



TUGAS AKHIR – TI 141501

IDENTIFIKASI WASTE DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT MODEL DALAM PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK PERBAIKAN PROSES PRODUKSI (STUDI KASUS PADA PROSES PRODUKSI SARUNG TANGAN)

REZA ALFIANSYAH
NRP 0241144000009

DOSEN PEMBIMBING:

Nani Kurniati, S.T, M.T, Ph.D

NIP. 19750408 199802 2001

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT – TI 141501

**WASTE IDENTIFICATION WITH WASTE ASSESSMENT
MODEL FOR IMPLEMENTING LEAN MANUFACTURING
TO IMPROVE PRODUCTION PROCESS
(CASE STUDY ON GLOVE PRODUCTION PROCESS)**

REZA ALFIANSYAH
NRP 0241144000009

SUPERVISOR:

Nani Kurniati, S.T, M.T, Ph.D

NIP. 19750408 199802 2001

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI WASTE DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT
MODEL DALAM PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK
PERBAIKAN PROSES PRODUKSI
(STUDI KASUS PADA PROSES PRODUKSI SARUNG TANGAN)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

REZA ALFIANSYAH

NRP. 0241144000009

Mengetahui dan Menyetujui,

Pembimbing Tugas Akhir



Nani Kurniati, S.T, M.T, Ph.D

NIP. 19750408 199802 2001

Surabaya, Januari 2018

**IDENTIFIKASI WASTE DENGAN METODE WASTE
ASSESSMENT MODEL DALAM PENERAPAN LEAN
MANUFACTURING UNTUK PERBAIKAN PROSES
PRODUKSI
(STUDI KASUS PADA PROSES PRODUKSI SARUNG
TANGAN)**

Nama : Reza Alfiansyah
NRP : 02411440000009
Jurusan : Teknik Industri – ITS
Pembimbing : Nani Kurniati, S.T, M.T, Ph.D

ABSTRAK

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang manufaktur sarung tangan rajut. Sarung tangan rajut merupakan sarung tangan yang digunakan sebagai Alat Pelindung Diri (APD) pada industri perkebunan, perikanan maupun kegiatan konstruksi. Dalam proses produksinya, masih ditemukan berbagai indikasi *waste* yang menyebabkan menurunnya efisiensi dan efektivitas proses produksi. Salah satu permasalahan terbesar adalah *defect* dengan presentase *defect* BS diatas 4.6% dan *defect* afkir sebesar 1.813%. Selain itu, ditemukan berbagai indikasi *waste* terkait *waste waiting*, *transportation* dan berbagai *waste* lainnya. Adanya berbagai *waste* tersebut menyebabkan munculnya *potential profit loss* yang hilang bagi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeliminasi *waste* pada proses produksi sarung tangan di PT. X dengan implementasi metode *lean manufacturing*. Langkah awal penelitian dilakukan dengan identifikasi proses produksi dan *waste* menggunakan *Operation Process Chart* (OPC), *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Waste Assessment Model* (WAM). Berdasarkan WAM, diketahui 3 *waste* kritis yaitu *defect*, *waiting* dan *transportation*. Selanjutnya dilakukan analisis akar masalah dengan *Root Cause Analysis* (RCA) *5Why's* dan mencari nilai risiko kegagalan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). FMEA dikategorikan kritis ketika nilai RPN ≥ 240 untuk kemudian dilakukan analisis perancangan rekomendasi perbaikan. Terdapat 3 alternatif perbaikan yaitu pengurangan *defect* proses produksi, perbaikan sistem serta perbaikan sistem manajemen dan produksi. Pemilihan alternatif dilakukan dengan menggunakan *value management*. Berdasarkan *value management*, didapatkan kombinasi alternatif perbaikan terbaik adalah alternatif 1 dan 2.

Kata Kunci: *5 Why's*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Lean Manufacturing*, *Value Management*, *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM).

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

**WASTE IDENTIFICATION WITH WASTE ASSESSMENT
MODEL FOR IMPLEMENTING LEAN MANUFACTURING
TO IMPROVE PRODUCTION PROCESS
(CASE STUDY ON GLOVE PRODUCTION PROCESS)**

Name : Reza Alfiansyah
NRP : 02411440000009
Department : Industrial Engineering – ITS
Supervisor : Nani Kurniati, S.T, M.T, Ph.D

ABSTRACT

PT. X is one of the company that works in the field of knit gloves manufacturing. Knit glove is applied as safety equipment and many are used in plantation industry, fishery as well as construction activities. There could still be found many indications of waste that result in the reduction of efficiency and effectivity of the production process. One of the major problem is defect with the percentage of BS defect above 4.6% and rejected defect as much as 1.813%. Furthermore, it is also found the waste indication of waiting, transportation and various other wastes. Due to the presence of these wastes, there are chances of potential profit loss from the company. This research has the objective to eliminate the wastes on the production process of knit glove in PT. X by implementing lean manufacturing method. The first step of this research is done by identifying the production process and waste using Operation Process Chart (OPC), Value Stream Mapping (VSM) and Waste Assessment Model (WAM). Based on the WAM result, it can be known the three most critical waste, i.e. defect, waiting and transportation. Then, analysis is done on the root of the problem by applying Root Cause Analysis (RCA), 5 Why's and searching the failure risk score using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The score is categorized as critical when the value of RPN ≥ 240 and further analysis is done to design the recommendation of improvement. There are 3 alternatives of improvement i.e. the reduction of production process defects, refinement of the maintenance system and refinement in production and management system. Then, it calculate with value management to choose best alternative. The best combination of alternatives of improvement are alternative 1 and 2.

Key Word: 5 Why's, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Lean Manufacturing, Value Management, Value Stream Mapping (VSM), Waste Assessment Model (WAM).

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan lancar dan tepat pada waktunya. Shalawat serta salam juga senantiasa penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses pengerjaan laporan, banyak hambatan yang penulis alami. Bantuan, saran dan dukungan motivasi dari berbagai pihak sangat membantu dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini, yaitu:

1. Allah SWT yang senantiasa melindungi dan memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Nani Kurniati, S.T, M.T, Ph.D selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, arahan, nasihat dan motivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Mulya Adi Kredo dan Bapak Galih Prayogi yang telah memberikan kesempatan, bantuan dan bimbingan dalam proses pengambilan data di perusahaan.
4. Ibu Dewanti Anggrahini, S.T, M.T, Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc., Bapak Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc, Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah banyak memberi saran dan masukan untuk perbaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T, M.S.I.E., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Industri.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Industri ITS yang telah mendidik dan mengajarkan berbagai ilmu selama masa perkuliahan.
7. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi yang sangat luar biasa pada penulis.
8. Semua pihak yang terlibat yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mohon kritik dan saran pembaca yang dapat membangun dan memperbaiki penulisan selanjutnya.

Surabaya, 27 Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Biaya Kualitas	11
2.2 <i>Lean Manufacturing</i>	13
2.3 Klasifikasi <i>Waste</i>	14
2.4 <i>Operation Process Chart (OPC)</i>	17
2.5 <i>Root Cause Analysis</i>	18
2.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	19
2.7 <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	20
2.8 <i>Waste Assessment Model</i>	22
2.8.1 <i>Seven Waste Relationship</i>	23
2.8.2 <i>Waste Relationship matrix</i>	25
2.8.3 <i>Waste Assessment Questionnaire</i>	26
2.9 <i>Value management</i>	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tahap Pendahuluan	33
3.1.1 Identifikasi Masalah	33

3.1.2	Studi Lapangan	33
3.1.3	Studi Literatur	34
3.1.4	Perumusan Masalah	34
3.1.5	Penentuan Tujuan	35
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	35
3.3	Tahap Analisis dan Interpretasi Data	39
3.4	Tahap Perancangan Usulan Perbaikan.....	40
3.5	Tahap Kesimpulan dan Saran	40
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		41
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	41
4.1.1	Deskripsi Perusahaan.....	41
4.1.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	43
4.2	Identifikasi Proses Produksi Eksisting.....	44
4.2.1	Proses Produksi Eksisting Sarung Tangan	45
4.2.2	<i>Operation Process Chart</i>	49
4.2.3	<i>Value Stream Mapping</i>	50
4.3	Identifikasi <i>Waste</i>	55
4.3.1	Identifikasi <i>Waste</i> di Perusahaan.....	55
4.3.2	Identifikasi <i>Waste</i> Kritis	61
4.3.3	Identifikasi Biaya Kerugian Akibat <i>Waste</i>	71
BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA		76
5.1	Analisis <i>Operation Process Chart</i> dan <i>Value Stream Mapping</i>	77
5.2	Analisis <i>Waste</i> Kritis Berdasarkan Metode <i>Waste Assessment Model</i> ... 78	
5.3	Analisis <i>Waste</i> Kritis dengan <i>Root Cause Analysis</i>	80
5.3.1	<i>Waste</i> Kritis <i>Defect</i>	80
5.3.2	<i>Waste</i> Kritis <i>Waiting</i>	83
5.3.3	<i>Waste</i> Kritis <i>Transportation</i>	85
5.4	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> <i>Waste</i> Kritis.....	87
5.4.1	FMEA <i>Waste</i> Kritis <i>Defect</i>	87
5.4.2	FMEA <i>Waste</i> Kritis <i>Waiting</i>	92
5.4.3	FMEA <i>Waste</i> Kritis <i>Transportation</i>	96
5.5	Perancangan Rekomendasi Perbaikan	100

BAB VI PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN	103
6.1 Pengurangan <i>Defect</i> Proses Produksi	103
6.1.1 Perbaikan Kualitas Bahan Baku	103
6.1.2 Perbaikan Desain <i>Hook</i> pada Mesin <i>Knitting</i>	105
6.2 Perbaikan Sistem <i>Maintenance</i>	106
6.2.1 Pembuatan Kartu dan Form <i>Maintenance</i>	106
6.2.2 Penjadwalan Teknisi untuk <i>Maintenance</i> Mesin	107
6.3 Perbaikan Sistem Manajemen dan Produksi	108
6.3.1 Pembuatan SOP Klasifikasi dan Penanganan Produk Cacat	109
6.3.2 Penerapan 5S pada Perusahaan	110
6.3.3 Perbaikan Fasilitas <i>Material Handling</i> Optimal	112
6.4 Kombinasi Alternatif Perbaikan	113
6.4.1 Kriteria Pemilihan Alternatif.....	113
6.4.2 Performansi Alternatif Perbaikan.....	114
6.4.3 Biaya Alternatif Perbaikan	115
6.5 <i>Value management</i>	117
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	119
7.1 Kesimpulan.....	119
7.2 Saran	121
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	125

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persentase <i>Defect</i> yang Dapat Diperbaiki PT. X	4
Tabel 1.2 Kerugian Akibat <i>Defect</i> yang Dapat Diperbaiki	4
Tabel 2. 1 Kategori Biaya Kualitas	11
Tabel 2.2 Simbol <i>Operation Process Chart</i>	17
Tabel 2.3 Langkah Pembuatan FMEA.....	19
Tabel 2.4 Kuesioner Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	24
Tabel 2.5 Nilai Konversi Keterkaitan Antar <i>Waste</i>	25
Tabel 2.6 Contoh <i>Waste Relationship matrix</i>	25
Tabel 2.7 Contoh <i>Waste Matrix Value</i>	26
Tabel 2.8 Bobot Awal Perhitungan WRM.....	27
Tabel 3.1 Pembagian Pertanyaan terhadap <i>Expert</i> Perusahaan	37
Tabel 4.1 Perbandingan Metode <i>Waste Assessment</i> Model dan Metode Lain.....	61
Tabel 4.2 Pertanyaan dalam <i>Seven Waste Relationship</i>	63
Tabel 4.3 Konversi Nilai <i>Seven Waste Relationship</i>	64
Tabel 4.4 Hasil Kuesioner <i>Seven Waste Relationship</i>	64
Tabel 4.5 Hasil <i>Waste Relationship matrix</i>	65
Tabel 4.6 <i>Waste Matrix Value</i>	65
Tabel 4.7 Jumlah Pertanyaan WAQ.....	66
Tabel 4.8 Nilai Awal Berdasarkan <i>Waste Matrix Value</i>	66
Tabel 4.9 Perhitungan Jumlah Skor (Sj) dan Frekuensi (Fj) Tiap Jenis <i>Waste</i>	67
Tabel 4.10 Hasil Pembobotan <i>Waste Assessment Questionnaire</i>	68
Tabel 4.11 Perhitungan Total Skor (sj) dan Frekuensi (fj) Berdasarkan Bobot WAQ.....	69
Tabel 4.12 Perhitungan Peringkat <i>Waste</i>	70
Tabel 4.13 Persentase Jumlah <i>Defect</i> BS Periode Juni-Agustus 2017	71
Tabel 4.14 Biaya Kerugian Akibat Produk BS	72
Tabel 4.15 Persentase Jumlah <i>Defect</i> Afkir Periode Juni-Agustus 2017.....	72
Tabel 4.16 Biaya Kerugian Akibat Produk Afkir	72
Tabel 4.17 Biaya Kerugian Akibat <i>Defect</i>	73

