 Pengusulan Langkah Perbaikan

Berdasarkan penyebab *waste* yang telah diidentifikasi pada diagram *fishbone*, dilakukan perancangan langkah perbaikan untuk mengeliminasi *waste*. Berikut merupakan rancangan langkah perbaikan dan penyebab *waste* yang dieliminasi.

Tabel 4.62 Perancangan Langkah Perbaikan dari Penyebab Masalah

No	Akar Penyebab Masalah	Perbaikan
1	Masalah pada jaringan dan <i>software</i>	Penggunaan <i>Preventive Maintenance</i> pada <i>Database</i>
2	Kurang manajemen dalam mengatur <i>database</i>	
3	<i>Workload</i> yang tinggi	Perbaikan <i>Database</i> : Sentralisasi <i>Database</i> dan Integrasi <i>Database</i>
4	Kurang <i>Quality Control</i>	
5	Kesalahan pada data (tidak ada standar, <i>redundant</i> , tidak lengkap, dan keterbatasan akses data)	Quality Control: Pembuatan Checksheet Kelengkapan Dokumen PR pada Setiap Divisi
6	<i>Human Error</i> (kurang perhatian terhadap <i>detail</i> , miskomunikasi)	
7	Pengecekan kelengkapan secara manual	
8	Terjadi <i>delay</i> pada proses	Penambahan Fitur Deteksi Dokumen pada <i>Database</i> untuk Melakukan Pengecekan Kelengkapan Dokumen secara Otomatis
9	KPI kurang efektif dan menyeluruh untuk melakukan analisis dan meningkatkan performa proses pengadaan	
		Penambahan Indikator Keberhasilan Proses Pengadaan berdasarkan SCOR

Tabel 4.63 Perancangan Langkah Perbaikan dari Kejadian *Waste* Kritis

No	Waste Kritis	Kejadian <i>Waste</i>	Langkah Perbaikan
1	<i>Defect</i>	Database mengalami <i>error</i>	Penggunaan <i>Preventive Maintenance</i>
2			Perbaikan <i>Database</i>
3		Dokumen pelengkap PR tidak lengkap atau tidak sesuai	Quality Control: Pembuatan Checksheet Kelengkapan Dokumen PR pada Setiap Divisi
4	<i>Unnecessary Motion</i>	Proses yang mengalami pengembalian (revisi)	Penambahan Fitur Deteksi Dokumen pada <i>Database</i> untuk Melakukan Pengecekan Kelengkapan Dokumen secara Otomatis
5	<i>Defect</i>	Durasi pelaksanaan proses tidak sesuai dengan Proses Bisnis	Penambahan Indikator Keberhasilan Proses Pengadaan berdasarkan SCOR
6		KPI tidak selaras antar divisi pengadaan O&M	

Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing langkah perbaikan.

1. Penggunaan *Preventive Maintenance*

Database membutuhkan optimalisasi sehingga performansi *database* dapat terjaga dan meningkat, terutama dalam aspek availabilitas *database*. Dengan adanya tantangan seperti kehilangan data, masalah pada jaringan, keamanan data, dan *outage*,

diperlukan *maintenance* untuk menghindari tantangan tersebut sehingga *availabilitas database* dapat terjamin. Selain itu, kegiatan *maintenance database* memerlukan penjadwalan sehingga tidak mengganggu jam kerja atau operasional perusahaan (Mullins, 2012).

Untuk menghindari banyaknya waktu yang sia-sia yang disebabkan oleh *error* pada *database*, diusulkan untuk melakukan *maintenance* pada *database* dengan sistem *Preventive Maintenance*. Sistem ini diterapkan untuk mengurangi probabilitas *down* pada *database*. Beberapa langkah yang dapat diterapkan sebagai upaya dalam *Preventive Maintenance* adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan penjadwalan untuk *backup* data pada *database* sebagai upaya proteksi data.
- b. Melakukan *monitoring* dan optimisasi *database* dengan menganalisis utilisasi, waktu respons, dan metrik lainnya yang berhubungan dengan *database* yang optimal.
- c. Melakukan penjadwalan untuk *maintenance* mesin-mesin yang digunakan untuk *monitoring database* dengan prioritas mesin yang berperan sebagai server *database*.
- d. Melakukan *review* dan diskusi dengan pihak internal perusahaan mengenai kebutuhan informasi oleh setiap divisi secara berkala untuk melakukan *update* akses.
- e. Melakukan analisis identifikasi masalah yang terjadi dengan data-data yang tersedia sehingga dapat menghindari kondisi *down* pada *database*.
- f. Melakukan *training* kepada karyawan untuk meningkatkan kemampuan karyawan.

2. Perbaikan *Database*

Saat ini, terdapat 5 *database* yang digunakan, yaitu *Ellipse*, *Monol*, *Maximo*, *Sistem Tagihan*, dan *Vendor Management System (VMS)*. *Database Ellipse* digunakan untuk data pekerjaan untuk pengadaan barang atau jasa dan pengurangan nilai *RKAP*. *Database Ellipse* dapat diakses oleh divisi *O&M*, divisi *Anggaran*, divisi *Perencana Pengadaan*, dan divisi *Pelaksana Pengadaan*. *Database Monol* digunakan untuk proses dokumen pengadaan sehingga dapat diakses oleh divisi *Perencana Pengadaan* dan divisi *Pelaksana Pengadaan*. *Database Maximo* digunakan sebagai *database* yang berfokus pada manajemen *inventory* sehingga dapat diakses oleh divisi *O&M* sebagai perantara dengan *unit* pembangkit yang membuat *Work Order* dan divisi *Perencana Pengadaan* untuk mengakses *Work Order*. *Database Sistem Tagihan* digunakan untuk proses penagihan sehingga dapat diakses oleh *Pelaksana Pengadaan* dan *Keuangan*. *Database VMS* digunakan untuk informasi dan data vendor, vendor harus mendaftar terlebih dahulu di *VMS* untuk menjadi kandidat vendor perusahaan.

Adanya 5 *database* pada proses pengadaan yang digunakan membuat *workload* tim IT menjadi tinggi sehingga kurang *monitor* terhadap setiap *database* dan sering terjadi *error*. Oleh karena itu, diusulkan untuk melakukan sentralisasi *database* untuk proses pengadaan dengan menggabungkan *Monol* dan *VMS* sehingga data informasi vendor dapat terintegrasi. Dengan adanya sentralisasi ini, data vendor di *Monol* dapat ter-*update* secara *real-time*. Hal ini juga mempercepat proses pengadaan apabila terdapat vendor yang baru mendaftar tanpa menunggu pengambilan data dari *VMS*. Akses internal perusahaan dan vendor akan memiliki tampilan yang berbeda. Vendor hanya memiliki akses terhadap profil vendor sendiri dan internal perusahaan akan

memiliki akses terhadap keseluruhan *database*. Dengan adanya pengurangan 1 *database*, diharapkan dapat mengurangi *workload* tim IT dan dapat dilakukan *monitor* dan *maintenance database* secara berkala. Selain sentralisasi *database* Monol dan VMS, diusulkan untuk melakukan integrasi *database* Monol dan Ellipse sehingga data pekerjaan pengadaan menjadi lebih lengkap. Hal ini disebabkan oleh data pekerjaan pada Ellipse lebih berfokus pada jenis dan spesifikasi barang atau jasa yang dilakukan pengadaan. Oleh karena itu, diharapkan data yang tersedia pada *database* Monol menjadi lebih lengkap dan spesifik mengenai barang atau jasa pengadaan sehingga meminimalisir terhambatnya proses pengadaan yang disebabkan oleh adanya komunikasi berulang terhadap divisi sebelumnya mengenai pengadaan barang atau jasa.

3. *Quality Control: Pembuatan Checksheet Kelengkapan Dokumen PR pada setiap divisi*

Sebagai upaya untuk mengurangi adanya proses revisi karena dokumen yang tidak lengkap, diusulkan langkah *quality control* dengan membuat *checksheet* kelengkapan dokumen PR untuk setiap divisi. Saat ini, divisi yang menggunakan *checksheet* adalah Perencana Pengadaan dan Pelaksana Pengadaan. Sedangkan, proses revisi juga sering terjadi pada divisi O&M dan divisi Anggaran. Oleh karena itu, diusulkan 2 *checksheet* pada proses pengadaan O&M, yaitu *checksheet* 1 yang berisi kelengkapan dokumen O&M, Anggaran, dan Perencana Pengadaan; dan *checksheet* 2 yang berisi kelengkapan dokumen untuk metode pengadaan di Pelaksana Pengadaan. Perubahan *checksheet* 1 ke *checksheet* 2 ini terjadi karena adanya perbedaan dokumen pada setiap metode pengadaan (Pengadaan Langsung, Penunjukan Langsung, Pelelangan Terbuka, dan Pelelangan Terbatas) yang dimulai pada Pelaksana Pengadaan. Pengisian *checksheet* diusulkan dengan otomatis oleh *database* sehingga dapat mengurangi waktu pengerjaan pengadaan. Namun, tetap disediakan pilihan untuk melakukan perubahan manual apabila terdapat hasil *checksheet* yang tidak sesuai. Metode pengisian *checksheet* secara otomatis berhubungan erat dengan langkah perbaikan keempat, yaitu penambahan fitur deteksi dokumen pada *database*. Agar penggunaan *checksheet* menjadi efektif, diperlukan audit kepatuhan proses dengan cara *monitoring* oleh *supervisor* secara berkala. *Monitoring* perlu dilakukan secara berkala sehingga dapat memastikan bahwa karyawan mengisi dan melakukan pengecekan kelengkapan dokumen dengan lengkap dan akurat. Berikut merupakan contoh *checksheet* 1 dan *checksheet* 2.

Checksheet 1							
No PR	:						
Deskripsi	:						
Tanggal PR	:						
User	:						
Tanggal Kebutuhan	:						
No Anggaran	:						
Nilai Anggaran (termasuk PPN)	:						
No	Tasks	Checklist	Tanggal	No	Tasks	Checklist	Tanggal
	Daftar Permintaan Barang/Jasa				Database	Divisi	
1	Persetujuan Manager (1)			1	Elipse	O&M	
2	Persetujuan Manager (2)			2	Maximo	O&M	
3	Persetujuan Direksi (1)			3	Monol	Perencana Pengadaan	
4	Persetujuan Direksi (2)			4	Elipse	Perencana Pengadaan	
	TOR			No	Item		
1	Latar Belakang			1	Kriteria Jenis Barang/Jasa	Penyedia	:
2	Scope Pekerjaan					Jenis	:
3	Dan lain-lain					Kompetensi Harga	:
						Nilai Kebutuhan	:
	RAB			2	Supply Positioning Matrix (SPM)	RUTIN / LEVERAGE / CRITICAL / STRATEGIS	
	Kajian Pendukung			Rekomendasi strategi proses pengadaan barang/jasa tersebut:			
	Persetujuan Anggaran			1	Metode	Jenis	
	RKS					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Penunjukan Langsung
1	Latar Belakang					<input type="checkbox"/> Pengadaan Langsung	
2	Scope Pekerjaan					<input type="checkbox"/> Lelang Terbuka	
3	Dan lain-lain					<input type="checkbox"/> Lelang Terbatas	
						<input type="checkbox"/> Penunjukan Langsung	
	HPE			2	<input type="checkbox"/> DPT / Shortlist *	Supplier	
						2.	
						3.	
						4.	
						5.	
						6.	
	INFORMASI HARGA			Catatan			
	LAMPIRAN						
	Risk Assessment						
	Brosur/ Technical Specification						
	Technical Drawing						
History Pengendalian:							
TANGGAL	TASK	TTD	KETERANGAN				