Tabel 4.18 Biaya Kerugian Akibat Pergantian Jarum Patah	74
Tabel 4.19 Biaya Kerugian Akibat <i>Breakdown</i> Mesin.....	75
Tabel 5.1 5 <i>Why's Defect</i> Kritis <i>Defect</i>	81
Tabel 5.2 5 <i>Why's Defect</i> Kritis <i>Waiting</i>	84
Tabel 5.3 5 <i>Why's Waste</i> Kritis <i>Transportation</i>	86
Tabel 5.4 Kriteria <i>Severity Waste</i> Kritis <i>Defect</i>	87
Tabel 5.5 Kriteria <i>Occurance Waste</i> Kritis <i>Defect</i>	89
Tabel 5.6 Kriteria <i>Detection Waste</i> Kritis <i>Defect</i>	89
Tabel 5.7 FMEA <i>Waste</i> Kritis <i>Defect</i>	91
Tabel 5.8 Kriteria <i>Severity Waste</i> Kritis <i>Waiting</i>	92
Tabel 5.9 Kriteria <i>Occurance Waste</i> Kritis <i>Waiting</i>	92
Tabel 5.10 Kriteria <i>Detection Waste</i> Kritis <i>Waiting</i>	93
Tabel 5.11 FMEA <i>Waste</i> Kritis <i>Waiting</i>	95
Tabel 5.12 Kriteria <i>Severity Waste</i> Kritis <i>Transportation</i>	96
Tabel 5.13 Kriteria <i>Occurance Waste</i> Kritis <i>Transportation</i>	96
Tabel 5.14 Kriteria <i>Detection Waste</i> Kritis <i>Transportation</i>	97
Tabel 5.15 FMEA <i>Waste</i> Kritis <i>Transportation</i>	99
Tabel 5.16 Usulan Rekomendasi Perbaikan	100
Tabel 5.17 Penyusunan Alternatif Perbaikan	101
Tabel 6.1 Data Produksi Sarung Tangan Per <i>Shift</i> Periode Minggu-1 Oktober 2017	108
Tabel 6.2 Kombinasi Alternatif Perbaikan	113
Tabel 6.3 Kriteria Penilaian Alternatif Perbaikan	114
Tabel 6.4 Skor Kombinasi Alternatif Perbaikan	114
Tabel 6.5 Biaya Tenaga Kerja Alternatif 0.....	115
Tabel 6.6 Total Biaya Alternatif 0.....	115
Tabel 6.7 Total Biaya Alternatif 1	116
Tabel 6.8 Total Biaya Alternatif 2.....	116
Tabel 6.9 Total Biaya Perbaikan Alternatif 3	117
Tabel 6.10 <i>Value management</i> Alternatif Perbaikan.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Penjualan Sarung Tangan PT. X.....	2
Gambar 1.2 Persentase Penjualan Produk Sarung Tangan PT. X.....	3
Gambar 2.1 <i>Deming's Chain Reaction</i>	13
Gambar 2.2 <i>Un-Learn(Traditional) Work Activity</i>	15
Gambar 2.3 <i>Icon</i> pada <i>Value Stream Mapping</i>	22
Gambar 2.5 <i>Seven Waste Relationship</i>	23
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	31
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (Lanjutan).....	32
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian (Lanjutan).....	33
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. X	43
Gambar 4.2 Produk Sarung Tangan PT. X. (a) Sarung Tangan Tipe <i>Dotting</i> (b) Sarung Tangan Tipe Biasa (c) Produk Sarung Tangan Siap Jual	45
Gambar 4.3 Area Kerja Proses Rajut	46
Gambar 4.4 Area Kerja Proses Obras	47
Gambar 4.5 Area Kerja Proses <i>Dotting</i>	48
Gambar 4.6 Area Kerja Proses <i>Packaging</i>	48
Gambar 4.7 <i>Operation Process Chart</i> Produksi Sarung Tangan.....	49
Gambar 4.8 <i>Value Stream Mapping</i> Proses Produksi Sarung Tangan.....	54
Gambar 4.9 Contoh Produk <i>Defect Rework</i>	58
Gambar 4.10 Contoh Produk <i>Defect</i> Jari Tangan Menempel	59
Gambar 4.11 Contoh Produk Panjang Sarung Tangan Tidak Standar.....	59
Gambar 4.12 Contoh Produk Cacat Sarung Tangan Berlubang	60
Gambar 4.13 Contoh Produk <i>Dotting</i> Tidak Sesuai	61
Gambar 6.1 Gudang <i>Raw material</i> PT. X.....	103
Gambar 6.2 Cara Kerja <i>Roof Turbine Ventilator</i>	104
Gambar 6.3 Contoh Penggunaan <i>Pallet</i> Pada <i>Raw material</i>	105
Gambar 6.4 Posisi <i>Hook</i> Saat Produksi (a) <i>Hook</i> Saat Turun (b) <i>Hook</i> Saat Naik	105
Gambar 6.5 Langkah Penerapan <i>Seiso</i>	111

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penelitian.

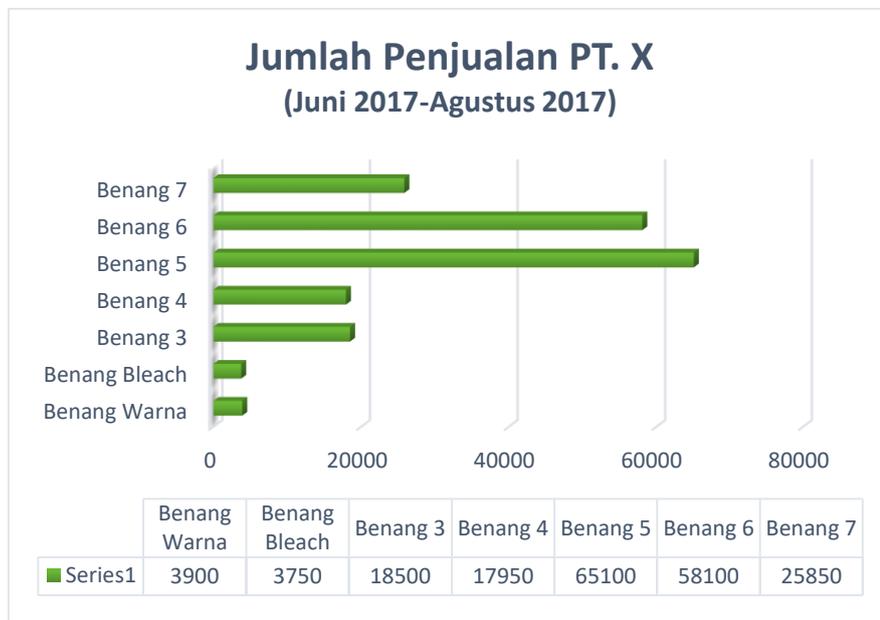
1.1 Latar Belakang

Sarung tangan merupakan salah satu kebutuhan Alat Pelindung Diri (APD) yang banyak digunakan pada berbagai industri maupun kegiatan yang ada di masyarakat. Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan dan jari pekerja atau karyawan dari risiko kecelakaan kerja. Berbagai jenis sarung tangan *safety* diproduksi sesuai dengan kebutuhan setiap industri. Sarung tangan *safety* ini merupakan kebutuhan kontinu dari berbagai sektor industri, sehingga memiliki *demand* yang cukup tinggi. Salah satu jenis sarung tangan *safety* yang banyak digunakan adalah sarung tangan rajut. Sarung tangan rajut ini banyak digunakan oleh industri perkebunan, perikanan, maupun dalam kegiatan konstruksi bangunan. Kegiatan yang dilakukan dalam industri sarung tangan rajut diantaranya adalah pemesanan dan pembelian bahan baku, proses produksi barang, proses *packaging*, proses *quality control* dan proses pengiriman barang.

PT. X merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi sarung tangan rajut yang berlokasi di Kawasan Industri Driyorejo, Gresik, Jawa Timur dan didirikan sejak tahun 1995. PT. X memiliki lebih dari 100 karyawan dan lebih dari 300 mesin rajut (*knitting*) yang berasal dari China dan Jepang. PT. X memiliki empat proses utama dalam lini produksinya, yaitu proses rajut, obras, *dotting* serta *packaging*. Proses rajut merupakan proses awal produksi dengan menggunakan 2 jenis bahan baku utama yaitu benang siet dan benang karet. Proses selanjutnya adalah proses obras, yaitu proses untuk merapikan jahitan pada tepi kain (pergelangan tangan) agar sarung tangan tidak berserabut. Proses selanjutnya adalah proses *dotting*, yaitu proses pemberian bintik (*dot*) pada sarung tangan. Proses terakhir adalah proses *packaging* yang terdiri dari tiga sub tahap, yaitu proses *satter*, *packaging* dan *balling*. Proses *satter* merupakan proses pemisahan

produk setiap 1 lusin sarung tangan, proses *packaging* merupakan proses memasukkan sarung tangan kedalam kemasan, serta proses *bal* merupakan proses memasukkan sarung tangan tersebut kedalam karung.

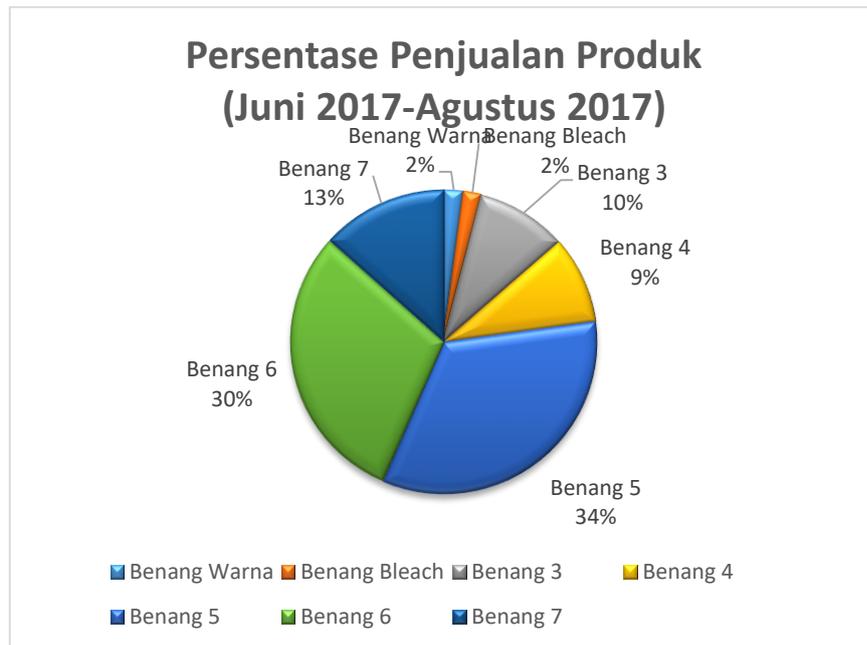
PT. X memiliki beberapa variasi produk yang dibedakan berdasarkan jenis benang dan tipe. Jenis benang pada produk PT. X dibedakan berdasarkan ukuran yaitu benang ukuran 3,4,5,6,7, warna dan *bleach*. Sedangkan jenis tipe dibedakan menjadi tipe biasa dan tipe *dot*. Terdapat perbedaan frekuensi penjualan pada setiap jenis sarung tangan tersebut. Berikut merupakan data penjualan selama 3 bulan terakhir dari bulan Juni 2017-Agustus 2017:



Gambar 1.1 Jumlah Penjualan Sarung Tangan PT. X

(Sumber: Laporan Hasil Penjualan PT. X)

Berdasarkan data pada gambar 1.1, dapat diketahui bahwa produk dengan bahan *material* benang 5 dan benang 6 merupakan produk dengan *demand* paling tinggi dibandingkan dengan bahan *material* lainnya. Pada periode Juni 2017-Agustus 2017, produk benang 5 terjual sebanyak 65.100 lusin sedangkan pada benang jenis 6 terjual sebesar 58.100 lusin.



Gambar 1.2 Persentase Penjualan Produk Sarung Tangan PT. X

(Sumber: Laporan Hasil Penjualan PT. X)

Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa persentase penjualan benang 5 sebesar 34% dan benang 6 sebesar 30%. Persentase produksi tersebut akan mempengaruhi pembelian *material* dari *supplier*. Selain itu, diperlukan pengendalian yang ketat pada produksi jenis tersebut agar dapat menjaga kualitas produk.

Dalam proses produksi sarung tangan pada PT. X, ditemukan beberapa indikasi pemborosan yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Salah satu pemborosan yang terjadi pada proses produksi PT. X adalah banyaknya produk *defect*. PT. X membagi hasil produksi ke dalam 4 kategori, yaitu sarung tangan yang dapat diterima, sarung tangan yang dapat diperbaiki (*rework*), sarung tangan BS serta sarung tangan yang ditolak. Kategori tersebut terbagi berdasarkan *Critical To Quality* produk, yaitu lubang kecil pada sarung tangan, panjang jari sarung tangan yang tidak proporsional, jari tangan sarung tangan menempel, lubang besar pada sarung tangan serta *dotting* yang tidak sesuai posisinya. Sarung tangan yang diterima adalah sarung tangan yang telah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan perusahaan dan telah lolos proses inspeksi. Sedangkan sarung tangan yang dapat diperbaiki (*rework*) merupakan sarung tangan dengan tingkat kecacatan yang rendah pada bagian tertentu dan masih dapat diperbaiki dengan menggunakan

mesin yang ada. Kecacatan yang terjadi pada produk *rework* adalah terdapat lubang kecil yang tidak terjahit dalam mesin rajut. Selain produk *rework*, terdapat produk BS yang berupa panjang sarung tangan yang tidak proporsional serta jari sarung tangan yang menempel. Tingkat produksi produk BS pada perusahaan masih cukup tinggi. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan tingkat produk BS pada produksi sarung tangan di PT. X:

Tabel 1.1 Persentase Defect yang Dapat Diperbaiki PT. X

	Juni-17	Juli-17	Agustus-17
Produksi	43000	73850	76300
Defect	2000	8550	3550
Persentase Defect	4.6512%	11.5775%	4.6527%

Sumber: (Laporan Produksi PT. X)

Berdasarkan data tersebut, nilai produk produk BS dapat dikatakan masih cukup tinggi. Perusahaan telah menetapkan bahwa batas terjadinya produk BS adalah sebesar 4%, namun tingkat produk BS yang diproduksi masih belum dapat memenuhi target tersebut. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses produksi masih belum efisien. Selain itu, efisiensi yang belum baik juga terlihat pada produk BS yang mengakibatkan kerugian finansial bagi perusahaan berupa harga jual produk yang turun. Berikut rekapitulasi total kerugian akibat penurunan kualitas dari produk BS selama 3 bulan penjualan (Juni 2017-Agustus 2017):

Tabel 1.2 Kerugian Akibat Produk Defect BS

Benang	Harga Awal	Harga Defect	Persentase Penurunan Harga	Total Defect	Total Kerugian
Benang 4	11,600	7,000	39.66%	1,000	4,600,000
Benang 5	13,000	8,159	37.24%	4,150	20,089,773
Benang 6	15,900	8,990	43.46%	4,450	30,749,949
Benang 7	18,600	4,773	74.34%	250	2,263,636
Benang Bleach	17,200	11,424	33.58%	4,250	24,546,970
TOTAL			45.65%	14,100	82,250,328

Sumber: (Laporan Produksi PT. X)

Kategori keempat yaitu sarung tangan yang ditolak merupakan sarung tangan dengan tingkat kerusakan yang cukup tinggi sehingga tidak dapat diperbaiki lagi. Sarung tangan tersebut dikategorikan menjadi sarung tangan *reject*. Terdapat 2 jenis *defect* yang terjadi pada sarung tangan *reject*, yaitu lubang pada sarung tangan serta sarung tangan dengan *dotting* yang tidak sesuai. Sarung tangan dengan tingkat kecacatan yang tinggi tersebut tidak dijual kepada konsumen sehingga tidak menghasilkan nilai jual pada perusahaan. Berdasarkan data yang didapat dari perusahaan, produksi pada minggu pertama bulan Oktober 2017 menghasilkan produk *reject* sebesar 1,813% sarung tangan. Jumlah tersebut setara dengan 13.136 buah (547,3 lusin) sarung tangan dari total produksi sebesar 724.440 (30.185 lusin) dalam seminggu. Produksi produk *reject* tersebut tentunya menimbulkan inefisiensi yang tinggi bagi perusahaan karena sarung tangan tersebut kemudian disatukan tanpa melihat jenis *material* benang untuk kemudian dijual per-kilo dengan harga jual yang sangat rendah. Hal tersebut akan menghasilkan kerugian finansial yang besar bagi perusahaan.

Indikasi lain terjadinya pemborosan pada proses produksi sarung tangan di PT. X adalah *waste waiting* untuk proses *maintenance* mesin. Mesin rajut merupakan mesin yang sering mengalami *breakdown* selama proses produksi berlangsung. Perusahaan telah menetapkan *maintenance* ringan pada mesin tersebut yaitu berupa penggantian jarum, pembersihan, dan pelumasan setiap pergantian *shift*. Selain mesin rajut, *breakdown* mesin juga terjadi pada mesin *dotting*. Mesin *dotting* mengalami frekuensi *breakdown* yang lebih kecil dibandingkan dengan mesin rajut, namun memiliki waktu perbaikan yang lebih lama. Apabila mesin mengalami *breakdown*, maka proses produksi sarung tangan pada mesin tersebut akan dihentikan sementara hingga perbaikan selesai dilakukan. Kerusakan tersebut dapat mengakibatkan terganggunya aliran proses produksi sarung tangan pada PT. X.

Masalah lain yang muncul adalah terdapat indikasi pemborosan yang disebabkan oleh permasalahan transportasi pada pabrik. Salah satu permasalahan terdapat pada tata letak pabrik. Indikasi pemborosan tersebut dapat terlihat dari penataan *raw material*, *WIP*, *finished goods*, serta beberapa barang lainnya yang disusun secara tidak rapi dan menyebabkan hambatan ketika pekerja melakukan

pekerjaan. Masalah lain yang muncul terkait tata letak pada perusahaan adalah masalah *routing*. Proses *routing* yang dilakukan kurang efektif karena aliran barang harus melewati beberapa titik yang sama kembali. Selain itu, seluruh kegiatan *material handling* masih dilakukan secara manual oleh operator. Indikasi pemborosan tersebut mengakibatkan munculnya *waste transportation* dan *motion*. Kedua *waste* tersebut sangat berkaitan dengan aktivitas *material handling*. Suatu tata letak fasilitas yang optimal harus didukung oleh kegiatan pemindahan barang (*material handling*) yang baik (Jawin, 2011). Pengaturan *material handling* yang buruk akan memberikan dampak yang cukup besar terhadap ongkos produksi yang harus dikeluarkan, karena dalam kegiatan manufaktur biaya untuk *material handling* berpengaruh 20% - 70% dari total ongkos produksi (Heragu, 2008).

Salah satu aspek yang sangat dibutuhkan dalam menjaga pasar adalah aspek kualitas dan harga. Produk dengan kualitas yang baik akan menghasilkan penilaian yang baik dari konsumen. Hal tersebut akan mengakibatkan konsumen lebih percaya terhadap produk tersebut. Selain itu, perusahaan juga harus memperhatikan aspek harga produk. Sarung tangan rajut merupakan salah satu alat *safety* yang digunakan pada berbagai industri sebagai APD sekali pakai, oleh karena itu harga sarung tangan rajut cenderung murah. *Cost* yang efisien perlu dilakukan oleh perusahaan agar dapat menghasilkan harga produk yang lebih murah tanpa mengurangi profit perusahaan. Perusahaan harus mampu melaksanakan *continuos improvement* agar mampu mencapai tujuan tersebut.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, terdapat berbagai indikasi pemborosan yang menyebabkan timbulnya kerugian finansial pada perusahaan. Dengan melakukan identifikasi *waste* yang terjadi, maka dapat dilakukan upaya penanganan untuk meminimasi terjadinya *waste*. Permasalahan tersebut dapat diminimalisir dengan menggunakan metode *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS), yang terkenal karena menitikberatkan pada peniadaan *seven waste* dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan (Liker, 2004). Proses yang *lean* dapat dilihat dari efisiensi *input* terhadap kualitas *output* sesuai dengan standar yang ditetapkan. Perbaikan dapat dilakukan dengan melakukan identifikasi terhadap seluruh *waste* yang terdapat pada proses produksi

sarung tangan untuk kemudian dicari akar permasalahan yang menyebabkan munculnya *waste* tersebut. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan, kemudian dilakukan perbaikan agar proses produksi dapat berjalan sesuai dengan prinsip *lean*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana cara mereduksi *waste* yang timbul akibat pemborosan proses produksi sarung tangan pada PT. X melalui pendekatan *lean manufacturing*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan deskripsi proses produksi eksisting sarung tangan di PT. X.
2. Mengidentifikasi *waste* kritis pada proses produksi sarung tangan.
3. Mengidentifikasi akar permasalahan terjadinya *waste* kritis pada proses produksi sarung tangan.
4. Menghasilkan rekomendasi perbaikan proses produksi sarung tangan di PT. X.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa didapatkan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Perusahaan dapat mengetahui *waste* kritis serta akar penyebab *waste* kritis yang menyebabkan timbulnya permasalahan pada proses produksi sarung tangan rajut.
2. Perusahaan dapat mengimplementasikan rekomendasi perbaikan sehingga dapat meminimasi *waste* pada proses produksi sarung tangan rajut.
3. Perusahaan dapat melakukan efisiensi biaya dari rekomendasi perbaikan yang diusulkan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian terbagi menjadi batasan dan asumsi yang akan dipaparkan sebagai berikut:

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

1. *Waste* yang diamati merupakan 7 *waste* yang didefinisikan oleh *Toyota Production System*.
2. Klasifikasi *waste* dilakukan berdasarkan kategori *waste*, tidak hingga subkategori *waste*.
3. Penelitian dilakukan hingga tahap penyusunan perbaikan, tidak hingga implementasi perbaikan.

Sedangkan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Proses bisnis perusahaan tidak mengalami perubahan selama penelitian tugas akhir dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa subbab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan berisi tentang hal-hal yang mendasari dilakukannya tugas akhir serta pengidentifikasian masalah yang terjadi. Bagian tersebut meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diperoleh dari penelitian, ruang lingkup penilitan yang terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan, serta sistematika penulisan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori, konsep, serta metode yang akan digunakan sebagai landasan dalam penyusunan penelitian tugas akhir. Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari berbagai literatur seperti buku, jurnal, serta penelitian sebelumnya. Tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pengendalian Kualitas, *Lean Manufacturing*, Jenis *Waste*, *Operation Process Chart (OPC)*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Root cause analysis (RCA)*, *Failure mode and effect analysis (FMEA)*, *Waste Assessment Model (WAM)*, serta *Value management*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai alur pengerjaan serta metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini secara sistematis. Metode penelitian digunakan agar pelaksanaan penelitian dapat berjalan secara sistematis dan terarah.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini dijelaskan mengenai proses pengumpulan data serta pengolahan data yang dilakukan dalam penyelesaian penelitian tugas akhir ini. Pada bab ini akan dipaparkan mengenai proses produksi pada perusahaan serta hasil pengamatan dan data-data yang diperoleh selama penelitian. Tahap ini digunakan untuk mengetahui sumber permasalahan serta besarnya kerugian yang timbul akibat adanya permasalahan tersebut.

BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis dilakukan terhadap akar permasalahan *waste* kritis yang didapat melalui metode *Root cause analysis* dengan 5 *Why's* dan FMEA. Hasil analisis tersebut kemudian dikembangkan untuk memperoleh usulan perbaikan yang akan diberikan.

BAB 6 PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai usulan rancangan perbaikan berdasarkan RCA dan FMEA yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Perancangan perbaikan disusun berdasarkan *waste* kritis dengan nilai RPN tertinggi. Usulan rancangan perbaikan yang digunakan berdasarkan *value management* untuk mendapatkan hasil perbaikan yang paling optimal.

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan serta pemberian saran terhadap perusahaan dan penelitian selanjutnya.

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai tinjauan pustaka yang merupakan landasan teori yang digunakan sebagai panduan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir. Tinjauan pustaka terdiri dari Biaya Kualitas, *Lean Manufacturing*, Jenis *Waste*, *Operation Process Chart (OPC)*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Root cause analysis (RCA)*, *Failure mode and effect analysis (FMEA)*, *Waste Assessment Model (WAM)* serta *Value management*.

2.1 Biaya Kualitas

Biaya Kualitas merupakan biaya yang timbul akibat dari penanganan mutu suatu produk. Biaya tersebut dapat berupa biaya dalam upaya peningkatan mutu kualitas maupun biaya akibat kualitas yang buruk (*Cost of Poor Quality*). Feigenbaum (1961) menyebutkan bahwa Biaya Kualitas terdiri dari 3 kategori utama, yaitu biaya pencegahan (*preventive cost*), biaya penilaian (*appraisal cost*) dan biaya kegagalan (*failure cost*). Berikut merupakan tabel yang menunjukkan kategori biaya kualitas:

Tabel 2. 1 Kategori Biaya Kualitas

Kategori	Contoh Biaya yang perlu dikeluarkan
Biaya Pencegahan (<i>Preventive Cost</i>)	<ol style="list-style-type: none">1. Biaya Pelatihan (<i>Training Cost</i>)2. Penelitian Kapabilitas Proses (<i>Process Capability Studies</i>)3. <i>Vendor Survey</i>4. <i>Quality Planning and Design</i>
Biaya Penilaian(<i>Appraisal Cost</i>)	<ol style="list-style-type: none">1. Segala Jenis Pengujian (<i>testing</i>) dan Inspeksi2. Pembelian Peralatan Pengujian dan Inspeksi3. Peninjauan Kualitas dan Audit (<i>Quality Audit and Review</i>)4. Biaya Laboratorium

Kategori	Contoh Biaya yang perlu dikeluarkan
Biaya Kegagalan(Failure Cost)Internal	1. Biaya <i>Scrap</i> dan pengerjaan ulang (<i>Rework</i>) 2. Biaya Perubahan Desain (<i>Design Change</i>) 3. Biaya Kelebihan Persediaan (<i>Excess Inventory Cost</i>) 4. Biaya Pembelian Bahan
Biaya Kegagalan(Failure Cost)Eksternal	1. Biaya Purna Jual / Jaminan (<i>Warranty</i>) 2. Biaya Pengembalian Produk (<i>Return and Recall</i>) 3. Biaya Penangan Keluhan Pelanggan 4. Biaya Ganti Rugi

Sumber: (Feigenbaum, 1961)

Salah satu komponen dalam biaya kualitas adalah *Cost of Poor Quality* (COPQ). COPQ merupakan biaya yang timbul karena suatu kegiatan yang tidak dilkakukan secara benar sejak awal dan sesudahnya (Tague, 2005). Menurut Tague (2005) terdapat 3 tipe kegiatan yang menimbulkan COPQ, yaitu:

- a. *Inspection*: pengujian (*testing*), pemeriksaan (*inspecting*) dan *checking* untuk menentukan apakah kesalahan atau kegagalan telah terjadi
- b. *Fix*: pengkoreksian (*correcting*), pengerjaan ulang (*rework*), penyelesaian *output* yang buruk atau *error* (*disposing of error or poor output*) yang diidentifikasi sebelum penyerahan ke konsumen
- c. *Damage control*: pengoreksian (*correcting*), pengerjaan ulang (*rework*), penyelesaian *output* yang buruk atau *error* (*disposing of error or poor output*) yang diidentifikasi setelah penyerahan ke konsumen

Dr. William Edward Deming, seorang guru manajemen kualitas dari Amerika Serikat mengemukakan reaksi berantai yang dikenal sebagai Deming's *Chain Reaction* (Gaspersz, 2011)



Gambar 2.1 Deming's Chain Reaction

Sumber: (Gaspersz, *Total Quality Management*, 2011)

Dari bagan tersebut dapat diketahui bahwa perbaikan kualitas dapat dilakukan dengan mereduksi *waste* sehingga dapat terjadi reduksi biaya dan peningkatan produktivitas. Peningkatan tersebut akan membuat pasar semakin kompetitif sehingga dapat meningkatkan tingkat *Return of Investment* (ROI) perusahaan.

2.2 Lean Manufacturing

Lean manufacturing merupakan metode optimal untuk memproduksi barang melalui eliminasi pemborosan (*waste*), pengurangan biaya serta peningkatan kemampuan pekerja. *Lean manufacturing* adalah filosofi manajemen proses yang berasal dari *Toyota Production System* (TPS) yang terkenal karena menitikberatkan pada peniadaan *seven waste* dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan (Liker, 2004). *Lean Manufacturing* telah dipraktikkan selama bertahun-tahun di Jepang dengan filosofi yang sangat berbeda

dengan filosofi dunia barat. Filosofi barat beranggapan bahwa cara untuk memperoleh keuntungan adalah dengan menambahkan keuntungan dalam biaya manufaktur sehingga menaikkan harga jual produk. Pendekatan *lean manufacturing* dilakukan dengan peningkatan kualitas melalui eliminasi *waste* untuk pengurangan biaya, peningkatan *output* produksi serta pengurangan *lead time*.

Gaspersz (2007) menyatakan terdapat 5 prinsip dalam *lean manufacturing*, yaitu:

- a. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu.
- b. Mengidentifikasi *value stream mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk.
- c. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah (*non-value added activity*) dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
- d. Mengorganisasikan *material*, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*)
- e. Terus menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus menerus.

2.3 Klasifikasi Waste

Waste adalah segala aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah dalam proses transformasi dari *input* sampai menjadi *output* sepanjang *value stream*. Berdasarkan perspektif *lean*, semua jenis pemborosan yang terdapat sepanjang proses *value stream*, yang mentransformasi *input* menjadi *output* harus dihilangkan guna meningkatkan nilai produk (barang atau jasa) dan selanjutnya meningkatkan *customer value* (Gaspersz, 2007).

Kemudian Gaspersz (2007) membagi *waste* kedalam dua kategori, yaitu:

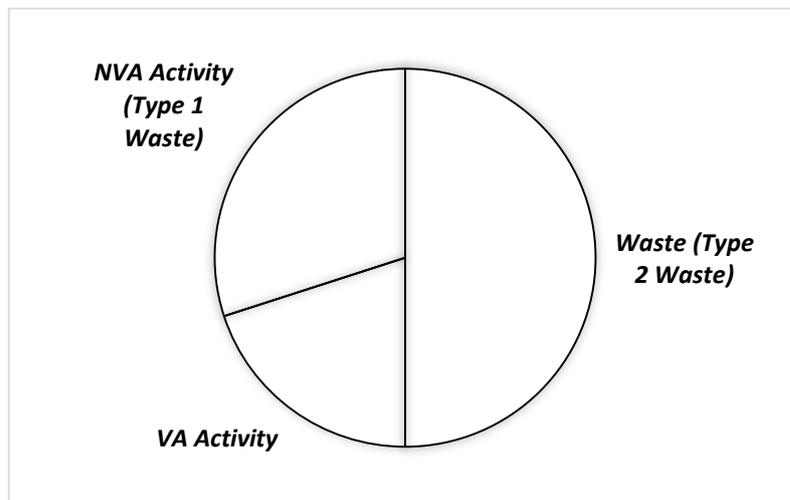
a. Tipe 1

Merupakan suatu aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*, namun aktivitas itu belum bisa dihindarkan karena adanya beberapa alasan. Contoh dari *waste* tipe 1 adalah pengawasan terhadap orang harus masih tetap ada karenapendamping karyawan yang belum berpengalaman, serta inspeksi juga tetap dilakukan untuk mencegah kegagalan di proses lanjutan. Dalam jangka panjang, *waste* tipe 1 harus dapat dihilangkan atau setidaknya dikurangi. *Waste* tipe 1 disebut dengan *incidental work*.

b. Tipe 2

Merupakan aktivitas yang tidak menghasilkan nilai tambah dan dapat dihilangkan segera. Misalnya menghasilkan produk cacat (*defect*) atau melakukan kesalahan (*error*) yang harus dihilangkan segera. *Waste* tipe 2 biasa disebut dengan *waste* karena benar-benar merupakan pemborosan yang harus dapat diidentifikasi dan dihilangkan dengan segera.