Gambar 4.11 Checksheet 1

Checksheet 2			
No PR	:		
Deskripsi	:		
Metode Pengadaan	:	Pelelangan Terbuka	
Tanggal PR	:		
User	:		
Tanggal Kebutuhan	:		
No Anggaran	:		
Nilai Anggaran (termasuk PPN)	:		
No	Tasks	Checklist	Tanggal
	Daftar Dokumen		
1	Dokumen Usulan Pengadaan (PR, TOR)		
2	Rencana Kerja & Syarat (DRP,RKS)		
3	Harga Perkiraan Engineering (HPE)		
4	Surat Undangan		
5	Pengumuman		
6	List Pendaftaran Peserta		
7	Berita Acara Aaanwijzing		
8	Dokumen Penawaran		
9	Berita Acara Pembukaan Dokumen Penawaran		
10	Evaluasi Dokumen Penawaran		
11	Jaminan Penawaran & Verifikasi		
12	Berita Acara Hasil Evaluasi Administrasi, Teknis dan Harga		
13	Berita Acara Klarifikasi dan Negosiasi		
14	Naik Anggaran (HPE,HPS,persetujuan)		
15	Berita Acara Hasil Pelelangan		
16	Usulan Penetapan Pemenang		
17	Penetapan Pemenang		
18	Pemberitahuan Pemenang		
19	Surat Penunjukan		
20	Jaminan Pelaksanaan & Verifikasi		
21	Perjanjian		
History Pengendalian:			
TANGGAL	TASK	TTD	KETERANGAN

Gambar 4.12 Checksheet 2

4. Penambahan Fitur Deteksi Dokumen pada Database untuk Melakukan Pengecekan Kelengkapan Dokumen secara Otomatis

Sebagai salah satu upaya untuk mengurangi *human error* dalam pengecekan kelengkapan dokumen, diusulkan untuk menambahkan fitur deteksi dokumen pada *database* Monol. Fitur ini akan diberikan pada bagian *upload* dokumen Form Usulan Pengadaan. Karyawan dapat menentukan jenis dokumen apa saja yang diperlukan dalam pengecekan kelengkapan untuk mengakomodasi adanya perbedaan kelengkapan dokumen untuk pengadaan tertentu. Apabila terdapat dokumen yang kurang, akan terdapat notifikasi terkait kekurangan dokumen dan jenis dokumen yang kurang. Karyawan juga dapat mengajukan koreksi dengan memasukkan dokumen terkait apabila fitur tidak mendeteksi dokumen dengan baik. Fitur deteksi dokumen ini

diusulkan karena setiap jenis dokumen telah memiliki format standar sehingga mempermudah untuk deteksi. Dengan adanya fitur deteksi kelengkapan dokumen, diharapkan dapat mempercepat proses inspeksi dokumen dan meminimalkan *human error* sehingga tidak terjadi proses revisi karena adanya kekurangan dokumen yang baru disadari pada saat proses telah berjalan.

5. Penambahan Indikator Keberhasilan Proses Pengadaan berdasarkan SCOR

Dalam penentuan indikator keberhasilan, akan digunakan model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) yang merupakan metode untuk mengevaluasi aktivitas dan performansi rantai pasok. Performansi SCOR berfokus pada penilaian dan pengukuran hasil pelaksanaan proses rantai pasok. Terdapat 5 atribut performansi pada SCOR, yaitu *Reliability*, *Responsiveness*, *Agility*, *Cost*, dan *Asset Management Efficiency*. Indikator keberhasilan ditentukan berdasarkan wawancara dengan hasil pada tabel 4.1 serta KPI yang sebelumnya telah digunakan di perusahaan. Berikut merupakan hasil penambahan indikator keberhasilan proses pengadaan dengan menggunakan SCOR.

Tabel 4.64 Indikator Performansi Proses Pengadaan Berdasarkan SCOR

Kriteria	Kode	Indikator Performansi	Kode	Metrik
<i>Reliability</i>	RL.1.1	<i>Purchase Effectiveness</i>	RL.2.1	$\frac{\text{Jumlah pemesanan barang atau jasa}}{\text{Jumlah permintaan barang atau jasa}}$
			RL.2.2	Dokumentasi proses pengadaan lengkap dan akurat
	RL.1.2	Kualitas Barang atau Jasa	RL.2.3	$\frac{\text{Jumlah barang atau jasa sesuai spesifikasi}}{\text{Jumlah pemesanan barang atau jasa}}$
	RL.1.3	Reliabilitas Vendor	RL.2.4	<i>Lead time</i> proses pengerjaan vendor
			RL.2.5	Kesesuaian pengerjaan vendor terhadap kontrak
<i>Responsiveness</i>	RS.1.1	<i>Supply Lead Time</i>	RS.2.1	<i>Lead Time</i> Pengadaan \leq SLA Proses Bisnis
			RS.2.2	Persentase penyelesaian proses pengadaan yang tepat waktu terhadap tanggal kebutuhan
<i>Agility</i>	AG.1.1	<i>Upside Supply Chain Flexibility</i>	AG.2.1	Lama waktu proses Addendum (perubahan pada kontrak)
<i>Cost</i>	CO.1.1	<i>Cost Saving</i>	CO.2.1	$HPE \leq \text{Nilai Anggaran}$
			CO.2.2	$\text{Nilai Kontrak} \leq \text{HPS}$
			CO.2.3	Hasil Negosiasi Harga sesuai dengan ketentuan
<i>Asset Management Efficiency</i>	AM.1.1	Produktivitas Sumber Daya Manusia	AM.2.1	Persentase pengerjaan permintaan barang atau jasa (Menyesuaikan tingkat pelatihan atau jabatan karyawan)
	AM.1.2	Peningkatan Kemampuan Sumber Daya Manusia	AM.2.2	Jumlah pelatihan yang diikuti karyawan
	AM.1.3	Aplikasi Kontrak Payung	AM.2.3	Persentase penggunaan kontrak payung pada barang atau jasa (sesuai <i>inventory policy</i>)

Tujuan dari setiap metrik pada indikator keberhasilan adalah sebagai berikut.

1. **RL.2.1 (Jumlah pemesanan barang atau jasa)/(Jumlah permintaan barang atau jasa)** = Metrik ini digunakan untuk melihat efektivitas pengadaan yang diukur dari keberhasilan proses permintaan barang atau jasa menjadi pemesanan barang atau jasa
2. **RL.2.2 Dokumentasi proses pengadaan lengkap dan akurat** = Metrik ini digunakan untuk memastikan bahwa proses pengadaan sesuai dengan standar proses. Dengan adanya data dokumentasi akan mempermudah pengecekan dokumen, pelacakan dokumen, dan analisis perbandingan dengan standar proses apabila diperlukan.
3. **RL.2.3 (Jumlah barang atau jasa sesuai spesifikasi)/(Jumlah pemesanan barang atau jasa)** = Metrik ini digunakan untuk mengukur kualitas dari barang atau jasa yang dilakukan pengadaan. Kualitas barang atau jasa dilihat dari spesifikasi saat penyelesaian pekerjaan yang dibandingkan dengan spesifikasi pada kontrak. Metrik ini juga dapat dijadikan patokan untuk menilai kinerja vendor. Apabila vendor tidak memenuhi spesifikasi barang atau jasa sesuai yang diinginkan, maka dapat dilakukan *review* vendor untuk menjadi *hold* (tidak digunakan sementara) atau hingga *blacklist*.
4. **RL.2.4 Lead time proses pengerjaan vendor** = Metrik ini digunakan untuk mengukur waktu penyelesaian pengerjaan vendor yang dibandingkan dengan tanggal yang ditetapkan pada kontrak. Metrik ini juga dapat dijadikan patokan untuk menilai kinerja vendor. Apabila vendor sering mengalami keterlambatan dalam proses pengerjaannya, maka dapat dilakukan *review* vendor untuk menjadi *hold* (tidak digunakan sementara) atau hingga *blacklist*.
5. **RL.2.5 Kesesuaian pengerjaan vendor terhadap kontrak** = Metrik ini digunakan untuk menilai pekerjaan vendor. Pada metrik ini, realisasi proses pengerjaan dibandingkan dengan alur proses pengerjaan yang telah ditetapkan pada RKS, TOR, dan kontrak. Penilaian metrik ini difokuskan pada saat evaluasi dan *monitoring* pekerjaan. Metrik ini juga dapat dijadikan patokan untuk menilai kinerja vendor. Apabila vendor tidak mengikuti standar pengerjaan yang ditetapkan, maka dapat dilakukan *review* vendor untuk menjadi *hold* (tidak digunakan sementara) atau hingga *blacklist*.
6. **RS.2.1 Lead Time Pengadaan \leq SLA Proses Bisnis** = Metrik ini digunakan untuk melihat kesesuaian durasi proses pengadaan dengan waktu standar di proses bisnis. Apabila tidak tercapai, dapat dilakukan analisis lebih lanjut mengenai penyebab lamanya durasi proses pengadaan atau mengkaji SLA proses bisnis.
7. **RS.2.2 Persentase penyelesaian proses pengadaan yang tepat waktu terhadap tanggal kebutuhan** = Metrik ini digunakan untuk mengukur efektivitas pengadaan terutama di internal perusahaan. Data yang diukur adalah tanggal terbitnya kontrak oleh Pelaksana Pengadaan sebagai divisi terakhir pada proses pengadaan yang dibandingkan dengan tanggal kebutuhan yang diberikan oleh O&M sebagai divisi yang mengusulkan pengadaan.
8. **AG.2.1 Lama waktu proses Addendum (perubahan pada kontrak)** = Metrik ini digunakan untuk mengukur *agility* vendor dengan mengukur lama waktu proses perubahan apabila terdapat perubahan pada *scope* pekerjaan di kontrak.
9. **CO.2.1 HPE \leq Nilai Anggaran** = Metrik ini digunakan untuk mengukur efisiensi proses pengadaan dari segi biaya.
10. **CO.2.2 Nilai Kontrak \leq HPS** = Metrik ini digunakan untuk mengukur efisiensi proses pengadaan dari segi biaya.

11. **CO.2.3 Hasil Negosiasi Harga sesuai dengan ketentuan** = Metrik ini digunakan untuk mengukur efisiensi proses pengadaan dari segi biaya.
12. **AM.2.1 Persentase pengerjaan permintaan barang atau jasa (Menyesuaikan tingkat pelatihan atau jabatan karyawan)** = Metrik ini digunakan untuk mengukur produktivitas karyawan yang diukur dari persentase pengerjaan per individu dibandingkan dengan total keseluruhan PR. Standar persentase disesuaikan menurut tingkat pelatihan atau jabatan dari masing-masing karyawan.
13. **AM.2.2 Jumlah pelatihan yang diikuti karyawan** = Metrik ini digunakan untuk mengukur perkembangan sumber daya manusia. Dengan lebih banyak pelatihan, diharapkan kemampuan karyawan dapat berkembang secara kontinyu.
14. **AM.2.3 Persentase penggunaan kontrak payung pada barang atau jasa (sesuai *inventory policy*)** = Metrik ini digunakan untuk mengukur penggunaan kontrak payung pada pengadaan yang sesuai dengan *inventory policy*. Dengan menggunakan kontrak payung, efisiensi dari segi biaya dan waktu akan meningkat.

4.6 Pembuatan *Future Value Stream Mapping*

Berdasarkan perbaikan yang diusulkan, *future value stream mapping* dibuat untuk melihat perbaikan dari *current value stream mapping*. Dalam *future value stream mapping* proses pengadaan O&M, tidak ada proses yang dihapus atau dibuang dari *current value stream mapping*, tetapi terdapat perbaikan pada mekanisme proses sehingga diharapkan dapat mengurangi *lead time* dan *value added time*. Untuk memperkirakan *lead time* pada kondisi *improvement*, dilakukan wawancara mengenai usaha yang diperlukan untuk mengimplementasikan langkah perbaikan serta dampak langkah perbaikan terhadap proses pengadaan. Wawancara ini dilakukan dengan Manajer Perencana Pengadaan yang dipilih disebabkan adanya langkah perbaikan yang berkaitan dengan divisi lain. Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh matriks *Impact-Effort* sebagai berikut.

	Low Effort	High Effort
High Impact	1	2 4 5
Low Impact	3	4

Gambar 4.13 Matriks *Impact Effort*

Matriks *Impact-Effort* dapat digunakan untuk memperoleh rekomendasi langkah yang dilakukan untuk setiap perbaikan. Berikut merupakan rekomendasi langkah untuk kelima perbaikan yang diusulkan.