Konsep *value added activity*, *incidental (non value added) activity* atau *type one waste*, dan *type two waste (waste)* dapat di lihat pada bagan berikut ini:



Gambar 2.2 Un-Lean(Traditional) Work Activity

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Teori *Toyota Production System* mengidentifikasi terdapat 7 pemborosan, yaitu:

- a. *Overproduction* (produksi berlebih)
Memproduksi barang yang belum dipesan akan menimbulkan pemborosan seperti kelebihan tenaga, kelebihan tempat penyimpanan, dan biaya transportasi yang meningkat karena adanya persediaan berlebih
- b. *Waiting* (waktu menunggu)
Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan atau berdiri menunggu langkah proses selanjutnya, alat, pasokan komponen selanjutnya, dan lain sebagainya atau menganggur saja karena kehabisan *material*, keterlambatan proses, mesin rusak, dan *bottleneck* kapasitas
- c. *Trasportation* (transportasi yang tidak perlu)
Membawa barang dalam proses (WIP) dalam jarak jauh, menciptakan angkutan yang tidak efisien, atau memindahkan *material*, komponen, atau barang jadi ke dalam atau keluar gedung atau antar proses
- d. *Excess processing* (memproses yang tidak diperlukan).
Melakukan langkah yang tidak dilakukan untuk memproses komponen, melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat yang buruk dan rancangan produk yang buruk, menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan memproduksi barang cacat. Pemborosan terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas lebih tinggi dari yang diperlukan
- e. *Inventory* (Persediaan berlebih)
Kelebihan *material*, bahan dalam proses atau barang jadi yang menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluarsa, barang rusak, peningkatan biaya pengangkutan dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah seperti ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, mesin rusak, dan waktu set up yang panjang
- f. *Motion* (Gerakan yang tidak eprlu)
Setiap gerakan yang tidak diperlukan saat melakukan pekerjaan seperti mencari, meraih, atau menumpuk komponen dan alat, berjalan, dan lain sebagainya

- g. *Defect* (produk cacat)
Memproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Contohnya adalah perbaikan atau *rework*, *scrap*, memproduksi barang pengganti. Hal tersebut membutuhkan tambahan penanganan, waktu, dan upaya yang sia-sia (Ohno, 1988).

2.4 *Operation Process Chart (OPC)*

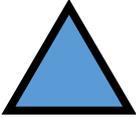
Peta proses Operasi atau OPC adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut menjadi elemen-elemen operasi secara detail. Dengan menggunakan OPC, dapat dilihat semua urutan proses kerja yang dialami oleh suatu benda kerja atau *input* dari saat mulai masuk ke lokasi kegiatan/pabrik kemudian menggambarkan semua langkah langkah aktivitas yang dialaminya seperti: transportasi, operasi kerja, inspeksi, menunggu (*delay*) dan menyimpan, sampai akhirnya menjadi suatu produk akhir, baik produk setengah jadi maupun produk jadi (Wignjosoebroto, 1995). Kegunaan dari OPC diantaranya adalah:

1. Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggurannya
2. Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku
3. Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik
4. Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang dipakai
5. Sebagai alat untuk latihan kerja

Berikut merupakan simbol dalam *Operation Process Chart* berdasarkan *American Society of Mechanical Engineer* (ASME) yang ditunjukkan dalam tabel 2.2

Tabel 2.2 Simbol *Operation Process Chart*

Lambang	Keterangan	Lambang	Keterangan
	Operasi		Menunggu

Lambang	Keterangan	Lambang	Keterangan
	Transportasi		Penyimpanan
	Inspeksi		Aktivitas Ganda

Sumber: (Wignjosoebroto, 1995)

2.5 Root Cause Analysis

Root cause analysis merupakan metode yang dilakukan untuk mencari akar permasalahan yang menimbulkan resiko. RCA dilakukan untuk membantu organisasi mengidentifikasi resiko yang mungkin terjadi dalam proses, serta mengetahui penyebab dasar dari sebuah permasalahan yang mungkin terjadi. RCA dilakukan agar suatu kejadian yang tidak diinginkan (*undesired outcome*) tidak terjadi kembali.

Salah satu metode yang digunakan dalam membuat RCA adalah dengan menggunakan 5 *Why's*. Metode 5 *Why's* tersebut digunakan untuk mendapatkan akar permasalahan dengan bertanya mengapa beberapa kali sehingga tindakan yang sesuai dengan akar penyebab masalah yang ditemukan, akan menghilangkan masalah (Chandler, 2004). Mekanisme yang diterapkan pada tool 5 *Why's* adalah melakukan identifikasi akar penyebab permasalahan yang terbagi atas 5 kelas. Menurut Wedgwood (2006), adapun klasifikasi kelas penyebab permasalahan adalah sebagai berikut :

1. *Why ke-1 : Symptom*
2. *Why ke-2 : Excuse*
3. *Why ke-3 : Blame*
4. *Why ke-4 : Cause*
- Why ke-5 : Root Cause*

2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode sistematis untuk mengidentifikasi dan mencegah terjadinya masalah pada produk dan proses. FMEA berfokus pada pencegahan terhadap *defect*, meningkatkan keselamatan dan meningkatkan kepuasan pelanggan (McDermott, 2009)

Tujuan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menurut Carlson (2014) adalah sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi dan memahami moda kegagalan potensial dan penyebab dan efek kegagalan pada sistem atau pengguna akhir untuk produk atau proses tertentu
- b. Menilai resiko dengan moda kegagalan yang teridentifikasi, efek dan penyebab, serta memprioritaskan pokok permasalahan untuk diberi tindakan perbaikan
- c. Mengidentifikasi dan melaksanakan tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling serius.

Menurut McDermott (2009), semua desain FMEA dan proses FMEA menggunakan sepuluh langkah yang ditunjukkan pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Langkah Pembuatan FMEA

Langkah	Proses
Langkah 1	Meninjau proses atau produk
Langkah 2	Melakukan <i>brainstorming</i> terhadap moda kegagalan potensial
Langkah 3	Mendaftar potensi efek yang ditimbulkan untuk setiap moda kegagalan
Langkah 4	Menetapkan peringkat <i>severity</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah 5	Menetapkan peringkat <i>occurrence</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah 6	Menetapkan peringkat <i>detection</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah 7	Menghitung <i>Risk Priority Number</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus:

Langkah	Proses
	$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$
Langkah 8	Memprioritaskan moda kegagalan yang akan ditindaklanjuti
Langkah 9	Mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi moda kegagalan yang beresiko tinggi
Langkah 10	Menghitung hasil <i>Risk Priority Number</i> setelah moda kegagalan dikurangi atau dihilangkan

Sumber: (McDermott, 2009)

Tindakan perbaikan moda kegagalan yang telah dilakukan seharusnya dapat mengurangi nilai RPN secara signifikan. Jika tidak, hal itu berarti tindakan perbaikan yang diambil tidak mengurangi *severity*, *occurrence* dan *detection*.

2.7 Value Stream Mapping (VSM)

AICS Dictionary (2005) mendefinisikan *value stream mapping* sebagai proses-proses untuk membuat, memproduksi dan menyerahkan produk (barang dan/atau jasa) ke pasar. Untuk proses pembuatan barang, *value stream* mencakup pemasok bahan baku, manufaktur dan perakitan barang, serta jaringan pendistribusian kepada pengguna barang itu (Gaspersz, 2007).

Tujuan pemetaan ini adalah untuk mengidentifikasi seluruh jenis pemborosan disepanjang *value stream* dan untuk mengambil langkah dalam upaya mengeliminasi pemborosan tersebut. Mengambil langkah ditinjau dari segi *value stream* berarti bekerja dalam satu lingkup gambar yang besar dan memperbaiki keseluruhan aliran dan bukan hanya mengoptimalkan aliran secara sebagian. VSM dapat menyajikan suatu titik balik yang optimal bagi setiap perusahaan yang ingin menjadi *lean*. (SdRother & Shook, 2003).

Dalam VSM, terdapat dua pemetaan yang harus digambarkan yaitu *current state map* dan *future state map*. Pembuatan *current state map* dilakukan untuk memetakan kondisi rantai produksi aktual, dimana segala informasi yang terdapat dalam setiap proses dicantumkan dalam pemetaan. *Current state map* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dan sumber pemborosan yang terjadi. Langkah selanjutnya adalah pembuatan *future state map*. *Future state map* merupakan

pemetaan kondisi perusahaan di masa mendatang sebagai usulan rancangan perbaikan dari *current state map* (Fariz et al, 2013)

Menurut Abdullah (2003), langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan VSM sebagai berikut:

1. Identifikasi *Family Product*

Tujuan dari identifikasi ini adalah agar proses *mapping* fokus pada produk yang memiliki proses yang kurang bagus dan menyederhanakannya sehingga usaha untuk proses mengumpulkan data lebih mudah dan cepat, karena untuk menggambarkan semua aliran produk terlalu rumit, sehingga perlu digolongkan ke dalam produk-produk familynya

2. Pembuatan *Current State Map*

Pembuatan *current state map* dilakukan berdasarkan VSM kondisi aktual perusahaan yang terdiri dari pesanan konsumen, proses operasi perusahaan, hingga produk sampai ke tangan konsumen. Dalam proses ini dilakukan pemetaan segala aliran *material* dan informasi perusahaan

3. Identifikasi Permasalahan dalam aliran VSM

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap aktivitas yang ada yang terbagi ke dalam 3 aktivitas yaitu *value added activity*, *necessary but non-value added activity*, serta *non-value added activity*.

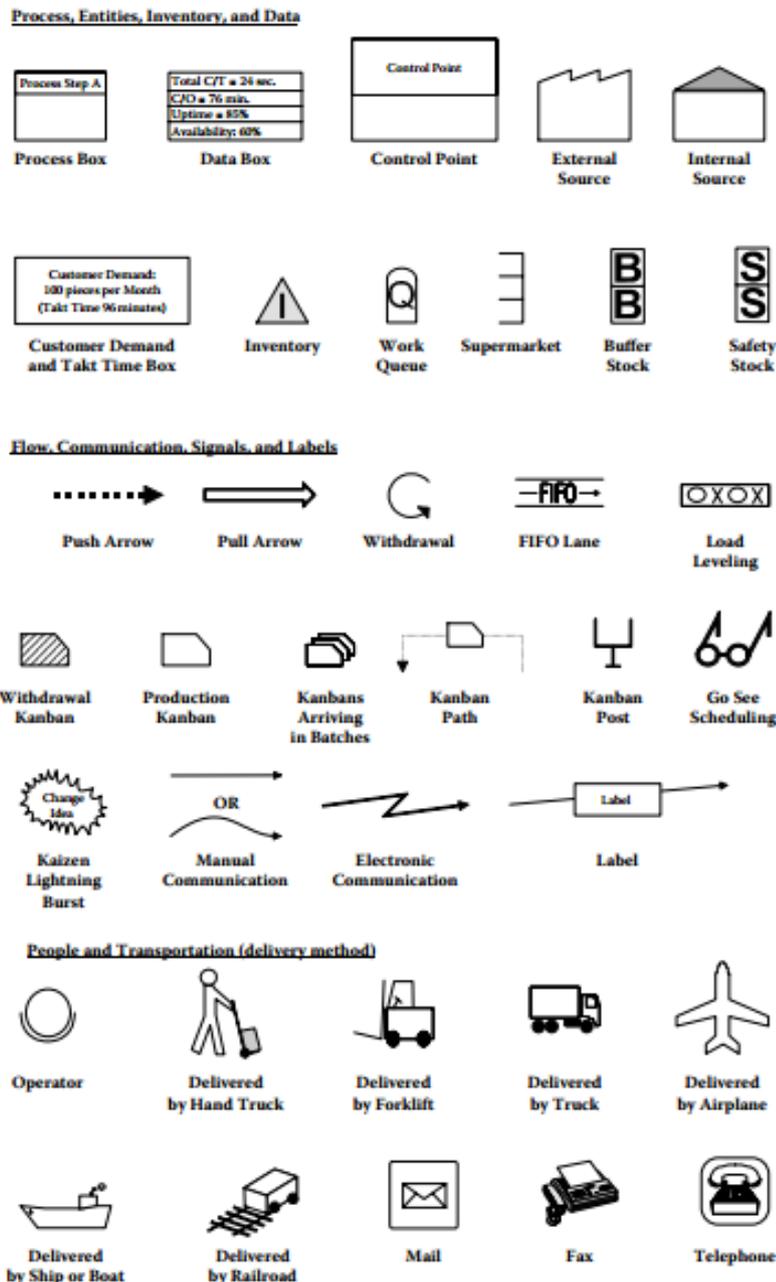
4. Pembuatan *Future State VSM*

Future state map merupakan pemetaan kondisi perusahaan di masa mendatang sebagai usulan rancangan perbaikan dari *current state map* yang ada

5. Implementasi Rencana Akhir

Dilakukan implementasi dari rencana perbaikan kondisi perusahaan untuk menciptakan proses yang lebih efektif dan efisien.

Terdapat beberapa *icon* yang digunakan dalam pembuatan VSM. Dasar *icon* yang digunakan pada VSM dikombinasikan dengan *icon* pada *flowchart* dan bentuk unik untuk memvisualisasikan berbagai tugas dan fungsi dalam sebuah map. (Nash & Poling, 2008). Berikut merupakan *icon* yang digunakan dalam pembuatan VSM:



Gambar 2.3 Icon pada Value Stream Mapping

Sumber: (Nash & Poling, 2008)

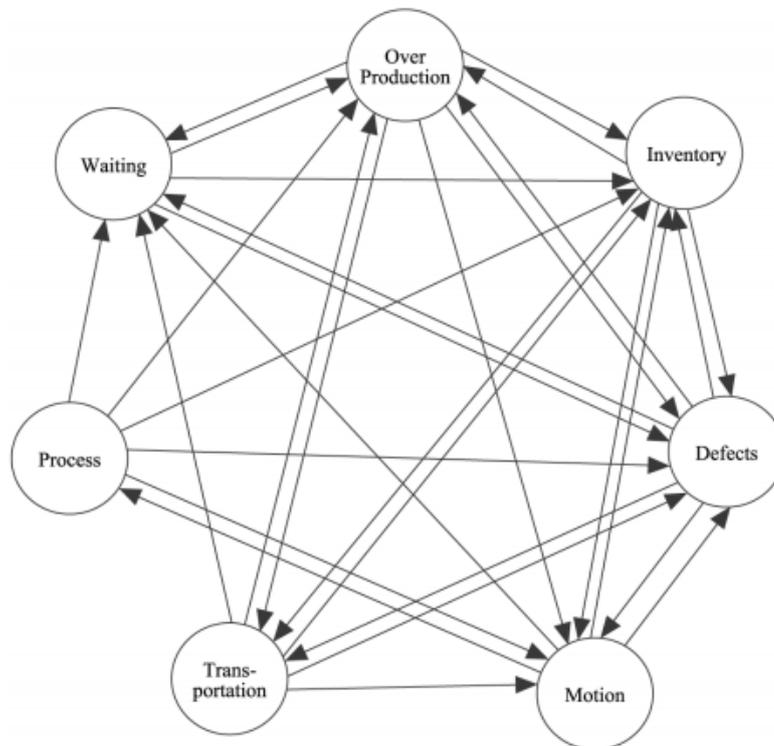
2.8 Waste Assessment Model

Waste assessment Model merupakan suatu model yang dikembangkan untuk menyederhanakan pencarian dari permasalahan *waste* untuk mengidentifikasi dalam mengeliminasi *waste* (Rawabdeh, 2005). *Waste Assessment Model* menggambarkan hubungan antara *seven waste* yaitu *overproduction*, *waiting*,

transportation, excess processing, inventory, motion, dan defect. Rawabdeh berkesimpulan bahwa semua jenis *waste* adalah saling mempengaruhi dalam artian selain memberikan pengaruh terhadap jenis *waste* yang lain, ia juga secara simultan dipengaruhi oleh jenis *waste* yang lain. Model ini merupakan suatu alat eliminasi *waste* yang cukup komprehensif yang dapat memberikan analisa yang memadai untuk menentukan strategi eliminasi *waste* tanpa memberikan pengaruh negatif pada *waste* jenis lain (Rawabdeh, 2005).

2.8.1 *Seven Waste Relationship*

Semua jenis *waste* bersifat *inter-dependent* dan setiap jenis *waste* mempunyai pengaruh terhadap jenis *waste* yang lain. Hubungan antar *waste* memang sangat kompleks, hal ini disebabkan pengaruh dari tiap *waste* dapat muncul secara langsung maupun tidak langsung. Berbagai jenis hubungan dan sifat masing-masing tipe menunjukkan bahwa semua hubungan ini tidak memiliki bobot yang sama (Rawabdeh, 2005). Berikut merupakan hubungan antar *waste* menurut Rawabdeh:



Gambar 2.4 *Seven Waste Relationship*

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Untuk menghitung kekuatan dari *waste relationship*, dikembangkanlah suatu kriteria pengukuran berdasarkan pada kuesioner. Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan secara diskusi dengan pihak perusahaan dan penyebaran kuesioner dengan menggunakan kriteria pembobotan yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Berikut ini daftar kriteria keterkaitan antar *waste* :

Tabel 2.4 Kuesioner Keterkaitan Antar Waste

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

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Berdasarkan bagan pertanyaan tersebut, kemudian diajukkan pertanyaan untuk masing-masing hubungan antar *waste*. Terdapat 31 hubungan antar *waste* yang didefinisikan oleh Rawabdeh. Total skor tersebut diperoleh dari enam pertanyaan untuk masing-masing hubungan antar *waste*. Nilai total tersebut kemudian dikonversikan kedalam tabel konversi sebagai berikut:

Tabel 2.5 Nilai Konversi Keterkaitan Antar Waste

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17-20	<i>Absolutely necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U
0	<i>No relation</i>	X

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

2.8.2 Waste Relationship matrix

Waste relationship matrix merupakan analisis kriteria pengukuran menggunakan suatu *matrix*. Tiap baris dari *matrix* menunjukkan hubungan dari suatu *waste* tertentu terhadap enam *waste* lainnya. Demikian pula tiap kolom menunjukkan seberapa tingkat tipe *waste* tertentu akan mempengaruhi *waste* lainnya (Rawabdeh, 2005). Berikut merupakan contoh dari *waste relationship matrix*:

Tabel 2.6 Contoh Waste Relationship matrix

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

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

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

Diagonal matrik memiliki nilai A karena setiap jenis *waste* tersebut memiliki hubungan pokok dengan *waste* itu sendiri. Dari simbol *matrix* tersebut kemudian dikonversikan ke dalam angka dengan nilai konversi tiap simbol A=10, E=8, I=6, O=4, U=2, dan X=0. Hasil perhitungan tersebut kemudian dijumlahkan dan diketahui nilai pengaruhnya dalam satuan persen (%). Berikut merupakan contoh *waste matrix value*:

Tabel 2.7 Contoh Waste Matrix Value

F/T	O	I	D	M	T	P	W	SKOR(%)
O	10	8	6	6	8	0	6	17.6
I	8	10	6	8	8	0	0	16.0
D	6	6	10	6	8	0	8	17.6
M	0	4	4	10	0	6	4	11.2
T	4	4	4	6	10	0	4	12.8
P	4	4	8	6	0	10	6	15.2
W	4	4	6	0	0	0	10	9.6
SKOR (%)	14.4	16	17.6	16.8	13.6	6.4	15.2	100

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

2.8.3 Waste Assessment Questionnaire

Waste assessment questionnaire dikembangkan untuk mengalokasikan *waste* yang terjadi pada lini produksi (Rawabdeh, 2005). Kuisisioner *assessment* ini terdiri dari 68 pertanyaan yang berbeda, dimana kuisisioner ini bertujuan untuk menentukan *waste*. Setiap koisioner mempresentasikan aktivitas, kondisi, atau sifat yang menyebabkan *waste* tertentu. Pertanyaan dalam kuisisioner terbagi kedalam 4 kelompok yaitu *man*, *machine*, *material*, dan *method*. Beberapa pertanyaan ditandai

dengan tulisan “*From*”, maksudnya adalah pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang ada saat ini yang dapat memicu munculnya jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan lainnya ditandai dengan tulisan “*To*”, yang artinya pertanyaan tersebut menjelaskan tiap jenis *waste* yang ada saat ini bisa terjadi karena dipengaruhi jenis *waste* lainnya. Tiap pertanyaan memiliki 3 pilihan jawaban dan masing-masing jawaban diberi bobot 1, 0.5, atau 0 (Rawabdeh, 2005).

Setiap pertanyaan kemudian dikelompokkan kedalam beberapa tipe berdasarkan jawaban untuk mengembangkan model kuesioner penilaian *waste*. Hasil kuesioner tersebut kemudian diproses dengan suatu algoritma yang terdiri dari beberapa langkah yang dikembangkan untuk menilai dan memberikan ranking terhadap *waste* tersebut. Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menghitung skor *waste* untuk mencapai hasil akhir berupa ranking dari *waste* (Rawabdeh, 2005).

1. Menghitung jumlah pertanyaan kuisisioner yang tergolong dalam pertanyaan “*from*” dan “*to*” dari masing-masing jenis *waste*
2. Memasukkan bobot dari tiap pertanyaan berdasarkan *waste relationship matrix* untuk dikonversikan kedalam *waste matrix value*
3. Membagi tiap bobot dalam satu baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (N_i) untuk menghilangkan efek dari variasi jumlah pertanyaan setiap jenis pertanyaan. Seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.8 Bobot Awal Perhitungan WRM

<i>Question Type</i>	<i>Question Number</i>	O	I	D	M	T	P	W
<i>To Motion</i>	1							
<i>From Motion</i>	2							
<i>From Defect</i>	3							
<i>From Motion</i>	4							

Sumber: (Rawabdeh, 2005)

4. Menghitung jumlah skor setiap jenis *waste*, dan frekuensi (Fj) munculnya nilai pada tiap kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol.

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

5. Memasukkan nilai dari hasil kuisisioner (1, 0.5, atau 0) kedalam tiap bobot nilai di tabel dengan cara mengalikannya.
6. Menghitung total skor untuk tiap nilai bobot pada kolom *waste* dan frekuensi (fj) untuk nilai bobot pada kolom *waste* dengan mengabaikan nilai nol. Dengan persamaan :

$$S_j = \sum_{k=1}^k X_k \times \frac{W_{j,k}}{N_i} \quad (2.2)$$

Sj adalah total untuk nilai bobot *waste*, dan Xk adalah nilai dari jawaban tiap pertanyaan kuisisioner (1, 0.5, atau 0)

7. Menghitung indikator awal untuk tiap *waste* (Yj). Indikator berupa angka yang masih belum merepresentasikan bahwa tiap jenis *waste* dipengaruhi *waste* yang lainnya
8. Menghitung nilai final *waste* factor (Yj final) dengan memasukkan faktor probabilitas pengaruh antar jenis *waste* (Pj) berdasarkan total “from” dan “to” pada WRM. Kemudian mempersentasekan bentuk final *waste* factor yang diperoleh sehingga bisa diketahui peringkat level dari masing-masing *waste*

$$Y_j \text{ final} = Y_j \times P_j = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \quad (2.3)$$

2.9 Value management

Value management merupakan sebuah teknik dengan menggunakan pendekatan sistematis untuk mencari keseimbangan fungsi terbaik antara biaya, keandalan, dan kinerja sebuah proyek (Dell'Isola, 1986). Metode ini digunakan untuk menilai suatu proyek atau alternatif perbaikan yang direkomendasikan untuk menghasilkan hasil yang paling optimal. Berikut merupakan rumus perhitungan *value* sautu alternatif perbaikan:

1. Mencari Nilai Cost

$$C'n = \frac{Pn}{Po} \times Co \quad (2.4)$$

Dimana

C'n = Cost alternatif ke-n

Co = Cost awal

Pn = Performansi alternatif ke-n

Po = Performansi awal

2. Mencari nilai *Value*

$$Vn = \frac{C'n}{Cn} \quad (2.5)$$

Dimana

Vn = *Value* alternatif ke-n

Vo = *Value* kondisi eksisting

Cn = Cost alternatif ke-n

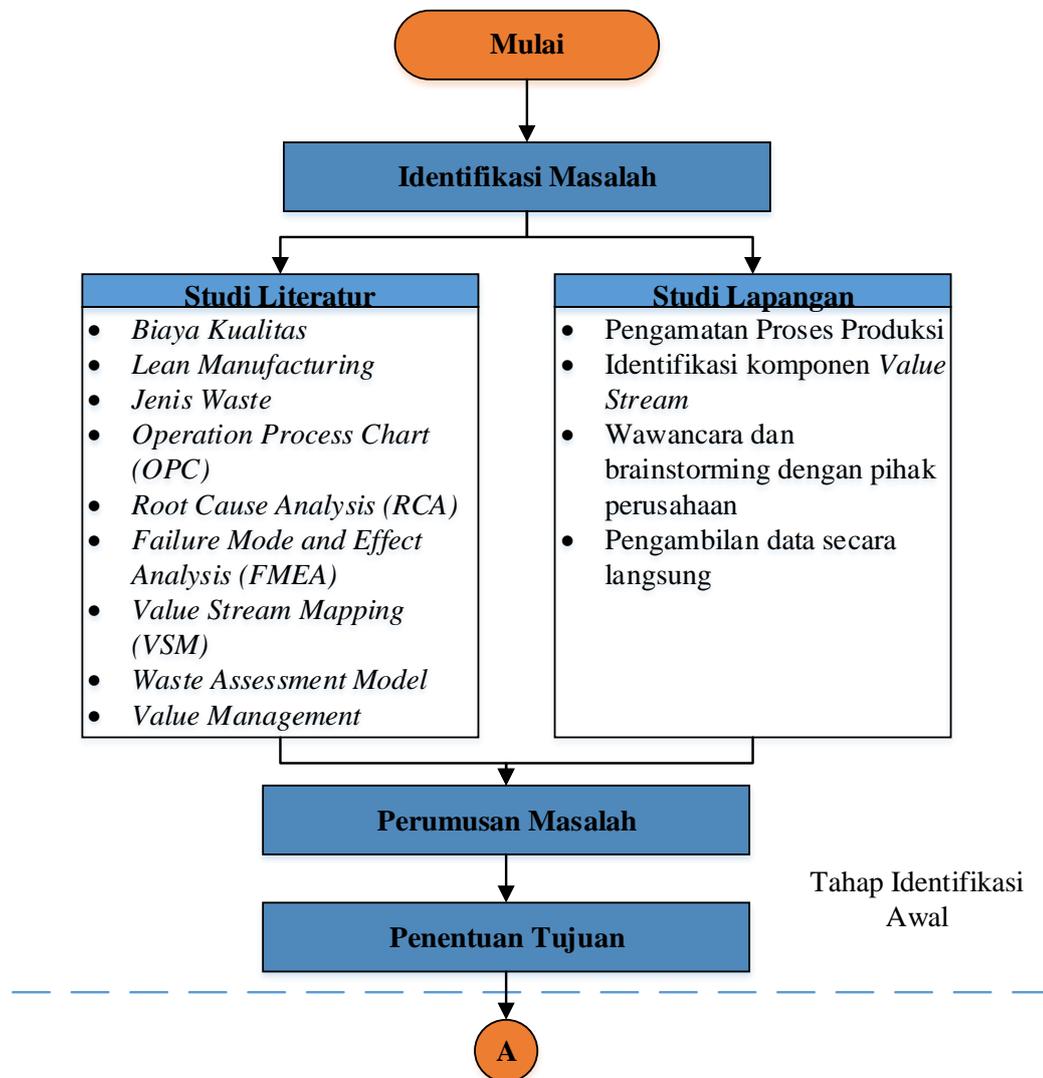
C'n = Besaran nilai rupiah untuk performansi

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

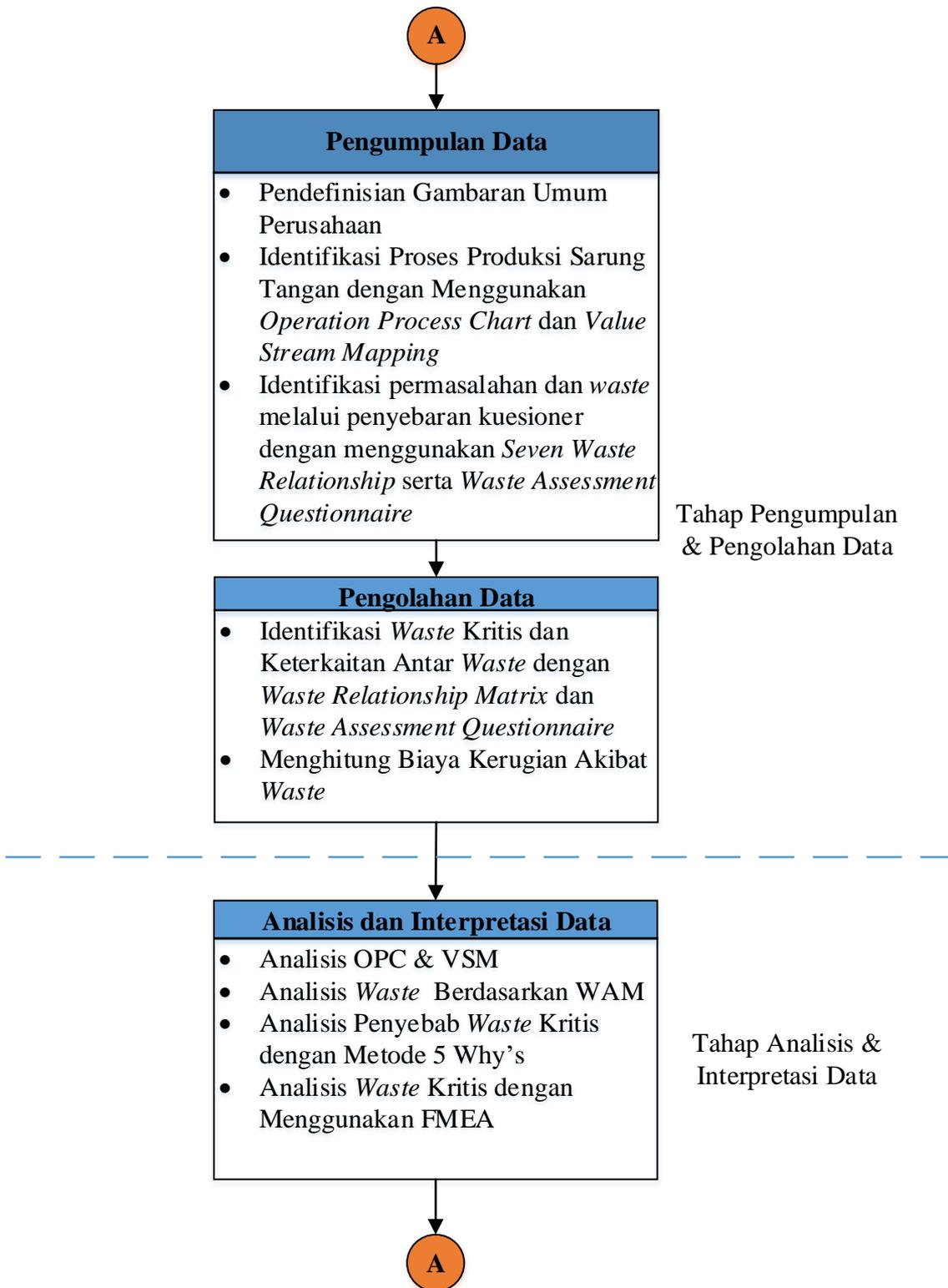
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah sistematis dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian ini digunakan sebagai kerangka alur penelitian yang dimulai dari tahap identifikasi awal, pengumpulan dan pengolahan data, analisis dan interpretasi data, penyusunan alternatif perbaikan hingga penarikan kesimpulan dan saran dari laporan Tugas Akhir.