1. Penggunaan *Preventive Maintenance Database*
Langkah perbaikan ini berada pada matriks *Medium Impact – Low Effort*, yaitu berada pada bagian kiri atas. Hal ini menunjukkan bahwa langkah ini mudah untuk diimplementasikan dan akan berdampak sedang terhadap proses pengadaan sehingga langkah ini merupakan langkah yang perlu diprioritaskan.
2. Perbaikan *Database*
Langkah perbaikan ini berada pada matriks *High Impact – High Effort*, yaitu berada pada bagian kanan atas. Hal ini menunjukkan bahwa langkah ini sulit untuk diimplementasikan, tetapi dampaknya akan besar terhadap proses pengadaan sehingga langkah ini dapat diprioritaskan apabila perusahaan ingin berkomitmen untuk jangka panjang.
3. *Quality Control*: Pembuatan *Checksheet* Kelengkapan Dokumen PR pada setiap divisi
Langkah perbaikan ini berada pada matriks *Low Impact – Low Effort*, yaitu berada pada bagian kiri bawah. Hal ini menunjukkan bahwa langkah ini mudah untuk diimplementasikan, tetapi tidak perlu diprioritaskan sehingga langkah perbaikan lain dapat dilakukan terlebih dahulu.
4. Penambahan Fitur Deteksi Dokumen pada Database untuk Melakukan Pengecekan Kelengkapan Dokumen secara Otomatis
Langkah perbaikan ini berada pada matriks *Medium Impact – High Effort*, yaitu berada pada bagian kanan. Hal ini menunjukkan bahwa langkah ini sulit untuk diimplementasikan dan memiliki dampak yang sedang terhadap proses pengadaan sehingga langkah ini perlu didiskusikan terlebih dahulu untuk dapat diprioritaskan apabila perusahaan ingin berkomitmen untuk jangka panjang.
5. Penambahan Indikator Keberhasilan Proses Pengadaan berdasarkan SCOR
Langkah perbaikan ini berada pada matriks *High Impact – High Effort*, yaitu berada pada bagian kanan atas. Hal ini menunjukkan bahwa langkah ini sulit untuk diimplementasikan dan memiliki dampak yang besar terhadap proses pengadaan sehingga langkah perbaikan dapat diprioritaskan apabila perusahaan ingin berkomitmen untuk jangka panjang.

Perkiraan *lead time* kondisi perbaikan pada tabel dilihat dari dampak setiap langkah perbaikan berdasarkan matriks *Impact-Effort*. Berikut merupakan perkiraan perubahan *lead time* dari kondisi eksisting dengan mengimplementasikan langkah perbaikan.

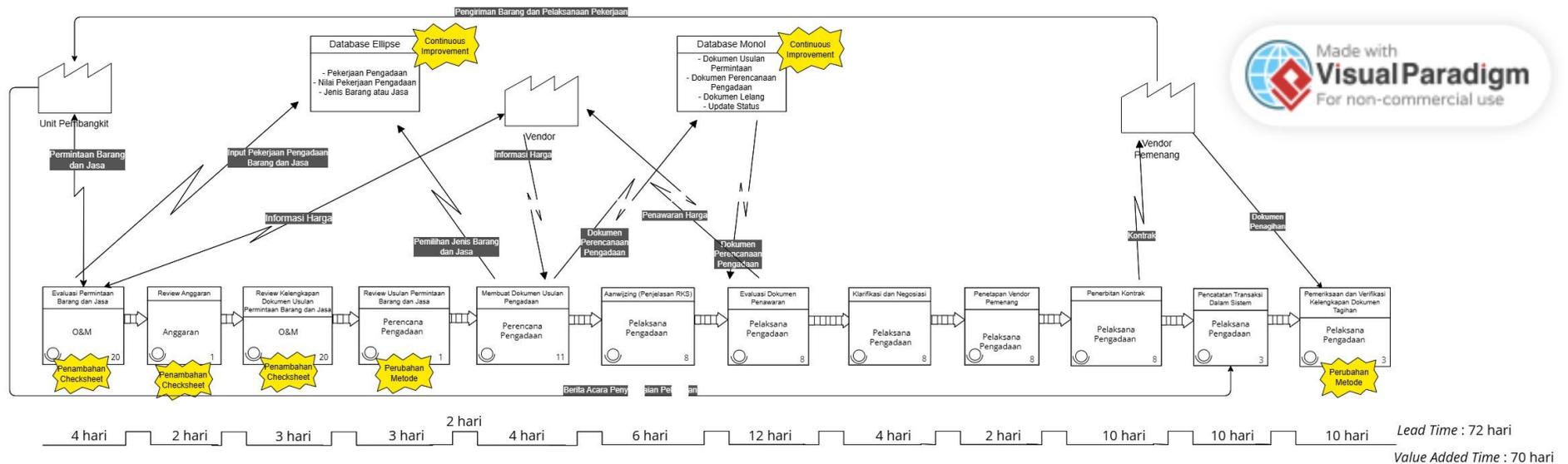
Tabel 4.65 Perkiraan Perubahan *Lead Time* Proses Pengadaan

No	Proses	Aktivitas	Langkah Perbaikan	<i>Lead Time</i> Kondisi Eksisting	Perkiraan <i>Lead Time</i> Kondisi Perbaikan
1	Evaluasi Permintaan Barang dan Jasa	<i>Review</i> Dokumen Usulan Pengadaan dari Unit	Pembuatan <i>Checksheet</i> Kelengkapan Dokumen PR pada setiap divisi	4 hari	4 hari
2	<i>Review</i> Anggaran	Pengecekan permintaan pada database Ellipse		2 hari	2 hari
3	<i>Review</i> Kelengkapan Dokumen Usulan Pengadaan	Melakukan pengecekan kelengkapan dokumen PR		6 hari	3 hari
4	<i>Delay</i> proses	Revisi Dokumen		11 hari	0 hari
5	Verifikasi Pemeriksaan Dokumen Tagihan (<i>hard copy</i>)	Verifikasi Pemeriksaan Kelengkapan		17 hari	10 hari

Tabel 4.66 Perkiraan Perubahan *Lead Time* Proses Pengadaan (Lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Langkah Perbaikan	<i>Lead Time</i> Kondisi Eksisting	Perkiraan <i>Lead Time</i> Kondisi Perbaikan
6	Melakukan pengecekan kelengkapan dokumen usulan permintaan	<i>Review</i> Usulan Permintaan	Penambahan Fitur Deteksi Dokumen pada <i>Database</i>	7 hari	3 hari
7	Evaluasi Dokumen Penawaran	Evaluasi Dokumen Penawaran		13 hari	12 hari
8	Menunggu Informasi Harga dari vendor	<i>Review</i> Usulan Permintaan	Perbaikan <i>Database</i>	11 hari	0 hari
9	Pembuatan Surat Penunjukan dan Perjanjian	Surat Penunjukan dan Perjanjian		12 hari	10 hari
10	Pembuatan tagihan dalam sistem tagihan <i>online</i>	Pencatatan Transaksi dalam Sistem		12 hari	10 hari

Berdasarkan perkiraan *lead time* kondisi perbaikan di atas, dibuat *future value stream mapping* dari proses pengadaan O&M yang disertai dengan langkah perbaikan yang dilakukan pada beberapa proses di *value stream mapping* yang ditandai dengan simbol Kaizen berwarna kuning. Berikut merupakan *future value stream mapping* dari proses pengadaan O&M.



Gambar 4.14 *Future Value Stream Mapping*

Pada *future value stream mapping*, terdapat 12 proses yang terdiri dari 2 proses O&M, 1 proses Anggaran, 2 proses Perencana Pengadaan, dan 7 proses Pelaksana Pengadaan. Berdasarkan perhitungan rata-rata waktu proses pengadaan O&M, total *lead time* adalah 72 hari dengan waktu proses (*value added time*) selama 70 hari. Terdapat penurunan waktu *lead time* dan *value added time* dari *current value stream mapping*, yaitu sebesar 35% dan 18%. Hal ini disebabkan oleh adanya perkiraan penurunan waktu karena implementasi langkah perbaikan pada proses pengadaan. Dengan adanya penurunan waktu, durasi proses pengadaan sesuai dengan SLA (standar waktu) di proses bisnis yang memiliki total 70 hari. Namun, terdapat keterlambatan 2 hari pada *lead time* yang disebabkan oleh adanya antrian pengerjaan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai implementasi *lean supply chain* pada proses pengadaan di perusahaan penyedia jasa pembangkit.

5.1 Kesimpulan

Pada sub-bab ini, akan dijelaskan mengenai kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan yang menjawab tujuan dari tugas akhir ini.

1. Berdasarkan pemetaan aliran proses pengadaan O&M di PT PLN Nusantara Power Services, dapat diketahui bahwa terdapat 12 proses yang dilakukan oleh 4 divisi, yaitu divisi O&M, divisi Anggaran, divisi Perencana Pengadaan, dan divisi Pelaksana Pengadaan. Pengambilan data dengan *Value Stream Mapping* untuk permintaan pengadaan pada tahun 2023 hingga 2024 pada metode pelelangan terbuka menunjukkan bahwa *lead time* dari proses pengadaan adalah 110 hari dengan waktu proses (*value added time*) selama 85 hari. Berdasarkan perhitungan menggunakan *Process Activity Mapping*, diperoleh proporsi *value added activity* sebesar 48,4%, *non value added activity* sebesar 18,2% dan *necessary but non value added activity* sebesar 33,4%.
2. Berdasarkan identifikasi *non value added activity* dan *necessary but non value added activity* pada PAM serta observasi di perusahaan, terdapat 6 *waste* yang diidentifikasi di proses pengadaan O&M PT PLN Nusantara Power Services. 6 *waste* terdiri dari *defect* yang terdiri dari database mengalami *error*, dokumen pelengkap PR tidak lengkap atau tidak sesuai standar, durasi pelaksanaan proses pengadaan tidak sesuai dengan standar waktu (SLA) di proses bisnis, dan KPI tidak selaras antar divisi pengadaan; *transportation* yang diidentifikasi dengan pengantaran dokumen secara manual; *unnecessary motion* yang diidentifikasi dengan adanya proses yang mengalami pengembalian (revisi); *waiting* yang terdiri dari antrian pengerjaan PR, menunggu revisi dokumen pelengkap PR, menunggu respons dari vendor atau pihak lain, dan menunggu *approval*; *overprocessing* yang diidentifikasi dengan proses pengajuan *approval* melalui database Monol dan WhatsApp; dan *inventory* yang diidentifikasi dengan adanya box arsip yang menumpuk di luar gudang arsip.
3. Penentuan *waste* kritis dilakukan dengan menggunakan *Waste Assessment Model* pada *waste* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Diperoleh dua *waste* tertinggi dari hasil dari perhitungan *Waste Assessment Model*, yaitu *Unnecessary Motion* dan *Defect*. Dengan menggunakan diagram *fishbone* dan analisis *Men, Method, Material, Machine/Equipment*, dan *Measurement*; diperoleh 9 akar penyebab masalah dari *waste* kritis, yaitu *human error*, *workload* yang tinggi, kurang *quality control*, masalah pada jaringan dan *software*, kurang manajemen dalam mengatur *database*, pengecekan kelengkapan secara manual, terjadi *delay* pada proses pekerjaan, kesalahan pada data, dan KPI kurang efektif dan menyeluruh untuk melakukan analisis dan meningkatkan performa proses pengadaan.
4. Berdasarkan penyebab *waste* kritis yang diperoleh dari diagram *fishbone*, diusulkan 5 langkah perbaikan, yaitu penggunaan *preventive maintenance* untuk mengatasi

masalah pada jaringan dan *software* dan kurang manajemen dalam mengatur *database*; perbaikan *database* untuk mengatasi *workload* yang tinggi dan kurang manajemen dalam mengatur *database*; pembuatan *checksheet* kelengkapan dokumen PR pada setiap divisi untuk mengatasi kurang *quality control* dan kesalahan pada data; penambahan fitur deteksi dokumen pada *database* untuk mengatasi *human error*, pengecekan kelengkapan secara manual, dan kesalahan pada data; dan penambahan indikator keberhasilan proses pengadaan berdasarkan SCOR untuk mengatasi *delay* pada proses pekerjaan dan KPI yang kurang efektif dan menyeluruh untuk melakukan analisis dan meningkatkan performa proses pengadaan.

5.2 Saran

Pada sub-bab ini, akan dijelaskan mengenai saran yang diberikan oleh penulis kepada perusahaan dan penelitian selanjutnya.

5.2.1 Saran untuk Perusahaan

Berikut merupakan saran untuk perusahaan berdasarkan pengerjaan tugas akhir ini.

1. Diharapkan perusahaan dapat konsisten dalam melakukan *improvement* pada proses bisnisnya sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses bisnis, terutama proses pengadaan sebagai salah satu proses yang krusial untuk operasional perusahaan dan *customer*.
2. Diharapkan perusahaan dapat melakukan analisis serta diskusi secara berkala untuk mengetahui efisiensi dan efektivitas dari proses pengadaan dengan mempertimbangkan seluruh divisi dan pihak yang terlibat.

5.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Berikut merupakan saran untuk penelitian selanjutnya berdasarkan pengerjaan tugas akhir ini.

1. Menyusun langkah perbaikan dengan data dan waktu yang lebih lama sehingga dapat mengimplementasikan langkah perbaikan di perusahaan, memperoleh data perubahan dari kondisi eksisting ke kondisi *improvement*, dan melakukan observasi terhadap implementasi langkah perbaikan untuk mengetahui kekurangan dari langkah perbaikan yang diusulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acero, R., Torralba, M., Pérez-Moya, R., & Pozo, J. A. (2020). Value Stream Analysis in Military Logistics: The Improvement in Order Processing Procedure. *Applied Sciences (Switzerland)*, *10*(1). <https://doi.org/10.3390/app10010106>
- Al Hafiish, F. W. (2022). Procurement Quality Improvement Using Lean Six Sigma and MAFMA at PT Petrokimia Gresik. *Contemporary Research on Management and Business*, *1*. <https://doi.org/10.1201/9781003295952-21>
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B., & Bowersox, J. C. (2020). Supply Chain Logistics Management. In *McGraw Hill Education* (5th ed.).
- Coccia, M. (2020). Fishbone diagram for technological analysis and foresight. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, *14*(2–4), 225–247. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2020.111221>
- Hidayat, A. A., Kholil, M., Haekal, J., Sandra, W. E., & Rukmayadi, D. (2021). Lean Manufacturing Design to Reduce Waste in Customer Complaint Services Using Lean Principles in Coil Industry Companies, of Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, *07*(09), 13–22. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2021.3728>
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). Going Lean. In *Australian Journal of Pharmacy*. Lean Enterprise Research Centre. <https://doi.org/10.1097/01.jnn.0000358162.21072.ab>
- Holifahtus Sakdiyah, S., Eltivia, N., & Afandi, A. (2022). Root Cause Analysis Using Fishbone Diagram: Company Management Decision Making. *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, *1*(6), 566–576. <https://doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103>
- Irawan, A., & Putra, B. I. (2021). Identifikasi Waste Kritis Pada Proses Produksi Pallet Plastik Menggunakan Metode WAM (Waste Assessment Model) Di PT. XYZ. *Jurnal SENOPATI: Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, *3*(1), 20–29. <https://doi.org/10.31284/j.senopati.2021.v3i1.2098>
- Irfanto, M. A. (2021). *Upaya Reduksi Waste pada Proses Pengadaan Barang Proyek di PT XYZ Menggunakan Konsep Lean*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Jing, S., Hou, K., Yan, J., Ho, Z. P., & Han, L. (2021). Investigating The Effect of Value Stream Mapping on Procurement Effectiveness: A Case Study. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *32*(4), 935–946. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01594-x>
- Karningsih, P. D., Pangesti, A. T., & Suf, M. (2019). Lean Assessment Matrix: A Proposed Supporting Tool for Lean Manufacturing Implementation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *598*(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012082>
- Langstrand, J. (2016). An Introduction to Value Stream Mapping and Analysis. In *Linköping University*.
- Latino, R. J., & Latino, K. C. (2006). *Root Cause Analysis: Improving Performance for Bottom-Line Results*. Taylor & Francis.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2016). *Purchasing and Supply Chain Management* (6th ed.). www.cengage.com/highered

- Mullins, C. S. (2012). *Database Administration: The Complete Guide to Practices and Procedures* 2 (Second Edi, Vol. 58, Issue 12). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25246403><https://journals.asm.org/doi/10.1128/AAC.03728-14>
- Myerson, P. (2012). *Lean Supply Chain & Logistics Management*. In *McGraw Hill Education*.
- Myerson, P. (2019). *Lean Demand-Driven Procurement: How to Apply Lean Thinking to Your Supply Management Processes*. Routledge.
- Nasution, S., Haq, A., & Karmilah, S. (2024). The Application of Lean Supply Chain in the Process of Loading and Unloading Fish in UKM Camar Laut South Jakarta. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 3(1).
- Nugroho, M. Z. P., Hasibuan, S., & Adiyatna, H. (2021). Application of Lean Manufacturing to Improve Procurement Lead Time in The Case of The Steel Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1010(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1010/1/012022>
- Nurhadyan, G., & Suryani, E. (2022). Implementasi Lean Procurement Process dengan Metode Value Stream Analysis pada Proses Pengadaan Barang. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(2).
- PT PLN (Persero). (2023). *Statistik PLN 2023*.
- 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. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Siregar, M. T., & Samodra, G. Y. (2021). Analysis of Service Delivery Improvement of Manufactured Products with Lean Method Management. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 3(2), 26–30. <https://doi.org/10.30564/jmser.v3i2.2620>
- Sremcevic, N., Stevanovic, B., Lazarevic, M., Mandic, J., Tesic, Z., & Kuzmanovic, B. (2019). Improving Process of Quotation Creation Through Value Stream Mapping and Simulation. *International Journal of Simulation Modelling*, 18(4). [https://doi.org/10.2507/IJSIMM18\(4\)484](https://doi.org/10.2507/IJSIMM18(4)484)
- Taufik, D. A., & Faturizal, I. M. (2021). Value Stream Mapping (VSM) Implementation as an Effort to Reduce Delays in the Procurement Process at PT DI. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 2(3), 198. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v2i3.11875>
- Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press. <https://doi.org/10.1007/BF01807056>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengambilan Data *Process Activity Mapping* A1-E11

No	Evaluasi Permintaan Barang dan Jasa			Review Anggaran					Review Kelengkapan Dokumen Usulan Pengadaan		Review Usulan Permintaan	Dokumen Usulan Pengadaan					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B5	B6	C1	C2	D1	E1	E2	E4	E5	E6	E11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		1		7	2	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1		5			3	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	7	1	1		5			1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1		4			7	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		5			1	1
6	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1		3			4	1
7	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1		1			3	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1		1			2	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	12	2	1
10	2	3	1	1	2	1	1	1	12	1	1		2			1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	8	1		11	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		1		7	7	1
13	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1		3	1
14	2	2	1	1	1	1	3	1	2	1	1	2	1	1		3	1
15	4	42	5	1	1	1	1	1	1	1	1		3		5	2	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1		3	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		17			5	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2			1	2
19	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	5	2	1		1	2
20	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		1			1	1
21	2	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	9	1	1		4	1
22	3	9	2	1	1	1	2	1	12	1	1	3	1	1	6	7	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1		1	1
24	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1		1			1	1
25	2	15	2	1	2	1	1	1	14	1	1		2		3	4	2
26	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	2	1	5	4	1
27	1	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1		11			5	1
28	2	2	1	1	1	1	2	1	21	1	1		1			1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1		1		7	5	1
30	2	4	1	1	1	1	2	1	6	1	1		13			3	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	7	1	1	2	5	1		7	1
32	1	3	1	1	1	1	2	1	12	1	1	4	1	1		2	1
33	2	3	1	1	1	1	2	1	6	1	1	4	1	1	4	4	1
34	1	2	1	1	2	1	1	1	4	1	1		8			4	1
35	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1		1	1

No	Evaluasi Permintaan Barang dan Jasa			Review Anggaran					Review Kelengkapan Dokumen Usulan Pengadaan		Review Usulan Permintaan	Dokumen Usulan Pengadaan					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B5	B6	C1	C2		D1	E1	E2	E4	E5	E6
36	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1		3			2	1
37	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1		2			2	1
38	2	4	1	1	1	1	2	1	6	1	1	4	1	1		1	1
39	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		6			3	1
40	1	2	1	1	1	1	1	1	33	1	1		5			2	1
41	4	16	1	1	3	1	4	1	2	1	1		1			3	1
42	1	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1	7	1	1		3	1
43	1	1	1	1	2	1	1	1	6	1	1	3	1	1	10	4	2
44	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		9			2	1
45	1	2	1	1	1	1	1	2	3	1	1		1		7	5	1
46	1	2	1	1	1	1	1	2	7	1	1		1			2	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	2	1		11	1
48	3	6	1	1	2	1	1	2	1	1	1		1			1	1
49	3	6	1	1	3	1	1	2	1	1	1		1			1	1
50	1	3	1	1	3	1	1	2	7	1	1		4			2	1
51	3	10	1	1	3	1	1	2	8	1	1		2			1	1
52	2	7	1	1	3	1	1	2	9	1	2	2	3	1		2	1
53	2	7	1	1	3	1	1	2	9	1	2	2	6	1		3	1
54	1	3	1	1	3	1	1	2	11	1	1	4	1	1		1	1
55	1	7	1	1	3	1	1	2	9	1	2	2	1	1	5	13	1
56	1	3	1	1	2	1	1	1	3	1	1		1			2	1
57	1	3	1	1	2	1	1	1	8	1	1		1			1	1
58	3	3	1	1	3	1	1	1	11	1	1		1			2	1
59	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1		9	2
60	1	2	1	1	3	1	1	1	6	1	1	20	2	1	8		1
61	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1		1		10	3	1
62	2	3	1	1	3	1	1	2	3	1	1		1		5	3	2
63	2	3	1	1	2	1	3	1	3	1	1	3	1	1		3	1
64	1	4	1	1	3	1	1	2	5	1	1		1		12	5	2
65	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1		12	1
66	1	8	1	1	3	1	1	2	6	1	1		1		7	7	2
67	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			3	1
68	3	15	1	1	3	1	1	2	1	1	1	2	7	1		2	1
69	1	2	1	1	2	1	2	1	20	1	1		1			6	1
70	2	2	1	1	3	1	1	2	1	1	1		1			16	1
71	3	7	1	1	2	1	1	1	19	1	1		3			1	1
72	1	1	1	1	2	1	1	1	19	1	1		1			2	1
73	3	4	1	1	3	1	1	1	5	1	1		1			6	1

No	Evaluasi Permintaan Barang dan Jasa			Review Anggaran					Review Kelengkapan Dokumen Usulan Pengadaan		Review Usulan Permintaan	Dokumen Usulan Pengadaan					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B5	B6	C1	C2		D1	E1	E2	E4	E5	E6
74	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1		6			3	1
75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1		3	1
76	1	3	1	1	2	1	2	1	5	1	1		26			9	2
77	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2			15	2
78	1	3	1	1	3	1	1	2	10	1	1		2			2	1
79	1	3	1	1	2	1	2	1	7	1	1		2			8	1
80	1	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1		7			4	2
81	2	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			2	2
82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		23			1	2
83	2	10	1	1	1	1	1	1	24	1	1		2			6	1
84	1	3	1	1	1	1	1	1	18	1	1		1			2	1
85	2	9	1	1	1	1	1	1	24	1	1		1			2	2
86	2	10	1	1	1	1	1	1	53	1	1		1			2	1
87	1	3	1	1	3	1	1	1	19	1	1		4			1	1
88	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1	1		1			1	1
89	2	2	1	1	1	1	1	1	23	1	1		1			2	1
90	2	2	1	1	1	1	1	1	29	1	1		1			8	1
91	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1		3	1
92	1	3	1	1	3	1	1	1	3	1	1		9			1	2
93	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	9	1	1		2	1
94	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		9			1	1
95	1	3	1	1	2	1	1	1	2	1	1	3	1	1		2	1
96	1	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1	4	2	1		7	1
97	1	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	4	2	1	3	7	1
98	1	2	1	1	1	1	1	1	6	1	1	2	1	1	8	5	1
99	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1		9			7	1
100	2	3	1	1	1	1	1	1	10	1	2		12			3	1
101	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1		1			1	1
102	1	3	1	1	1	1	1	2	24	1	1	2	1	1	4	4	1
103	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		11			4	1
104	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1		12			2	1
105	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			2	1
106	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		1		7	5	1
107	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		1		7	6	1
108	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	5	1
109	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	5	2	1
110	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		4			1	1
111	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1	1		2	2
112	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	3	3	1		3	2