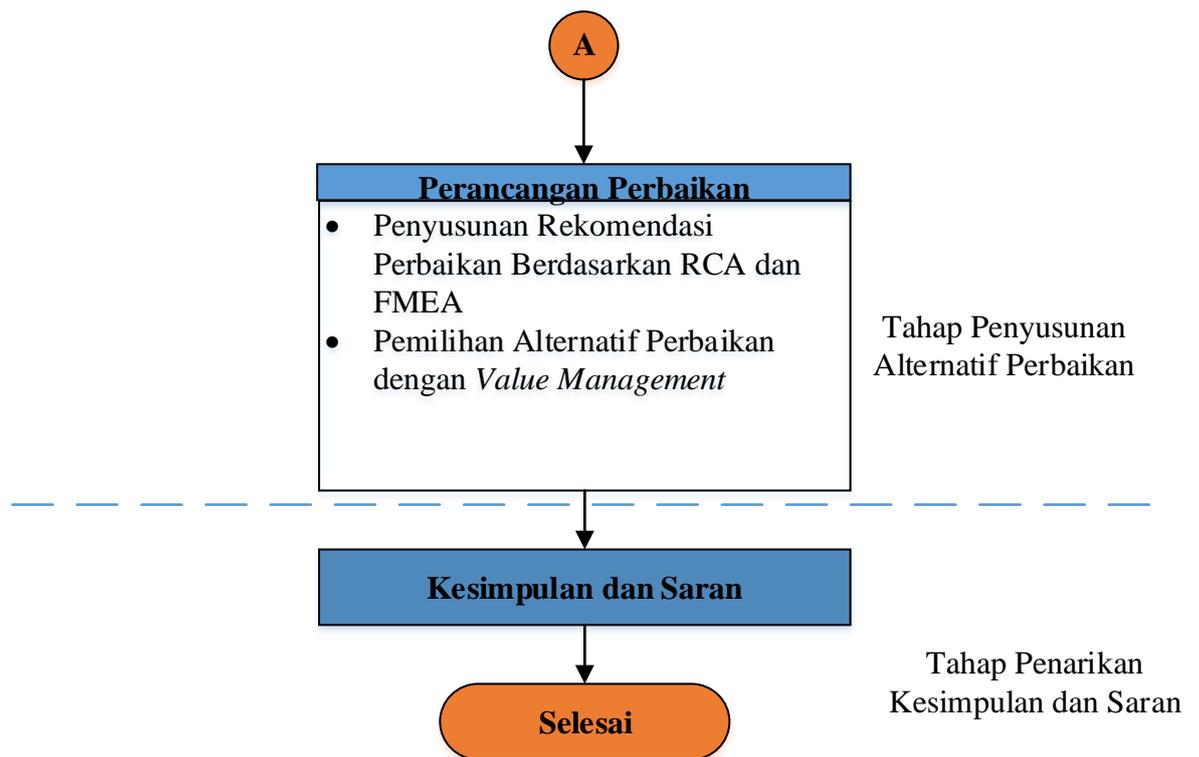
Berikut merupakan *flowchart* metodologi penelitian Tugas Akhir yang digunakan:



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)



Gambar 3.3 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Pendahuluan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai tahap awal yang dilakukan dalam penelitian berupa identifikasi masalah, studi literatur, studi lapangan, perumusan masalah, dan penentuan tujuan penelitian

3.1.1 Identifikasi Masalah

Tahap awal yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan identifikasi masalah. Tahap ini dibutuhkan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada objek amatan penelitian.

3.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting dari perusahaan. Studi lapangan yang dilakukan dengan mengamati proses produksi sarung tangan serta permasalahan yang ada pada objek amatan. Selain itu, dilakukan pengambilan data yang dilakukan untuk mendukung penyelesaian

permasalahan pada objek amatan. Informasi tersebut diperoleh melalui pengamatan, wawancara, serta pengambilan data secara langsung

Pengamatan dilakukan dengan mengunjungi langsung perusahaan objek amatan serta melakukan pengamatan terhadap segala proses yang terjadi pada perusahaan. Selain itu, peneliti juga melakukan wawancara dengan pemilik perusahaan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang ada, serta validasi permasalahan yang ditemukan. Studi lapangan dilakukan secara kontinu sesuai dengan kebutuhan penelitian sampai penelitian berakhir.

3.1.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi terkait dengan permasalahan yang ada pada objek amatan. Studi literatur tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan penyelesaian masalah sesuai dengan teori yang ada. Studi literatur didapat dari buku, jurnal, artikel, serta penelitian terdahulu. Dengan adanya studi literatur, penulis dapat membentuk kerangka berpikir dan memiliki landasan teori ilmiah dalam melakukan penelitian.

Dalam penelitian ini, studi literatur yang digunakan meliputi *Biaya Kualitas*, *Lean Manufacturing*, *Jenis Waste*, *Operation Process Chart (OPC)*, *Value Stream Mapping (VSM)*, *Root cause analysis (RCA)*, *Failure mode and effect analysis (FMEA)*, *Waste Assessment Model (WAM)*, serta *Value management*. Studi literatur dilakukan secara kontinu sesuai dengan kebutuhan penelitian hingga penelitian berakhir.

3.1.4 Perumusan Masalah

Perumusan masalah didapatkan berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan sebelumnya. Rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini bagaimana cara mereduksi *waste* yang timbul akibat pemborosan proses produksi sarung tangan pada PT. X melalui pendekatan *lean manufacturing*.

3.1.5 Penentuan Tujuan

Penentuan tujuan dilakukan agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Penentuan tujuan penelitian ini dilakukan berdasarkan rumusan masalah yang telah dilakukan sebelumnya.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap ini terdiri dari dua tahapan utama yaitu pengumpulan data dan pengolahan data. Pada tahap pengumpulan data merupakan suatu aktivitas yang dilakukan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan terkait penelitian tugas akhir. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang didapat dari perusahaan selama penelitian dilakukan. Pengumpulan data yang dibutuhkan dari perusahaan terkait dengan topik tugas akhir ini yaitu “*lean manufacturing*”. Data yang diperoleh kemudian akan dijadikan *input* untuk diolah agar menghasilkan perbaikan pada proses produksi perusahaan.

Data yang diambil dalam penelitian ini merupakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung pada perusahaan dengan melakukan pengamatan secara langsung serta wawancara terhadap pihak terkait. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari laporan perusahaan.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Waktu proses produksi.
2. *Layout* fasilitas produksi.
3. Kuesioner identifikasi *waste*.
4. Kuesioner hubungan antar *waste*.
5. Kuesioner untuk *input* FMEA.

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Profil, struktur organisasi serta informasi proses bisnis perusahaan.
2. Biaya setiap elemen dalam proses produksi perusahaan.
3. Mesin yang digunakan, jumlah, serta kapasitas mesin produksi.
4. Laporan terkait data yang dibutuhkan untuk penelitian tugas akhir.

Sedangkan, langkah yang dilakukan dalam pengumpulan data ini meliputi:

1. Pendefinisian Gambaran Umum Perusahaan

Penjelasan mengenai gambaran umum perusahaan digunakan untuk mengetahui gambaran umum proses bisnis yang dijalankan perusahaan. Gambaran umum ini menjelaskan mengenai kondisi perusahaan, produk yang dihasilkan, struktur organisasi serta beberapa informasi lain terkait perusahaan amatan.

2. Identifikasi Proses Produksi Sarung Tangan dengan Menggunakan *Operation Process Chart* dan *Value Stream Mapping*

Proses produksi menjelaskan bagaimana suatu produk diproduksi mulai dari *raw material* hingga menjadi *finished goods*. Identifikasi proses produksi dilakukan dengan menggunakan *Operation Process Chart* (OPC) dan *Value Stream Mapping* (VSM). OPC digunakan untuk menggambarkan urutan kerja dari suatu proses produksi ke dalam setiap elemen secara detail (Wignjosoebroto, 1995). OPC merupakan suatu gambaran umum proses produksi agar lebih mudah memahami aliran proses produksi yang terjadi. Detail yang dibutuhkan dalam penggambaran OPC adalah jenis elemen aktivitas, aliran *material* dan proses, serta waktu setiap elemen operasi.

Tools kedua yaitu VSM digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting proses produksi perusahaan dengan memperhatikan aliran informasi dan aliran fisik. Data yang dibutuhkan untuk pembuatan VSM berupa identifikasi aliran proses produksi sarung tangan serta waktu proses tiap aktivitas produksi. Dengan adanya VSM ini, penulis dapat mengetahui aktivitas yang dapat dikurangi ataupun dihilangkan sehingga dapat menurunkan *lead time* proses secara keseluruhan.

3. Identifikasi Permasalahan dan *Waste* Melalui Penyebaran Kuesioner dengan Menggunakan *Seven Waste Relationship* dan *Waste Assessment Questionnaire*.

Identifikasi *waste* digunakan untuk mengetahui jenis penggolongan *waste* pada proses produksi di perusahaan. Identifikasi *waste* yang digunakan menggunakan 7 *waste* yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *excess processing*, *inventory*, *motion*, dan *defect*.

Setelah diketahui penggolongan dari masing-masing *waste*, kemudian dilakukan identifikasi dengan menggunakan metode dalam *Waste Assessment Model*. Pada tahap ini, dibutuhkan pengumpulan data dengan melakukan penyebaran kuesioner yang akan dijadikan *input* dalam *Seven Waste Relationship*

serta *Waste Assessment Questionnaire*. Berikut merupakan penjelasan mengenai metode tersebut:

- *Seven Waste Relationship*

Metode ini dilakukan dengan diskusi berdasarkan kuesioner yang telah disusun oleh Rawabdeh (2005) untuk menentukan hubungan antar *waste*. Diskusi dan *brainstorming* dilakukan dengan *expert* perusahaan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Mempunyai pengalaman kerja di perusahaan minimal 3 tahun.
2. Berpendidikan minimal D3.
3. Mempunyai jabatan fungsional pada perusahaan.

Berdasarkan kriteria tersebut, kemudian dilakukan penentuan *expert* yang memahami proses serta *waste* terkait ruang lingkupnya. Berikut merupakan pembagian diskusi dengan pihak *expert* perusahaan terkait *seven waste relationship*: ntar tambahin kriteria

Tabel 3.1 Pembagian Pertanyaan terhadap *Expert* Perusahaan

No	Pihak Perusahaan	Relationship		
1	<i>Production Manager</i>	D_O	O_T	T_W
		D_I	O_W	P_O
		D_M	M_D	P_D
		D_T	M_P	P_M
		D_W	M_W	P_W
		O_D	T_O	
		O_M	T_M	
2	<i>Warehouse Manager</i>	I_O	O_I	
		I_D	M_I	
		I_M	P_I	
		I_T		
3	<i>Engineering Manager</i>	W_O		
		W_I		
		W_D		

Keterangan:

D = *Defect*

I = *Inventory*

O = *Overproduction*

M = *Motion*

T = *Transportation*

W = *Waiting*

T = *Transportation*

Penjelasan terkait hubungan antar *waste* dapat dilihat pada lampiran A

- *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang ditujukan terhadap *expert* perusahaan. Responden yang digunakan dalam kuesioner ini adalah 3 orang yang terdiri dari *manager* tiap divisi . Pertanyaan dalam kuesioner dilakukan dengan menggunakan format Rawabdeh (2005) dengan beberapa penyesuaian. Dari 68 pertanyaan, digunakan 32 pertanyaan yang telah disesuaikan dan disetujui oleh pihak perusahaan. Tiap pertanyaan dalam metode ini digunakan untuk merepresentasikan suatu aktivitas yang terikat dengan *waste* tertentu. Pertanyaan tersebut yang ditandai dengan “*From*” yaitu pertanyaan tersebut menjelaskan jenis *waste* yang dapat memicu jenis *waste* lainnya berdasarkan WRM. Pertanyaan yang ditandai dengan “*To*” menandakan dampak *waste* yang timbul akibat *waste* lainnya dalam WRM. Pertanyaan tersebut juga telah dikategorikan kedalam empat kelompok yaitu *man*, *machine*, *material* dan *method*. Daftar pertanyaan kuesioner WAQ dapat dilihat pada lampiran C.

Selanjutnya, setelah data yang dibutuhkan terkumpul, akan dilakukan pengolahan data dengan langkah sebagai berikut:

- a. Identifikasi *Waste* Kritis dengan Menggunakan *Waste Relationship matrix* dan *Waste Assessment Questionnaire*

Tahap ini merupakan langkah yang merupakan kelanjutan dari *input* yang didapat dari pengumpulan data untuk penyelesaian metode *Waste Assessment Model*. *Waste relationship matrix* merupakan hasil pembobotan dari hasil *seven waste relationship*. Dalam *matrix* ini, dapat diketahui besarnya hubungan dari suatu *waste* terhadap *waste* lainnya.

Kemudian setelah didapatkan nilai WRM, kemudian dilakukan pengolahan data berdasarkan *input* kuesioner dalam WAQ. Peringkat akhir *waste* tergantung dari kombinasi jawaban yang didapat. Output dari WAQ ini adalah peringkat akhir tingkat *waste* yang berpengaruh terhadap proses produksi perusahaan.

b. Perhitungan biaya kerugian akibat *waste*

Waste yang telah diidentifikasi selanjutnya diukur nilai kerugiannya dengan identifikasi COPQ (*Cost of Poor Quality*). COPQ merupakan biaya yang timbul akibat adanya kualitas yang rendah dari suatu proses atau produk. Tahap ini digunakan untuk menentukan besaran kerugian yang ditimbulkan akibat adanya *waste* perusahaan.

3.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Tahap ini merupakan tahap yang dilakukan dengan menganalisa serta menginterpretasikan hasil pengolahan data yang didapat pada tahap sebelumnya. Berikut merupakan analisa yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini:

1. Analisa *Operation Process Chart* dan *Value Stream Mapping*

Analisa *Value Stream Mapping* digunakan untuk mengetahui besarnya jenis *waste motion*, *waiting time*, dan *transportation* yang muncul pada proses bisnis perusahaan

2. Analisis *Waste* Berdasarkan *Waste Assessment Model*

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan (*inter-dependent*) antar *waste* dalam proses produksi sarung tangan. Selain itu akan dilakukan analisis terhadap *waste* kritis pada proses produksi sarung tangan.

3. Analisis Penyebab *Waste* dengan *Root Cause Analysis*

Tahap ini digunakan untuk mengetahui akar permasalahan dari suatu *waste* yang muncul dalam proses bisnis perusahaan. Analisis RCA dilakukan dengan menggunakan analisis 5 *Why's*.

4. Analisis FMEA

FMEA merupakan suatu metode analisis yang dibuat berdasarkan akar penyebab masalah yang telah diidentifikasi pada RCA. Akar permasalahan tersebut kemudian dianalisis dampak serta besarnya *severity*, *occurance* dan *detection* yang terjadi untuk menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Berdasarkan nilai RPN tersebut, penulis dapat memberikan rekomendasi perbaikan agar dapat diterapkan pada perusahaan secara optimal.

5. Analisa perbandingan *waste* kritis perusahaan

Analisa perbandingan *waste* kritis perusahaan terkait dengan perbandingan antara *waste* berdasarkan metode WAM serta berdasarkan besarnya nilai kerugian akibat *waste* yang dihasilkan. Pada bagian ini akan dianalisa mengenai keterkaitan antara *waste* kritis dan besarnya biaya kerugian akibat *waste* yang ada.

3.4 Tahap Perancangan Usulan Perbaikan

Pada tahap ini, akan diberikan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan terhadap kebijakan perusahaan. Perancangan perbaikan dilakukan untuk memberikan dampak *improvement* pada proses produksi di perusahaan. Tahap ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

1. Penyusunan Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan RCA dan FMEA

Penyusunan rekomendasi perbaikan didasarkan pada akar permasalahan dan dampak yang ditimbulkan berdasarkan RCA dan FMEA. Penyusunan rekomendasi perbaikan dilakukan dengan mempertimbangkan kemungkinan pengaplikasian pada perusahaan serta dengan *brainstorming* dengan pihak *expert* perusahaan.

2. Pemilihan Alternatif Perbaikan dengan *Value management*

Pemilihan alternatif perbaikan dilakukan dengan menyusun kombinasi rekomendasi perbaikan yang kemudian dipilih nilai *value* terbesar berdasarkan perhitungan *value management*.

3.5 Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dalam penyusunan laporan Tugas Akhir. Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan tujuan penelitian yang dilakukan. Saran dilakukan untuk memberikan perbaikan terhadap penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan serta proses produksi eksisting sarung tangan. Data terkait penegerjaan laporan Tugas Akhir ini kemudian akan diolah untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Data-data yang dikumpulkan tersebut berupa proses produksi eksisting sarung tangan yang akan digunakan untuk melakukan penggambaran dengan menggunakan *Operation Process Chart* (OPC) serta *Value Stream Mapping* (VSM). Selain itu, dilakukan pengumpulan data terkait identifikasi *waste* dengan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan perhitungan *potential loss* dari *waste* kritis.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan yang terdiri dari deskripsi dan profil singkat perusahaan serta struktur organisasi perusahaan.

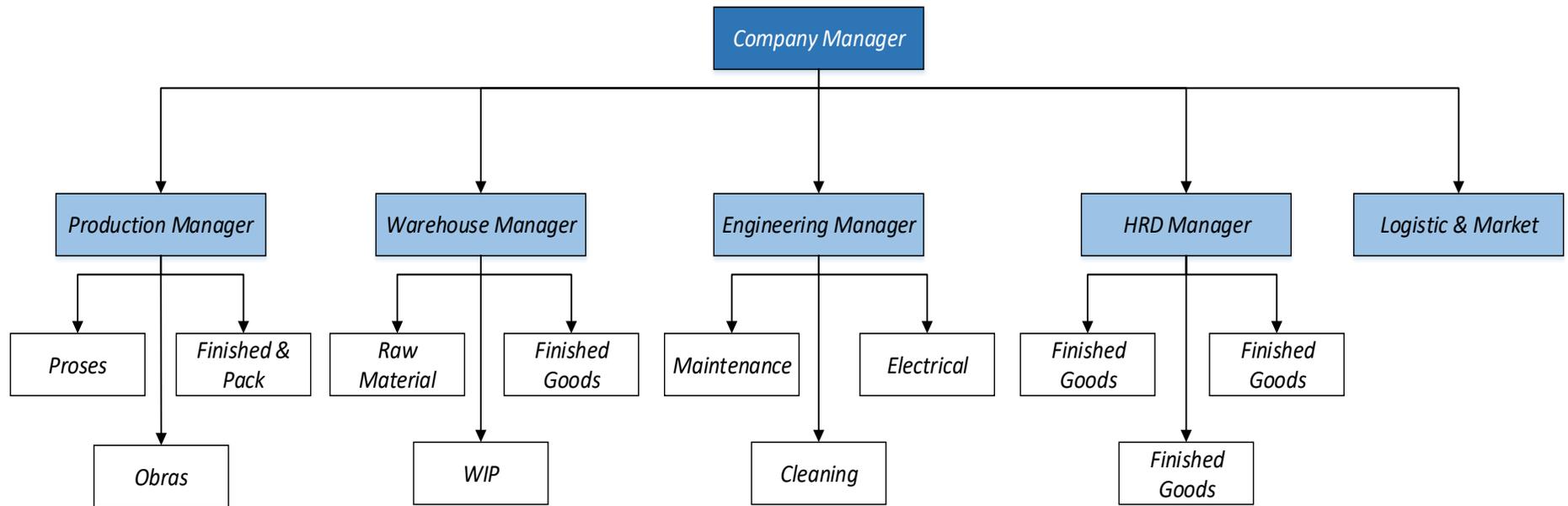
4.1.1 Deskripsi Perusahaan

PT. X merupakan salah satu industri yang bergerak pada bidang produksi sarung tangan rajut yang didirikan pada tahun 1995 dan berlokasi di kawasan Industri Driyorejo, Gresik, Jawa Timur. Terbentuknya perusahaan ini dimulai saat pemilik melakukan perjalanan bisnis ke Jepang. Pada saat itu, pemilik merupakan salah satu karyawan pada pabrik kertas di Jepang. Pemilik melihat terdapat potensi besar dalam bisnis sarung tangan rajut, karena para nelayan di Jepang menggunakan sarung tangan rajut sebagai alat *safety* mereka. Sarung tangan yang telah digunakan tersebut kemudian akan dibuang. Dari hasil pengamatan tersebut, pemilik menyimpulkan bahwa sarung tangan rajut merupakan kebutuhan kontinu sehingga memiliki peluang bisnis yang cukup baik. Pemilik kemudian memutuskan untuk belajar mengenai produksi sarung tangan rajut untuk kemudian dikembangkan menjadi usahanya saat ini.

Saat ini, PT. X telah memiliki lebih dari 100 karyawan yang terbagi dalam 3 *shift* kerja dari hari Senin hingga Sabtu. PT. X menetapkan target produksi sarung tangan bulanan sebesar 112.612,5 lusin/ bulan. Proses produksi sarung tangan terdiri dari empat proses utama yaitu proses rajut (*knitting*), obras, *dotting*, serta *packaging*. PT. X menghasilkan sarung tangan rajut dengan berbagai tipe benang, yaitu benang tipe 3,4,5,6,7, warna, dan tipe *bleach* tergantung dari kebutuhan konsumen. Selain itu, terdapat 2 tipe sarung tangan yaitu sarung tangan *dot* dan sarung tangan biasa. Saat ini, PT. X telah menerima *order* dari berbagai wilayah di Jawa Timur, Jakarta, serta beberapa kota di Sumatera Utara.

4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

PT. X memiliki struktur organisasi yang dilakukan untuk penjabaran setiap tugas dan tanggung jawab tiap elemen. Berikut merupakan struktur organisasi pada PT. X:



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. X

(Sumber: Data Perusahaan PT. X)

PT. X dipimpin oleh seorang *company manager* yang membawahi 5 manajer fungsional, yaitu *production manager*, *warehouse manager*, *engineering manager*, *HRD manager* dan *logistics & market*. *Production manager* bertanggungjawab terhadap pelaksanaan proses produksi pada perusahaan yang terdiri dari 3 seksi utama yaitu proses, obras serta *finished and package*. Seksi Proses bertanggungjawab terhadap proses rajut sarung tangan, seksi obras bertanggungjawab terhadap proses obras, *satter*, dan *dotting*. Sedangkan seksi *finished and pack* bertanggungjawab terhadap proses *packing* dan *balling* (pengarungan). *Warehouse Manager* bertanggungjawab terhadap *inventory* perusahaan yang terbagi kedalam 3 seksi yaitu *raw material*, *WIP* serta *Finished goods*. Seksi *raw material* bertanggungjawab terhadap pengadaan *raw material* untuk proses produksi, seksi *WIP* bertanggungjawab terhadap *inventory* produk *work in process*, serta seksi *finished goods* bertanggungjawab terhadap *inventory* barang jadi perusahaan. *Engineering manager* bertanggungjawab terhadap proses *maintenance* pada fasilitas produksi perusahaan yang terdiri dari seksi *maintenance*, *cleaning* dan *electrical*. Seksi *maintenance* bertanggungjawab terhadap proses perbaikan mesin, seksi *cleaning* bertanggungjawab terhadap proses pembersihan serta *maintenance* ringan pada mesin, serta seksi *electrical* bertanggungjawab terhadap reparasi elektrik mesin. *HRD Manager* bertanggungjawab terhadap sumber daya manusia pada perusahaan yang terdiri dari seksi *recruitment*, humas serta seksi administrasi. Seksi *recruitment* bertanggungjawab terhadap seleksi dan *training* karyawan, seksi humas bertanggungjawab terhadap hubungan dengan pihak luar, serta seksi administrasi bertanggungjawab terhadap administrasi serta keuangan perusahaan. *Logistics & market manager* bertanggungjawab terhadap proses pendistribusian dan penjualan produk kepada konsumen.

4.2 Identifikasi Proses Produksi Eksisting

Pada bagian ini akan dibahas mengenai gambaran proses produksi eksisting sarung tangan, penggambaran *Operation Process Chart* (OPC) serta penggambaran *Value Stream Mapping* (VSM) pada objek amatan.

4.2.1 Proses Produksi Eksisting Sarung Tangan

Penggambaran proses produksi eksisting dilakukan agar mengetahui gambaran proses produksi sarung tangan rajut yang terjadi. PT. X menghasilkan 2 jenis sarung tangan rajut, yaitu sarung tangan biasa dan sarung tangan *dotting*. Kedua jenis sarung tangan tersebut dibedakan berdasarkan kebutuhan serta keinginan dari konsumen.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.2 Produk Sarung Tangan PT. X. (a) Sarung Tangan Tipe *Dotting* (b) Sarung Tangan Tipe Biasa (c) Produk Sarung Tangan Siap Jual

Proses produksi sarung tangan terdiri dari empat proses utama yaitu proses rajut, obras, *dotting* serta *packaging*. Proses produksi berlangsung di pabrik yang

terdiri dari tiga lantai. Lantai pertama digunakan untuk keperluan *raw material*, area *finished goods* serta kantor pemasaran. Lantai kedua digunakan untuk proses rajut, obras serta *packaging*. Lantai ketiga digunakan untuk proses rajut dan *dotting* sarung tangan. Berikut merupakan penjelasan dari setiap proses tersebut:

a. Proses Rajut (*Knitting*)

Proses rajut (*knitting*) merupakan proses awal produksi sarung tangan, yaitu proses merajut *raw material* berupa benang menjadi berbentuk sarung tangan. Benang yang digunakan dalam proses ini berupa benang *ziet* dan juga benang karet. Jumlah mesin rajut pada PT. X ini sekitar 300 mesin yang berasal dari Jepang dan China. Proses ini berlangsung secara otomatis dengan pengawasan oleh beberapa operator yang juga bertugas untuk mengambil hasil rajut tersebut. Gambar 4.3 menunjukkan area kerja proses rajut.



Gambar 4.3 Area Kerja Proses Rajut

Proses rajut terjadi di 2 lantai yaitu lantai 2 dan lantai 3. Hal tersebut diakibatkan banyaknya mesin rajut yang ada sehingga proses rajut tersebut terbagi dalam 2 lantai produksi. Sebelum mesin rajut bekerja, dilakukan pengangkutan *raw material* dari gudang di lantai 1 serta pemasangan benang pada setiap mesin oleh operator secara manual.

b. Proses Obras

Proses selanjutnya adalah proses obras yaitu proses merapikan jahitan pada tepi kain (pergelangan tangan) agar sarung tangan tidak berserabut. Dalam proses ini, dilakukan penambahan benang *polyester* pada pergelangan tangan. Proses obras ini dilakukan di lantai 2. Pada gambar 4.4 berikut menunjukkan area kerja proses obras.



Gambar 4.4 Area Kerja Proses Obras

Terdapat sekitar 22 mesin obras dan 22 orang operator yang bekerja dalam proses ini setiap *shift*. Produk yang diobras merupakan produk *accept* dari mesin rajut serta produk hasil tisik setelah inspeksi pada hasil proses rajut.

c. Proses *Dotting*

Proses selanjutnya adalah proses *dotting*, yaitu pemberian bintik (*dot*) pada sarung tangan yang dilakukan dengan menggunakan 2 mesin serta 3 operator setiap mesinnya. Proses *dotting* dilakukan dengan memasang sarung tangan pada mesin. Mesin kemudian akan bekerja memberi motif *dot* yang beragam dasar kalium, PVC dan resin. Proses ini berlangsung pada lantai 3 pabrik. Pada gambar 4.5 berikut menunjukkan area kerja proses *dotting*.



Gambar 4.5 Area Kerja Proses *Dotting*

d. Proses *Packaging*

Proses selanjutnya adalah proses *packaging*. Proses ini terdiri dari tiga sub tahap, yaitu *satter*, *packaging* serta pengurangan.