No	Evaluasi Permintaan Barang dan Jasa			Review Anggaran					Review Kelengkapan Dokumen Usulan Pengadaan		Review Usulan Permintaan	Dokumen Usulan Pengadaan					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B5	B6	C1	C2		D1	E1	E2	E4	E5	E6
113	3	9	1	1	1	1	1	1	7	1	1		1		4	5	1
114	1	3	1	1	3	1	1	1	4	1	1	2	2	1		6	2
115	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		2			4	1
116	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		2			12	1
117	1	2	1	1	3	1	1	1	2	1	1	6	1	1		2	1
118	1	2	1	1	3	1	1	1	3	1	1	2	10	1		11	1
119	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		11			10	1
120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		13			8	1
121	2	4	1	1	3	1	1	1	4	1	1	3	2	1	28	17	1
122	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1		26			11	1
123	2	4	1	1	2	1	1	1	5	1	1		17			1	1
124	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		4		41	6	1
125	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		4		41	6	1
126	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1		4		41	6	1

Lampiran 2 Pengambilan Data *Process Activity Mapping* F1-F13

No	Aanwijzing (Penjelasan RKS)	Evaluasi Dokumen Penawaran Harga		Klarifikasi dan Negosiasi	Penetapan Vendor Pemenang	Surat Penunjukan dan Perjanjian kepada Vendor Pemenang			Pencatatan Transaksi dalam Sistem	Verifikasi Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen Tagihan	
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F11	F12	F13
1	5	7	5	28	2	4	10	1	1	14	21
2	4	8	16	3	1	4	3	1			
3	4	8	3	8	2	3	6	1			
4	4	8	7	7	2	9	5	1			
5	6	7	25	12	1	5	11	1			
6	4	6	3	9	1	4	4	1			
7	6	7	9	2	1	13	4	1			
8	4	10	4	1	1	3	5	1	1	9	44
9	6	7	2	2	1	2	2	1			
10	4	6	5	5	3	5	4	1			
11	7	11	2	1	2	5	14	1			
12	3	9		4	1	4	1	1			
13	4	8	6	4	2	5	5	1			
14	4	7	5	7	1	4	6	1	1	10	1
15	11	4	3	3	2	3	20	1			
16	5	9	14	8	2	5	2	1			

No	Aanwijzing (Penjelasan RKS)	Evaluasi Dokumen Penawaran Harga		Klarifikasi dan Negosiasi	Penetapan Vendor Pemenang	Surat Penunjukan dan Perjanjian kepada Vendor Pemenang			Pencatatan Transaksi dalam Sistem	Verifikasi Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen Tagihan		
		F1	F2			F3	F4	F5		F6	F7	F8
17	5	17	2	5	1	3	6	1				
18	2	4	2	1	1	4	3	2				
19	4	6	2	2	2	2	2	2				
20	5	4	11	2	1	4	6	1				
21	4	5	8	2	1	3	9	1				
22	10	22	1	5	1	11	14	2				
23	3	10	2	2	1	4	10	1				
24	1	3	6	2	1	4	2	1	1	12	37	
25	4	7	2	2	1	4	2	1	1	6	11	
26	2	5	2	1	2	2	4	1				
27	3	7	2	3	1	1	9	1				
28	5	14	1	1	1	6	2	1				
29	3	6	2	12	1	3	5	1				
30	4	4	3	3	1	6	3	1				
31	3	19	1	1	1	3	15	1				
32	9	7	3	5	2	4	6	1				
33	4	5	1	4	1	5	1	1				
34	5	5	7	6	1	4	1	2				
35	7	15	2	6	5	6	4	2	1	9	3	
36	4	7	5	3	1	4	1	1				
37	4	5	3	2	4	5	6	1				
38	8	5	8	9	1	7	19	1				
39	6	4	8	3	1	5	8	1	1	6	14	
40	6	4	3	2	1	5	63	1				
41	6	6	5	3	2	4	15	2				
42	5	12	5	5	1	2	13	1				
43	3	6	2	2	2	3	4	2				
44	4	4	2	2	2	6	9	1				
45	6	7	9	2	1	5	1	1				
46	6	7	9	2	1	5	3	1				
47	4	6	3	3	1	4	8	1				
48	5	6	3	10	1	3	10	1				
49	5	6	3	7	2	3	13	1				
50	5	8	7	11	4	3	9	1				
51	9	11	2	2	2	5	7	1				
52	4	8	8	10	1	7	3	1				
53	2	6	9	12	1	5	7	1				
54	50	14	1	7	10	6	9	1				

No	Aanwijzing (Penjelasan RKS)	Evaluasi Dokumen Penawaran Harga		Klarifikasi dan Negosiasi	Penetapan Vendor Pemenang	Surat Penunjukan dan Perjanjian kepada Vendor Pemenang			Pencatatan Transaksi dalam Sistem	Verifikasi Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen Tagihan	
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F11	F12	F13
55	3	12	3	3	1	9	7	1	2	9	3
56	8	7	7	4	1	4	8	1			
57	24	10	4	3	1	11	11	1			
58	6	6	9	5	2	7	10	1			
59	4	8	5	4	2	5	1	2			
60	4	4	2	3	1	3	36	1			
61	3	7	4	7	1	3	49	1			
62	4	8	36	1	1	3	1	2			
63	4	4	4	1	1	4	1	1			
64	4	21	2	2	1	5	10	1			
65	4	4	5	7	1	6	9	1			
66	3	13	12	6	1	4	18	1			
67	5	11	13	7	4	2	8	1			
68	4	7	3	9	1	6	5	1	2	10	28
69	6	6	7	1	1	1	4	1			
70	5	6	4	2	4	7	8	1	1	32	5
71	4	10	2	2	1	2	12	1			
72	4	9	1	3	1	3	30	1			
73	4	6	3	12	2	6	2	1			
74	10	5	6	2	1	7	2	1			
75	4	6	6	4	1	4	2	1			
76	3	6	6	3	1	3	7	1			
77	5	6	5	2	1	4	9	1			
78	3	8	11	1	1	7	10	1			
79	2	7	9	2	1	3	1	1			
80	2	9	10	3	3	7	8	1			
81	6	6	2	3	1	4	7	1			
82	3	8	14	5	3	8	4	1			
83	4	7	2	13	1	13	31	1			
84	5	8	5	4	1	5	1	1			
85	15	12	2	4	2	5	5	2			
86	45	11	9	9	2	7	9	1			
87	5	6	8	3	6	1	6	1			
88	6	7	4	4	2	5	12	1			
89	3	8	6	2	3	3	5	1			
90	7	9	4	2	1	1	12	1			
91	6	4	5	1	1	3	1	1			
92	5	7	5	4	8	5	2	2			
93	5	6	9	2	1	5	1	1			

No	Aanwijzing (Penjelasan RKS)	Evaluasi Dokumen Penawaran Harga		Klarifikasi dan Negosiasi	Penetapan Vendor Pemenang	Surat Penunjukan dan Perjanjian kepada Vendor Pemenang			Pencatatan Transaksi dalam Sistem	Verifikasi Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen Tagihan	
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F11	F12	F13
94	4	6	9	2	1	6	4	1			
95	6	8	8	4	1	4	1	1			
96	5	6	5	3	1	3	5	1			
97	4	5	15	4	1	5	4	1			
98	5	7	6	2	2	5	7	1			
99	27	17	27	4	1	2	2	2			
100	4	6	8	4	2	12	8	2			
101	4	5	18	2	1	5	1	1			
102	6	13	15	2	1	7	1	2			
103	10	5	10	2	2	4	16	1			
104	1	4	8	1	2	3	18	1			
105	9	3	6	2	1	6	11	1			
106	4	5	5	3	2	5	13	1			
107	3	7	3	12	1	6	4	1			
108	4	16	1	9	2	4	8	1			
109	4	16	2	1	1	8	8	1			
110	4	31	2	2	3	7	11	1			
111	4	5	1	2	1	7	4	1			
112	3	5	4	1	4	3	11	1			
113	5	8	32	1	2	15	11	1			
114	4	5	3	11	1	1	2	1			
115	2	6	3	2	2	6	9	1			
116	5	6	6	2	2	2	3	1			
117	6	13	7	14	4	5	4	1			
118	5	23	1	2	1	3	2	1			
119	6	7	9	1	1	2	1	1			
120	4	5	10	2	1	4	1	1			
121	6	16	2	4	1	18	7	1			
122	7	6	11	14	2	5	6	1			
123	6	7	15	8	1	2	4	1			
124	2	8	8	5	1	4	1	1			
125	4	14	2	3	1	4	10	1			
126	1	14	1	7	1	4	10	1			

Lampiran 4 Hasil Responden Pertama Kuesioner WRM

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
I_D	Apakah Inventory memproduksi Defect?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Defect?	Saat Inventory meningkat, Defect konstan	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Solusi instruksional	0
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Kualitas dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
I_M	Apakah Inventory memproduksi Motion?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Motion?	Tergantung kondisi	2
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Inventory	Jarang muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	4
I_T	Apakah Inventory memproduksi Transportation?	Jarang	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Transportation?	Saat Inventory meningkat, Transportation meningkat	2
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Transportation membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Rendah	2
D_I	Apakah Defect memproduksi Inventory?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Inventory?	Saat Defect meningkat, Inventory meningkat	2
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Defect	Butuh waktu untuk muncul	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	2
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2
D_M	Apakah Defect memproduksi Motion?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Motion?	Saat Defect meningkat, Motion meningkat	2
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Motion membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
D_T	Apakah Defect memproduksi Transportation ?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Transportation?	Saat Defect meningkat, Transportation konstan	2
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Transportation membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Sedang	4
D_W	Apakah Defect memproduksi Waiting?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Waiting ?	Saat Defect meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	2
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
M_I	Apakah Motion memproduksi Inventory?	Jarang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Inventory?	Tergantung kondisi	2
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Motion	Jarang muncul	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	4
M_D	Apakah Motion memproduksi Defect?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Defect?	Saat Motion meningkat, Defect meningkat	2
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	4
M_P	Apakah Motion memproduksi Processing ?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Processing ?	Saat Motion meningkat, processing konstan	2
	Dampak Processing yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Processing membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Processing (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Lead time	2
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Processing untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
M_W	Apakah Motion memproduksi Waiting ?	Selalu	4

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Waiting ?	Saat Motion meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
T_I	Apakah Transportation memproduksi Inventory?	Jarang	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Inventory?	Tergantung kondisi	2
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	4
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	4
T_D	Apakah Transportation memproduksi Defect?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Defect?	Saat Transportation meningkat, Defect konstan	2
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Transportation	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Defect(yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Rendah	2
T_M	Apakah Transportation memproduksi Motion?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Motion ?	Saat Transportation meningkat, Motion konstan	2
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Lead time	2
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
T_W	Apakah Transportation memproduksi Waiting?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Waiting ?	Saat Transportation meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Kualitas dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
P_I	Apakah Process memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Inventory?	Saat Process meningkat, Inventory konstan	2
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Process terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Lead time	1
	Seberapa besar dampak Process terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
P_M	Apakah Process memproduksi Motion?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Motion?	Tergantung kondisi	2
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	4
	Eliminasi dampak Process terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Kualitas dan produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Process terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
P_W	Apakah Process memproduksi Waiting ?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Waiting?	Saat Process meningkat, Waiting meningkat	2
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Process terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Produktivitas	2
	Seberapa besar dampak Process terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
W_I	Apakah Waiting memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Inventory?	Saat Waiting meningkat, Inventory konstan	2
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Produktivitas	2
	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
W_D	Apakah Waiting memproduksi Defect?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Defect?	Saat Waiting meningkat, Defect konstan	2
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Kualitas produk	1
	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2

Lampiran 5 Hasil Responden Kedua Kuesioner WRM

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
I_D	Apakah Inventory memproduksi Defect?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Defect?	Saat Inventory meningkat, Defect konstan	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Solusi instruksional	1
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Kualitas dan lead time	2
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
I_M	Apakah Inventory memproduksi Motion?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Motion?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Inventory	Jarang muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	2
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	4
I_T	Apakah Inventory memproduksi Transportation?	Jarang	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Transportation?	Saat Inventory meningkat, Transportation meningkat	0
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Transportation membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Rendah	4
D_I	Apakah Defect memproduksi Inventory?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Inventory?	Saat Defect meningkat, Inventory meningkat	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Defect	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Defect terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4
D_M	Apakah Defect memproduksi Motion?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Motion?	Saat Defect meningkat, Motion meningkat	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Motion membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	4

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
D_T	Apakah Defect memproduksi Transportation ?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Transportation?	Saat Defect meningkat, Transportation konstan	0
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	2
	Eliminasi dampak Defect terhadap Transportation membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
D_W	Apakah Defect memproduksi Waiting?	Selalu	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Waiting ?	Saat Defect meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2
M_I	Apakah Motion memproduksi Inventory?	Jarang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Inventory?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Motion	Jarang muncul	2
	Eliminasi dampak Motion terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	2
M_D	Apakah Motion memproduksi Defect?	Kadang-kadang	4
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Defect?	Saat Motion meningkat, Defect meningkat	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	2
	Eliminasi dampak Motion terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
M_P	Apakah Motion memproduksi Processing ?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Processing ?	Saat Motion meningkat, processing konstan	0
	Dampak Processing yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Processing membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Processing (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Lead time	4
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Processing untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
M_W	Apakah Motion memproduksi Waiting ?	Selalu	2

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Waiting ?	Saat Motion meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	2
	Eliminasi dampak Motion terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2
T_I	Apakah Transportation memproduksi Inventory?	Jarang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Inventory?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	2
T_D	Apakah Transportation memproduksi Defect?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Defect?	Saat Transportation meningkat, Defect konstan	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Transportation	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Defect(yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
T_M	Apakah Transportation memproduksi Motion?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Motion ?	Saat Transportation meningkat, Motion konstan	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	2
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Lead time	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
T_W	Apakah Transportation memproduksi Waiting?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Waiting ?	Saat Transportation meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation	Muncul secara langsung dan jelas	2
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Kualitas dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
P_I	Apakah Process memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Inventory?	Saat Process meningkat, Inventory konstan	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Process terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Lead time	4
	Seberapa besar dampak Process terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
P_M	Apakah Process memproduksi Motion?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Motion?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Process terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Kualitas dan produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Process terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
P_W	Apakah Process memproduksi Waiting ?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Waiting?	Saat Process meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process	Muncul secara langsung dan jelas	2
	Eliminasi dampak Process terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Process terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2
W_I	Apakah Waiting memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Inventory?	Saat Waiting meningkat, Inventory konstan	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	2
W_D	Apakah Waiting memproduksi Defect?	Jarang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Defect?	Saat Waiting meningkat, Defect konstan	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	2
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Kualitas produk	1
	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2

Lampiran 6 Hasil Responden Ketiga Kuesioner WRM

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
I_D	Apakah Inventory memproduksi Defect?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Defect?	Saat Inventory meningkat, Defect konstan	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Solusi instruksional	2
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Kualitas dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
I_M	Apakah Inventory memproduksi Motion?	Jarang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Motion?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Inventory	Jarang muncul	2
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
I_T	Apakah Inventory memproduksi Transportation?	Jarang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Inventory dan Transportation?	Saat Inventory meningkat, Transportation meningkat	0
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Inventory	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Inventory terhadap Transportation membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Inventory) berdampak pada	Produktivitas	2
	Seberapa besar dampak Inventory terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
D_I	Apakah Defect memproduksi Inventory?	Selalu	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Inventory?	Saat Defect meningkat, Inventory meningkat	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Defect	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Defect terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	0
D_M	Apakah Defect memproduksi Motion?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Motion?	Saat Defect meningkat, Motion meningkat	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	0
	Eliminasi dampak Defect terhadap Motion membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
D_T	Apakah Defect memproduksi Transportation ?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Transportation?	Saat Defect meningkat, Transportation konstan	0
	Dampak Transportation yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Transportation membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Transportation (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Transportation untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
D_W	Apakah Defect memproduksi Waiting?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Defect dan Waiting ?	Saat Defect meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Defect	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Defect terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Defect) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Defect terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2
M_I	Apakah Motion memproduksi Inventory?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Inventory?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Motion	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Motion terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
M_D	Apakah Motion memproduksi Defect?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Defect?	Saat Motion meningkat, Defect meningkat	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	0
	Eliminasi dampak Motion terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Kualitas, produktivitas, dan lead time	1
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
M_P	Apakah Motion memproduksi Processing ?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Processing ?	Saat Motion meningkat, processing konstan	2
	Dampak Processing yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Processing membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Processing (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Lead time	1
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Processing untuk meningkatkan lead time	Sedang	4
M_W	Apakah Motion memproduksi Waiting ?	Selalu	2

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
	Bagaimana jenis hubungan antara Motion dan Waiting ?	Saat Motion meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Motion	Muncul secara langsung dan jelas	4
	Eliminasi dampak Motion terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	2
	Dampak Waiting (yang disebabkan oleh Motion) berdampak pada	Produktivitas dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Motion terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	2
T_I	Apakah Transportation memproduksi Inventory?	Jarang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Inventory?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Inventory membutuhkan metode	Solusi instruksional	1
	Dampak Inventory (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
T_D	Apakah Transportation memproduksi Defect?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Defect?	Saat Transportation meningkat, Defect konstan	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Transportation	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Defect membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Defect(yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Rendah	0
T_M	Apakah Transportation memproduksi Motion?	Kadang-kadang	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Motion ?	Saat Transportation meningkat, Motion konstan	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Transportation	Jarang muncul	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion (yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Lead time	1
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
T_W	Apakah Transportation memproduksi Waiting?	Selalu	2
	Bagaimana jenis hubungan antara Transportation dan Waiting ?	Saat Transportation meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation	Muncul secara langsung dan jelas	0
	Eliminasi dampak Transportation terhadap Waiting membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Transportation) berdampak pada	Kualitas dan lead time	4
	Seberapa besar dampak Transportation terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	0

Hubungan	Pertanyaan	Jawaban	Skor
P_I	Apakah Process memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Inventory?	Saat Process meningkat, Inventory konstan	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Process terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Lead time	4
	Seberapa besar dampak Process terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
P_M	Apakah Process memproduksi Motion?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Motion?	Tergantung kondisi	0
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Process terhadap Motion membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Motion yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Kualitas dan produktivitas	1
	Seberapa besar dampak Process terhadap Motion untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
P_W	Apakah Process memproduksi Waiting ?	Selalu	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Process dan Waiting?	Saat Process meningkat, Waiting meningkat	0
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process	Muncul secara langsung dan jelas	0
	Eliminasi dampak Process terhadap Waiting membutuhkan metode	Metode teknik	1
	Dampak Waiting yang disebabkan oleh Process berdampak pada	Produktivitas	4
	Seberapa besar dampak Process terhadap Waiting untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	0
W_I	Apakah Waiting memproduksi Inventory?	Kadang-kadang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Inventory?	Saat Waiting meningkat, Inventory konstan	0
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Inventory membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Inventory yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Produktivitas	2
	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Inventory untuk meningkatkan lead time	Sedang	0
W_D	Apakah Waiting memproduksi Defect?	Jarang	0
	Bagaimana jenis hubungan antara Waiting dan Defect?	Saat Waiting meningkat, Defect konstan	0
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting	Butuh waktu untuk muncul	0
	Eliminasi dampak Waiting terhadap Defect membutuhkan metode	Mudah dan langsung	1
	Dampak Defect yang disebabkan oleh Waiting berdampak pada	Kualitas produk	1
	Seberapa besar dampak Waiting terhadap Defect untuk meningkatkan lead time	Sangat tinggi	0

Lampiran 7 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Pertama

Hubungan	Responden 4	Simbol
I_D	3	X
I_M	10	I
I_T	12	I
D_I	15	E
D_M	19	A
D_T	14	E
D_W	17	A
M_I	17	A
M_D	14	E
M_P	15	E
M_W	16	E
T_I	19	A
T_D	8	U
T_M	9	I
T_W	14	E
P_I	6	U
P_M	8	U
P_W	17	A
W_I	11	I
W_D	6	U

Lampiran 8 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Kedua

Hubungan	Responden 4	Simbol
I_D	7	U
I_M	9	I
I_T	12	I
D_I	13	E
D_M	15	E
D_T	11	I
D_W	15	E
M_I	11	I
M_D	10	I
M_P	13	E
M_W	11	I
T_I	6	U
T_D	6	U
T_M	8	U
T_W	11	I

Hubungan	Responden 4	Simbol
P_I	9	I
P_M	8	U
P_W	11	I
W_I	8	U
W_D	8	U

Lampiran 9 Konversi Skor Hubungan ke Simbol WRM Responden Ketiga

Hubungan	Responden 4	Simbol
I_D	3	X
I_M	6	U
I_T	6	U
D_I	5	U
D_M	10	I
D_T	11	I
D_W	13	E
M_I	5	U
M_D	2	X
M_P	14	E
M_W	14	E
T_I	7	U
T_D	5	U
T_M	4	X
T_W	7	U
P_I	5	U
P_M	2	X
P_W	5	U
W_I	3	X
W_D	2	X

Lampiran 10 Matriks WRM Responden Pertama

F/T	I	D	M	T	P	W	Nilai	Persentase	Peringkat
I		0	6	6	0	0	22	11,58%	5
D	8		10	8	0	10	46	24,21%	1
M	10	8		0	8	8	44	23,16%	2
T	10	2	6		0	8	36	18,95%	3
P	2	0	2	0		10	24	12,63%	4
W	6	2	0	0	0		18	9,47%	6
Nilai	46	22	34	24	18	46	190		
Persentase	24,21%	11,58%	17,89%	12,63%	9,47%	24,21%			

Peringkat	1	5	3	4	6	2	
-----------	---	---	---	---	---	---	--

Lampiran 11 Matriks WRM Responden Kedua

F/T	I	D	M	T	P	W	Nilai	Persentase	Peringkat
I		2	6	6	0	0	24	12,63%	3
D	8		8	6	0	8	40	21,05%	1
M	6	6		0	8	6	36	18,95%	2
T	2	2	2		0	6	22	11,58%	4
P	6	0	2	0		6	24	12,63%	3
W	2	2	0	0	0		14	7,37%	5
Nilai	34	22	28	22	18	36	160		

Lampiran 12 Matriks WRM Responden Ketiga

F/T	I	D	M	T	P	W	Nilai	Persentase	Peringkat
I		0	2	2	0	0	14	7,37%	4
D	2		6	6	0	8	32	16,84%	1
M	2	0		0	8	8	28	14,74%	2
T	2	2	0		0	2	16	8,42%	3
P	2	0	0	0		2	14	7,37%	4
W	0	0	0	0	0		10	5,26%	5
Nilai	18	12	18	18	18	30	114		

Lampiran 13 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Pertama

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
Man	<i>To Motion</i>	1	6	10	10	6	2	0
	<i>From Defect</i>	2	8	10	10	8	0	10
	<i>From Defect</i>	3	8	10	10	8	0	10
	<i>From Defect</i>	4	8	10	10	8	0	10
	<i>From Defect</i>	5	8	10	10	8	0	10
Material	<i>From Defect</i>	6	8	10	10	8	0	10
	<i>To Waiting</i>	7	0	10	8	8	10	10
	<i>From Motion</i>	8	10	8	10	0	8	8
	<i>From Defect</i>	9	8	10	10	8	0	10
	<i>From Inventory</i>	10	10	0	6	6	0	0
	<i>From Defect</i>	11	8	10	10	8	0	10
	<i>From Waiting</i>	12	6	2	0	0	0	10
	<i>To Transportation</i>	13	6	8	0	10	0	0
	<i>To Transportation</i>	14	6	8	0	10	0	0
	<i>From Waiting</i>	15	6	2	0	0	0	10
	<i>From Defect</i>	16	8	10	10	8	0	10

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
	<i>From Motion</i>	17	10	8	10	0	8	8
	<i>From Inventory</i>	18	10	0	6	6	0	0
	<i>From Waiting</i>	19	6	2	0	0	0	10
	<i>From Process</i>	20	2	0	2	0	10	10
Machine	<i>To Waiting</i>	21	0	10	8	8	10	10
	<i>From Process</i>	22	2	0	2	0	10	10
	<i>From Waiting</i>	23	6	2	0	0	0	10
	<i>From Waiting</i>	24	6	2	0	0	0	10
	<i>To Motion</i>	25	6	10	10	6	2	0
Method	<i>To Transportation</i>	26	6	8	0	10	0	0
	<i>To Motion</i>	27	6	10	10	6	2	0
	<i>From Inventory</i>	28	10	0	6	6	0	0
	<i>From Motion</i>	29	10	8	10	0	8	8
	<i>From Defect</i>	30	8	10	10	8	0	10
	<i>From Process</i>	31	2	0	2	0	10	10
	<i>To Waiting</i>	32	0	10	8	8	10	10
	<i>From Process</i>	33	2	0	2	0	10	10
	<i>To Inventory</i>	34	10	8	10	10	2	6
	<i>From Motion</i>	35	10	8	10	0	8	8
	<i>From Motion</i>	36	10	8	10	0	8	8
	<i>From Motion</i>	37	10	8	10	0	8	8
	<i>From Process</i>	38	2	0	2	0	10	10
Skor			248	240	242	172	136	274

Lampiran 14 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Awal Responden Pertama

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
Man	<i>To Motion</i>	1	3	2,00	3,33	3,33	2,00	0,67	0,00
	<i>From Defect</i>	2	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	<i>From Defect</i>	3	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	<i>From Defect</i>	4	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	<i>From Defect</i>	5	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
Material	<i>From Defect</i>	6	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	<i>To Waiting</i>	7	1	0,00	10,00	8,00	8,00	10,00	10,00
	<i>From Motion</i>	8	9	1,11	0,89	1,11	0,00	0,89	0,89
	<i>From Defect</i>	9	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	<i>From Inventory</i>	10	9	1,11	0,00	0,67	0,67	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	11	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	<i>From Waiting</i>	12	6	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Transportation</i>	13	1	6,00	8,00	0,00	10,00	0,00	0,00

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W i,k	W d,k	W m,k	W t,k	W p,k	W w,k
	To Transportation	14	1	6,00	8,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	From Waiting	15	6	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	From Defect	16	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	From Motion	17	9	1,11	0,89	1,11	0,00	0,89	0,89
	From Inventory	18	9	1,11	0,00	0,67	0,67	0,00	0,00
	From Waiting	19	6	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	From Process	20	6	0,33	0,00	0,33	0,00	1,67	1,67
Machine	To Waiting	21	1	0,00	10,00	8,00	8,00	10,00	10,00
	From Process	22	6	0,33	0,00	0,33	0,00	1,67	1,67
	From Waiting	23	6	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	From Waiting	24	6	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	To Motion	25	3	2,00	3,33	3,33	2,00	0,67	0,00
Method	To Transportation	26	1	6,00	8,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	To Motion	27	3	2,00	3,33	3,33	2,00	0,67	0,00
	From Inventory	28	9	1,11	0,00	0,67	0,67	0,00	0,00
	From Motion	29	9	1,11	0,89	1,11	0,00	0,89	0,89
	From Defect	30	9	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	From Process	31	6	0,33	0,00	0,33	0,00	1,67	1,67
	To Waiting	32	1	0,00	10,00	8,00	8,00	10,00	10,00
	From Process	33	6	0,33	0,00	0,33	0,00	1,67	1,67
	To Inventory	34	6	1,67	1,33	1,67	1,67	0,33	1,00
	From Motion	35	9	1,11	0,89	1,11	0,00	0,89	0,89
	From Motion	36	9	1,11	0,89	1,11	0,00	0,89	0,89
	From Motion	37	9	1,11	0,89	1,11	0,00	0,89	0,89
From Process	38	6	0,33	0,00	0,33	0,00	1,67	1,67	
Skor (Sj)				50,33	82,33	56,00	71,67	46,00	63,00
Frekuensi (Fj)				35,00	30,00	30,00	22,00	18,00	29,00

Lampiran 15 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Final Responden Pertama

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W i,1	W d,2	W m,3	W t,4	W p,5	W w,6
Man	To Motion	1	0,5	1,00	1,67	1,67	1,00	0,33	0,00
	From Defect	2	0,5	0,44	0,56	0,56	0,44	0,00	0,56
	From Defect	3	1	0,44	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	From Defect	4	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Defect	5	1	0,44	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11
	From Defect	6	1	0,89	1,11	1,11	0,89	0,00	1,11

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W i,1	W d,2	W m,3	W t,4	W p,5	W w,6
<i>Material</i>	To Waiting	7	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Motion	8	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Defect	9	0	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Inventory	10	1	1,11	0,00	0,67	0,67	0,00	0,00
	From Defect	11	0,5	0,44	0,56	0,56	0,44	0,00	0,56
	From Waiting	12	1	1,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	To Transportation	13	0	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	To Transportation	14	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Waiting	15	0	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Defect	16	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Motion	17	0	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Inventory	18	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Waiting	19	0,5	0,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	From Process	20	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Machin</i>	To Waiting	21	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Process	22	0,5	0,17	0,00	0,17	0,00	0,83	0,83
	From Waiting	23	0,5	0,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	From Waiting	24	0,5	0,50	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	To Motion	25	1	1,00	3,33	3,33	2,00	0,67	0,00
<i>Method</i>	To Transportation	26	0,5	3,00	4,00	0,00	5,00	0,00	0,00
	To Motion	27	0,5	1,00	1,67	1,67	1,00	0,33	0,00
	From Inventory	28	0,5	0,56	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00
	From Motion	29	0	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Defect	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Process	31	0	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	To Waiting	32	1	0,00	10,00	8,00	8,00	10,00	10,00
	From Process	33	0	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	To Inventory	34	0,5	0,83	0,67	0,83	0,83	0,17	0,50
	From Motion	35	1	0,56	0,89	1,11	0,00	0,89	0,89
	From Motion	36	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Motion	37	0	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	From Process	38	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Skor (sj)				20,33	27,5	22,222	22,388	13,222	20,833
Frekuensi (fj)				26	16	14	13	7	13
Peringkat Waste (Yj)				0,3000	0,1781	0,1851	0,1846	0,1117	0,1482
				95	38	85	02	82	39

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W _{i,1}	W _{d,2}	W _{m,3}	W _{t,4}	W _{p,5}	W _{w,6}
Probabilitas pengaruh antar waste (Pj)				280,33	280,33	414,40	239,34	119,67	229,36
Peringkat Waste Final (Yj)				84,126 24	49,937 76	76,741 56	44,181 71	13,376 69	34,000 61

Lampiran 16 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Kedua

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
Man	<i>To Motion</i>	1	6	8	10	2	2	0
	<i>From Defect</i>	2	8	10	8	6	0	8
	<i>From Defect</i>	3	8	10	8	6	0	8
	<i>From Defect</i>	4	8	10	8	6	0	8
	<i>From Defect</i>	5	8	10	8	6	0	8
Material	<i>From Defect</i>	6	8	10	8	6	0	8
	<i>To Waiting</i>	7	0	8	6	6	6	10
	<i>From Motion</i>	8	6	6	10	0	8	6
	<i>From Defect</i>	9	8	10	8	6	0	8
	<i>From Inventory</i>	10	10	2	6	6	0	0
	<i>From Defect</i>	11	8	10	8	6	0	8
	<i>From Waiting</i>	12	2	2	0	0	0	10
	<i>To Transportation</i>	13	6	6	0	10	0	0
	<i>To Transportation</i>	14	6	6	0	10	0	0
	<i>From Waiting</i>	15	2	2	0	0	0	10
	<i>From Defect</i>	16	8	10	8	6	0	8
	<i>From Motion</i>	17	6	6	10	0	8	6
	<i>From Inventory</i>	18	10	2	6	6	0	0
	<i>From Waiting</i>	19	2	2	0	0	0	10
	<i>From Process</i>	20	6	0	2	0	10	6
Machine	<i>To Waiting</i>	21	0	8	6	6	6	10
	<i>From Process</i>	22	6	0	2	0	10	6
	<i>From Waiting</i>	23	2	2	0	0	0	10
	<i>From Waiting</i>	24	2	2	0	0	0	10
	<i>To Motion</i>	25	6	8	10	2	2	0
Method	<i>To Transportation</i>	26	6	6	0	10	0	0
	<i>To Motion</i>	27	6	8	10	2	2	0
	<i>From Inventory</i>	28	10	2	6	6	0	0
	<i>From Motion</i>	29	6	6	10	0	8	6
	<i>From Defect</i>	30	8	10	8	6	0	8
	<i>From Process</i>	31	6	0	2	0	10	6
	<i>To Waiting</i>	32	0	8	6	6	6	10

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
	<i>From Process</i>	33	6	0	2	0	10	6
	<i>To Inventory</i>	34	6	6	0	10	0	0
	<i>From Motion</i>	35	6	6	10	0	8	6
	<i>From Motion</i>	36	6	6	10	0	8	6
	<i>From Motion</i>	37	6	6	10	0	8	6
	<i>From Process</i>	38	6	0	2	0	10	6
Skor			220	214	208	136	122	218

Lampiran 17 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Awal Responden Kedua

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
Man	<i>To Motion</i>	1	3	2,00	2,67	3,33	0,67	0,67	0,00
	<i>From Defect</i>	2	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	3	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	4	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	5	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
Material	<i>From Defect</i>	6	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>To Waiting</i>	7	1	0,00	8,00	6,00	6,00	6,00	10,00
	<i>From Motion</i>	8	9	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Defect</i>	9	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Inventory</i>	10	9	1,11	0,22	0,67	0,67	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	11	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Waiting</i>	12	6	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Transportation</i>	13	1	6,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Transportation</i>	14	1	6,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	15	6	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Defect</i>	16	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Motion</i>	17	9	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Inventory</i>	18	9	1,11	0,22	0,67	0,67	0,00	0,00
<i>From Waiting</i>	19	6	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	
<i>From Process</i>	20	6	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00	
Machine	<i>To Waiting</i>	21	1	0,00	8,00	6,00	6,00	6,00	10,00
	<i>From Process</i>	22	6	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00
	<i>From Waiting</i>	23	6	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Waiting</i>	24	6	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Motion</i>	25	3	2,00	2,67	3,33	0,67	0,67	0,00
Method	<i>To Transportation</i>	26	1	6,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Motion</i>	27	3	2,00	2,67	3,33	0,67	0,67	0,00
	<i>From Inventory</i>	28	9	1,11	0,22	0,67	0,67	0,00	0,00

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
	<i>From Motion</i>	29	9	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Defect</i>	30	9	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Process</i>	31	6	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00
	<i>To Waiting</i>	32	1	0,00	8,00	6,00	6,00	6,00	10,00
	<i>From Process</i>	33	6	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00
	<i>To Inventory</i>	34	6	1,00	1,00	0,00	1,67	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	35	9	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Motion</i>	36	9	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Motion</i>	37	9	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Process</i>	38	6	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00
Skor (Sj)				47,00	67,33	46,33	59,67	33,67	55,33
Frekuensi (Fj)				35,00	33,00	29,00	22,00	17,00	28,00

Lampiran 18 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Final Responden Kedua

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W _{i,1}	W _{d,2}	W _{m,3}	W _{t,4}	W _{p,5}	W _{w,6}
<i>Man</i>	<i>To Motion</i>	1	0,5	1,00	1,33	1,67	0,33	0,33	0,00
	<i>From Defect</i>	2	1	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	3	1	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	4	1	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	5	1	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
<i>Material</i>	<i>From Defect</i>	6	1	0,89	1,11	0,89	0,67	0,00	0,89
	<i>To Waiting</i>	7	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	8	0,5	0,33	0,33	0,56	0,00	0,44	0,33
	<i>From Defect</i>	9	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Inventory</i>	10	0,5	0,56	0,11	0,33	0,33	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	11	0,5	0,44	0,56	0,44	0,33	0,00	0,44
	<i>From Waiting</i>	12	0,5	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	<i>To Transportation</i>	13	1	6,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Transportation</i>	14	1	6,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	15	0,5	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	<i>From Defect</i>	16	0,5	0,44	0,56	0,44	0,33	0,00	0,44
	<i>From Motion</i>	17	1	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Inventory</i>	18	1	1,11	0,22	0,67	0,67	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	19	0,5	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	<i>From Process</i>	20	1	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W _{i,1}	W _{d,2}	W _{m,3}	W _{t,4}	W _{p,5}	W _{w,6}
<i>Machine</i>	<i>To Waiting</i>	21	1	0,00	8,00	6,00	6,00	6,00	10,00
	<i>From Process</i>	22	1	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00
	<i>From Waiting</i>	23	0,5	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	<i>From Waiting</i>	24	0,5	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83
	<i>To Motion</i>	25	0,5	1,00	1,33	1,67	0,33	0,33	0,00
<i>Method</i>	<i>To Transportation</i>	26	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>To Motion</i>	27	0,5	1,00	1,33	1,67	0,33	0,33	0,00
	<i>From Inventory</i>	28	1	1,11	0,22	0,67	0,67	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	29	0,5	0,33	0,33	0,56	0,00	0,44	0,33
	<i>From Defect</i>	30	0,5	0,44	0,56	0,44	0,33	0,00	0,44
	<i>From Process</i>	31	0,5	0,50	0,00	0,17	0,00	0,83	0,50
	<i>To Waiting</i>	32	1	0,00	8,00	6,00	6,00	6,00	10,00
	<i>From Process</i>	33	1	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00
	<i>To Inventory</i>	34	1	1,00	1,00	0,00	1,67	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	35	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	36	1	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Motion</i>	37	1	0,67	0,67	1,11	0,00	0,89	0,67
	<i>From Process</i>	38	1	1,00	0,00	0,33	0,00	1,67	1,00
Skor (sj)				32,555	44,277	30,388	40,666	24,055	37,111
				56	78	89	67	56	11
Frekuensi (fj)				32	29	26	19	15	25
Peringkat Waste (Yj)				0,6333	0,5778	0,5880	0,5886	0,6304	0,5988
					83	26	24	6	24
Probabilitas pengaruh antar waste (Pj)				226,04	243,77	279,22	134,07	119,67	139,61
Peringkat Waste Final (Yj)				143,15	140,87	164,19	78,92	75,45	83,60

Lampiran 19 Tabel Skor WRM Untuk Pertanyaan WAQ Responden Ketiga

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
<i>Man</i>	<i>To Motion</i>	1	2	6	10	0	0	0
	<i>From Defect</i>	2	2	10	6	6	0	8
	<i>From Defect</i>	3	2	10	6	6	0	8
	<i>From Defect</i>	4	2	10	6	6	0	8
	<i>From Defect</i>	5	2	10	6	6	0	8
<i>Material</i>	<i>From Defect</i>	6	2	10	6	6	0	8
	<i>To Waiting</i>	7	0	8	8	2	2	10
	<i>From Motion</i>	8	2	0	10	0	8	8
	<i>From Defect</i>	9	2	10	6	6	0	8
	<i>From Inventory</i>	10	10	0	2	2	0	0

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan	I	D	M	T	P	W
	<i>From Defect</i>	11	2	10	6	6	0	8
	<i>From Waiting</i>	12	0	0	0	0	0	10
	<i>To Transportation</i>	13	2	6	0	10	0	0
	<i>To Transportation</i>	14	2	6	0	10	0	0
	<i>From Waiting</i>	15	0	0	0	0	0	10
	<i>From Defect</i>	16	2	10	6	6	0	8
	<i>From Motion</i>	17	2	0	10	0	8	8
	<i>From Inventory</i>	18	10	0	2	2	0	0
	<i>From Waiting</i>	19	0	0	0	0	0	10
	<i>From Process</i>	20	2	0	0	0	10	2
Machine	<i>To Waiting</i>	21	0	8	8	2	2	10
	<i>From Process</i>	22	2	0	0	0	10	2
	<i>From Waiting</i>	23	0	0	0	0	0	10
	<i>From Waiting</i>	24	0	0	0	0	0	10
	<i>To Motion</i>	25	2	6	10	0	0	0
Method	<i>To Transportation</i>	26	2	6	0	10	0	0
	<i>To Motion</i>	27	2	6	10	0	0	0
	<i>From Inventory</i>	28	10	0	2	2	0	0
	<i>From Motion</i>	29	2	0	10	0	8	8
	<i>From Defect</i>	30	2	10	6	6	0	8
	<i>From Process</i>	31	2	0	0	0	10	2
	<i>To Waiting</i>	32	0	8	8	2	2	10
	<i>From Process</i>	33	2	0	0	0	10	2
	<i>To Inventory</i>	34	10	2	2	2	2	0
	<i>From Motion</i>	35	2	0	10	0	8	8
	<i>From Motion</i>	36	2	0	10	0	8	8
	<i>From Motion</i>	37	2	0	10	0	8	8
	<i>From Process</i>	38	2	0	0	0	10	2
Skor			92	152	176	98	106	210

Lampiran 20 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Awal Responden Ketiga

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
Man	<i>To Motion</i>	1	3	0,67	2,00	3,33	0,00	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	2	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	3	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	4	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	5	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
Material	<i>From Defect</i>	6	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>To Waiting</i>	7	1	0,00	8,00	8,00	2,00	2,00	10,00
	<i>From Motion</i>	8	9	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Jumlah Pertanyaan (Ni)	W _{i,k}	W _{d,k}	W _{m,k}	W _{t,k}	W _{p,k}	W _{w,k}
	<i>From Defect</i>	9	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Inventory</i>	10	9	1,11	0,00	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	11	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Waiting</i>	12	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Transportation</i>	13	1	2,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Transportation</i>	14	1	2,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	15	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Defect</i>	16	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Motion</i>	17	9	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89
	<i>From Inventory</i>	18	9	1,11	0,00	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	19	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Process</i>	20	6	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33
Machine	<i>To Waiting</i>	21	1	0,00	8,00	8,00	2,00	2,00	10,00
	<i>From Process</i>	22	6	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33
	<i>From Waiting</i>	23	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Waiting</i>	24	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Motion</i>	25	3	0,67	2,00	3,33	0,00	0,00	0,00
Method	<i>To Transportation</i>	26	1	2,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Motion</i>	27	3	0,67	2,00	3,33	0,00	0,00	0,00
	<i>From Inventory</i>	28	9	1,11	0,00	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	29	9	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89
	<i>From Defect</i>	30	9	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Process</i>	31	6	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33
	<i>To Waiting</i>	32	1	0,00	8,00	8,00	2,00	2,00	10,00
	<i>From Process</i>	33	6	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33
	<i>To Inventory</i>	34	6	1,67	0,33	0,33	0,33	0,33	0,00
	<i>From Motion</i>	35	9	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89
	<i>From Motion</i>	36	9	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89
	<i>From Motion</i>	37	9	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89
<i>From Process</i>	38	6	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33	
Skor (Sj)				18,00	58,33	47,67	43,00	20,00	53,33
Frekuensi (Fj)				30,00	19,00	25,00	19,00	15,00	28,00

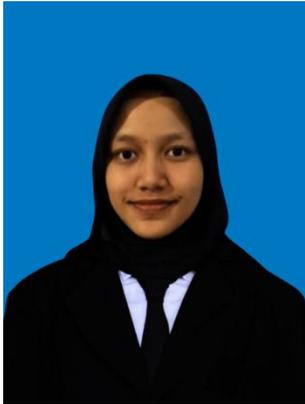
Lampiran 21 Perhitungan Skor dan Frekuensi Waste Final Responden Ketiga

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W _{i,1}	W _{d,2}	W _{m,3}	W _{t,4}	W _{p,5}	W _{w,6}
Man	<i>To Motion</i>	1	1	0,67	2,00	3,33	0,00	0,00	0,00

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W _{i,1}	W _{d,2}	W _{m,3}	W _{t,4}	W _{p,5}	W _{w,6}
	<i>From Defect</i>	2	1	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	3	1	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	4	1	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Defect</i>	5	1	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
Material	<i>From Defect</i>	6	1	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>To Waiting</i>	7	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	8	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	9	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Inventory</i>	10	0,5	0,56	0,00	0,11	0,11	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	11	0,5	0,11	0,56	0,33	0,33	0,00	0,44
	<i>From Waiting</i>	12	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Transportation</i>	13	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>To Transportation</i>	14	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	15	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Defect</i>	16	1	0,22	1,11	0,67	0,67	0,00	0,89
	<i>From Motion</i>	17	1	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89
	<i>From Inventory</i>	18	1	1,11	0,00	0,22	0,22	0,00	0,00
	<i>From Waiting</i>	19	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
<i>From Process</i>	20	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Machine	<i>To Waiting</i>	21	1	0,00	8,00	8,00	2,00	2,00	10,00
	<i>From Process</i>	22	0,5	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83	0,17
	<i>From Waiting</i>	23	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>From Waiting</i>	24	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
	<i>To Motion</i>	25	0,5	0,33	1,00	1,67	0,00	0,00	0,00
Method	<i>To Transportation</i>	26	1	2,00	6,00	0,00	10,00	0,00	0,00
	<i>To Motion</i>	27	0,5	0,33	1,00	1,67	0,00	0,00	0,00
	<i>From Inventory</i>	28	0,5	0,56	0,00	0,11	0,11	0,00	0,00
	<i>From Motion</i>	29	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Defect</i>	30	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>From Process</i>	31	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>To Waiting</i>	32	1	0,00	8,00	8,00	2,00	2,00	10,00
	<i>From Process</i>	33	1	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33
	<i>To Inventory</i>	34	0,5	0,83	0,17	0,17	0,17	0,17	0,00
	<i>From Motion</i>	35	0,5	0,11	0,00	0,56	0,00	0,44	0,44
	<i>From Motion</i>	36	1	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89
	<i>From Motion</i>	37	1	0,22	0,00	1,11	0,00	0,89	0,89

Kategori	Jenis Pertanyaan	Nomor Pertanyaan (K)	Bobot Pertanyaan	W _{i,1}	W _{d,2}	W _{m,3}	W _{t,4}	W _{p,5}	W _{w,6}
	<i>From Process</i>	38	1	0,33	0,00	0,00	0,00	1,67	0,33
Skor (sj)				9,4444 44	33,388 89	31,5	18,944 44	11,444 44	38,055 56
Frekuensi (fj)				22	14	20	14	10	21
Peringkat Waste (Yj)				0,3847 74	0,4217 54	0,5286 71	0,3246 29	0,3814 81	0,5351 56
Probabilitas pengaruh antar waste (Pj)				69,81	106,37	139,61	79,78	69,81	83,10
Peringkat Waste Final (Yj)				26,86	44,86	73,81	25,90	26,63	44,47

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jakarta, 11 Januari 2003, merupakan anak kedua dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu di TK Restu 1 Malang, MIN 1 Kota Malang, Thursina IIBS Malang, dan MAN 2 Kota Malang. Setelah lulus dari MAN 2 Kota Malang pada tahun 2020, Penulis mengikuti SBMPTN dan diterima di Departemen Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2020 dengan NRP 5010201163.

Selama masa perkuliahan di Departemen Teknik Sistem dan Industri, Penulis sempat aktif di organisasi departemen, yaitu Senat Mahasiswa Teknik Industri. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan dan *volunteer*, seperti AISC 2022, Forum Daerah IMARAYA untuk Ini Lho ITS!, Panitia Pemilihan Umum Ketua Himpunan HMTI ITS, dan lain-lain. Penulis memiliki pengalaman internasionalisasi, yaitu terpilih menjadi *trainee* dalam program Erasmus+ *Traineeship* pada *Industry 4.0 Application and Research Center*, Istanbul Aydin University. Penulis juga aktif mengikuti magang di beberapa tempat, seperti di PT PLN Nusantara Power Services pada divisi Perencana Pengadaan dan PT Astra Honda Motor pada divisi *Quality Control Operations*.