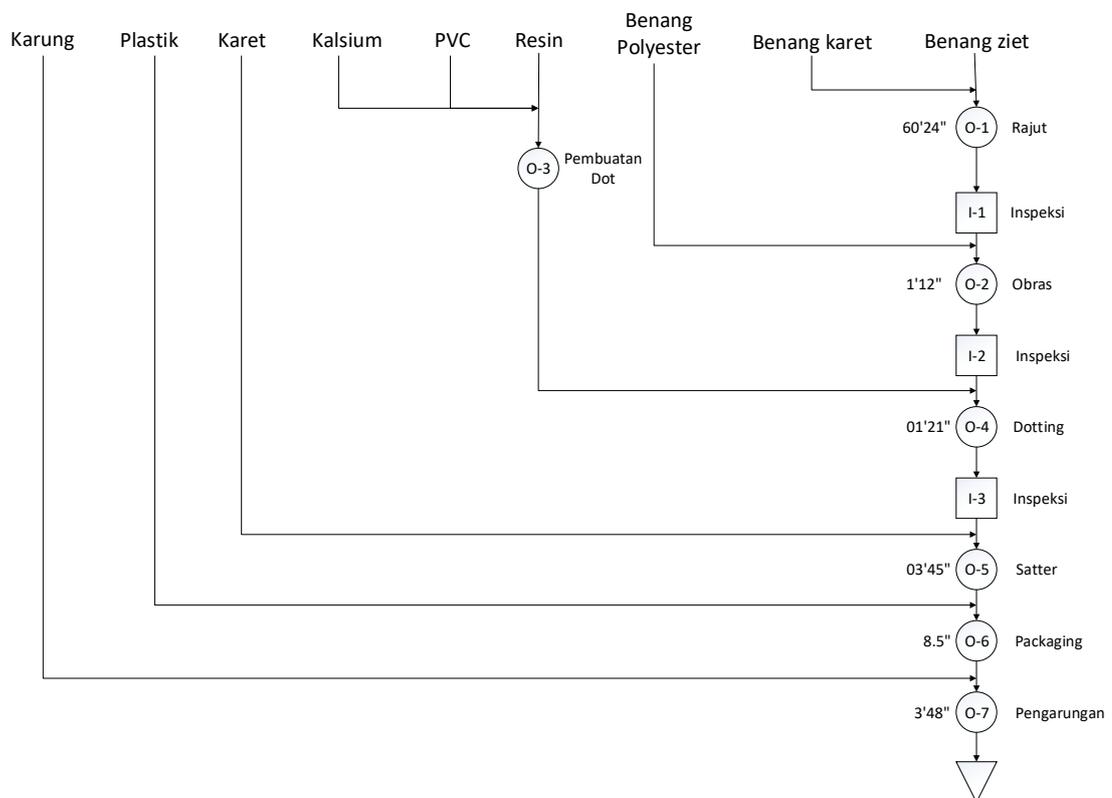
Gambar 4.6 Area Kerja Proses *Packaging*

Proses *satter* merupakan proses pemisahan produk setiap 12 pasang sarung tangan. Terdapat tujuh mesin serta operator dalam proses ini. Operator bertugas untuk mengatur penempatan dan penghitungan sarung tangan secara manual, sedangkan mesin hanya berfungsi untuk press sarung tangan yang telah

dikelompokkan tersebut untuk kemudian diberi karet oleh operator. Proses selanjutnya adalah proses *packaging* sarung tangan yang telah di *satter* kedalam kemasan plastik secara manual. Selanjutnya, proses terakhir yaitu proses pengarungan yang dilakukan dengan memasukkan sarung tangan ke dalam karung setiap 50 kemasan sarung tangan.

4.2.2 Operation Process Chart

Peta proses Operasi atau OPC adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut menjadi elemen-elemen operasi secara detail. OPC menggambarkan aliran proses berupa transportasi, operasi kerja, inspeksi, menunggu (*delay*) dan menyimpan. Dalam OPC juga ditampilkan waktu produksi tiap proses sehingga mampu mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam membuat produk sarung tangan. Pada gambar 4.7 menunjukkan OPC pada proses produksi sarung tangan dalam satu lusin.



Gambar 4.7 Operation Process Chart Produksi Sarung Tangan

Proses pembuatan sarung tangan dimulai dari material benang *ziet* dan benang karet yang kemudian akan diproses dalam mesin rajut. Proses rajut dalam 1 mesin untuk 24 sarung tangan adalah 1 jam 24 detik. Kemudian, dilakukan inspeksi pada proses tersebut untuk memisahkan produk yang akan dilanjutkan ke proses obras atau tidak. Selanjutnya pada proses obras dilakukan penambahan material benang *polyester* pada bagian ujung sarung tangan yang berlangsung selama 1 menit 12 detik. Pada proses ini juga dilakukan inspeksi sederhana dengan memisahkan produk hasil obras yang berhasil maupun yang gagal. Kegagalan dapat disebabkan kelalaian operator maupun kesalahan mesin. Proses selanjutnya adalah penambahan *dotting* yang berlangsung selama 1 menit 21 detik. *Dotting* merupakan material tambahan yang berasal dari kalium, PVC, dan renin. Pada *dotting*, dilakukan inspeksi untuk memisahkan produk yang gagal dan produk yang *accept*. Selanjutnya, dilakukan proses *satter* selama 3 menit 45 detik yaitu proses penambahan karet pada sarung tangan yang berisi 12 pasang sarung tangan. Proses kemudian dilanjutkan dengan *packaging* yang berlangsung 8.5 detik. Proses ini merupakan proses pengemasan dengan kemasan plastik untuk tiap lusin sarung tangan. Proses terakhir yaitu memasukkan kedalam karung yang berlangsung selama 3 menit 45 detik untuk setiap 50 pack sarung tangan.

4.2.3 Value Stream Mapping

Value Stream Mapping merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan aliran informasi dan aliran material pada proses produksi sarung tangan berdasarkan kondisi eksisting perusahaan. Berikut merupakan penjabaran aliran informasi dan aliran fisik VSM pada proses produksi sarung tangan.

4.2.3.1 Aliran Informasi

Berikut merupakan aliran informasi dari datangnya permintaan *customer* hingga produk dikirimkan kepada *customer*:

1. Departemen pemasaran akan menerima *order* sarung tangan sesuai spesifikasi dari *customer*.

2. Departemen pemasaran akan melakukan koordinasi dengan departemen PPIC dan produksi terkait perencanaan kebutuhan material agar *order* dapat dipenuhi dengan baik.
3. Departemen produksi kemudian membuat penjadwalan produksi sarung tangan sesuai permintaan *customer*.
4. Dilakukan pengecekan ketersediaan *raw material* oleh departemen produksi. Di gudang selalu terdapat ketersediaan *raw material* untuk mengantisipasi fluktuasi *demand* dan fluktuasi *lead time* pengiriman dari *customer*.
5. Departemen PPIC akan melakukan pemesanan *raw material* kepada *supplier* jika sudah mendekati batas *safety stock*.
6. Departemen produksi kemudian melakukan proses produksi sesuai dengan kebutuhan produksi.
7. Barang produksi yang telah selesai kemudian dibawa menuju gudang *finished goods* untuk dilakukan pencatatan sarung tangan yang telah diproduksi.
8. Barang tersebut kemudian diantarkan kepada *customer* sesuai dengan waktu pengiriman yang telah disepakati. Pengiriman dilakukan dengan pengangkutan pribadi untuk daerah Surabaya, sedangkan untuk daerah luar Surabaya menggunakan jasa ekspedisi dari 3PL.

4.2.3.2 Aliran Material

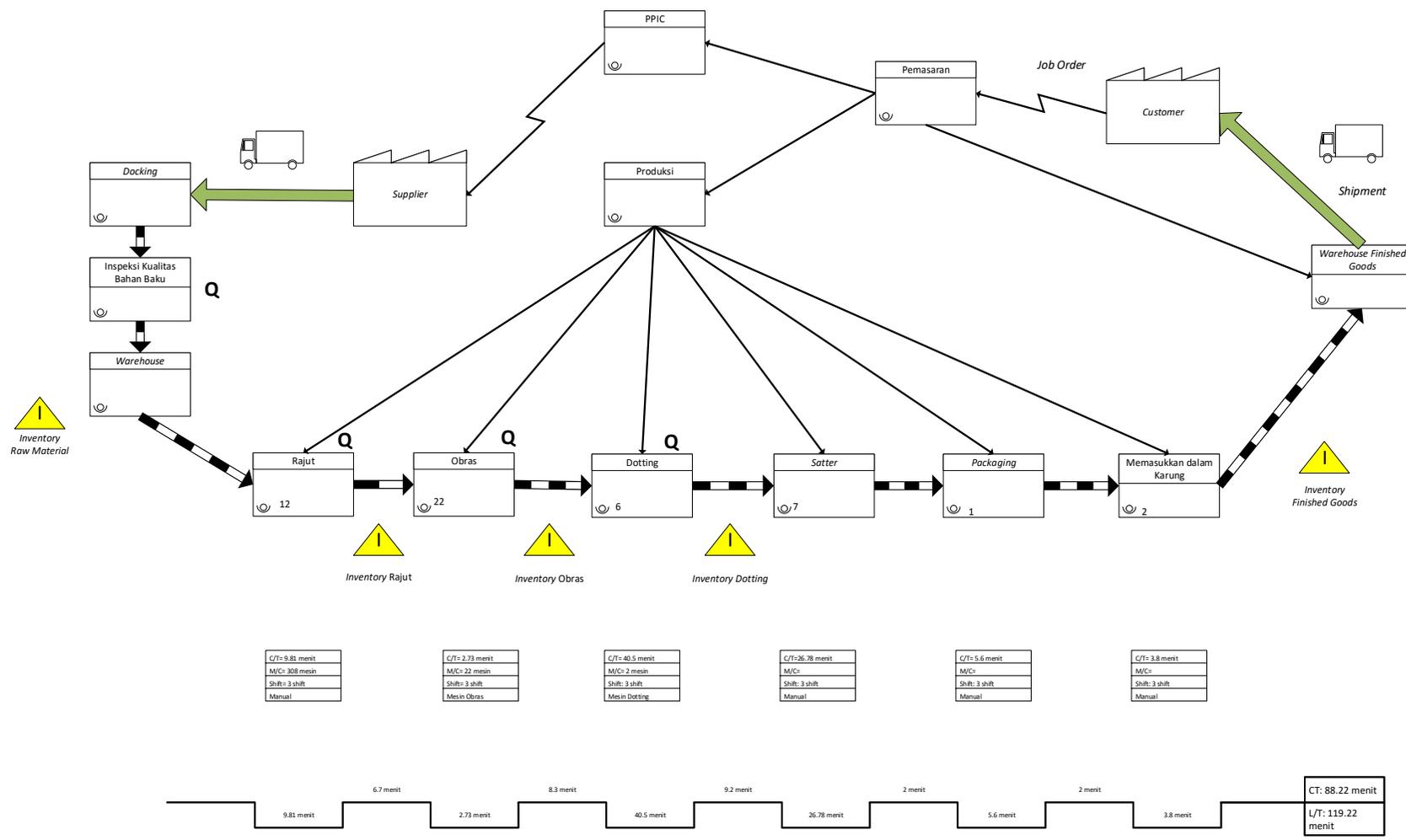
Aliran material yang terdapat pada proses produksi sarung tangan adalah sebagai berikut:

1. *Raw material* dari *supplier* kemudian diterima oleh Departemen PPIC. Kemudian, dilakukan pengecekan kualitas *raw material* tersebut untuk memastikan *raw material* tersebut dalam kondisi baik serta spesifikasi telah sesuai dengan *order* dari perusahaan.
2. *Raw material* tersebut kemudian dipindahkan menuju gudang *raw material*. Pindahan dilakukan dengan menggunakan bantuan *forklift*.
3. *Raw material* tersebut kemudian dibawa menuju rantai produksi sesuai dengan penjadwalan produksi yang telah disusun. *Material* tersebut dibawa dengan bantuan *hoist* karena proses produksi berlangsung di lantai 2 dan lantai 3. *Raw material* tersebut kemudian dirapikan di lantai produksi sebelum digunakan.

4. *Material* berupa benang karet dan benang *ziet* kemudian dipasang pada mesin rajut dengan bantuan dari operator. Kemudian dilakukan proses rajut oleh mesin rajut secara otomatis. Terdapat 308 mesin rajut yang ada pada lantai produksi dengan jumlah 12 orang operator per *shift*. Operator bertugas mengawasi jalannya mesin serta melakukan pelaporan terhadap Departemen *Engineering* jika terdapat kerusakan mesin.
5. Pada mesin rajut tersebut telah terdapat keranjang kecil sebagai tempat penyimpanan sementara sarung tangan rajut.
6. Operator kemudian melakukan pemilahan sarung tangan berdasarkan kualitas yang ada. Terdapat 4 jenis hasil dari sarung tangan rajut yaitu *accept*, *rework*, BS dan afkir. Jenis tersebut kemudian diletakkan dalam keranjang besar berdasarkan kualitas produk.
7. Produk yang tidak sesuai spesifikasi akan diberikan kepada bagian tisik untuk dilakukan proses pemilahan kembali. Pemilahan dilakukan berdasarkan kerusakan pada sarung tangan. Apabila terdapat lubang kecil pada sarung tangan, maka dilakukan proses penisikan pada hasil rajut yang kurang sempurna. Produk dengan kecacatan berupa lubang besar, ukuran tidak sesuai, jari tangan menempel akan di *reject* dan dipisahkan untuk kemudian dijual sebagai barang BS serta menjadi produk afkir yang akan dijual per kilo kepada pengepul.
8. Produk hasil mesin rajut yang *accept* serta hasil produk yang telah ditisik kemudian akan diteruskan menuju bagian obras. Terdapat 22 mesin obras dan operator pada proses ini.
9. Kemudian dilakukan pemindahan produk hasil obras menuju proses *dotting*. Terdapat 2 mesin *dotting* dengan 3 operator pada setiap mesin.
10. Setelah proses *dotting*, dilakukan proses *satter* atau pemberian karet pada sarung tangan setiap 12 pasang sarung tangan. Proses tersebut dilakukan oleh 7 operator dengan menggunakan bantuan mesin.
11. Sarung tangan kemudian dikemas kedalam plastik oleh seorang operator secara manual.
12. Sarung tangan yang telah di *packaging* kemudian diletakkan kedalam karung yang berisi 50 *packaging* sarung tangan.

13. Sarung tangan tersebut kemudian dipindahkan menuju gudang barang jadi yang terdapat pada lantai 1.
14. Pengiriman kepada konsumen sesuai dengan lokasi konsumen.

Berdasarkan aliran informasi dan aliran fisik yang telah dibuat, kemudian dilakukan penggambaran VSM secara keseluruhan. Berikut merupakan *value stream mapping* pada proses produksi sarung tangan:



Gambar 4.8 Value Stream Mapping Proses Produksi Sarung Tangan

4.3 Identifikasi Waste

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai identifikasi *waste* kritis dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model* (WAM) serta identifikasi biaya kerugian (*potential loss*) yang timbul akibat *waste*.

4.3.1 Identifikasi Waste di Perusahaan

Identifikasi *waste* berdasarkan *7-waste* dari *Toyota Production System*. Identifikasi *waste* yang ada dilakukan dengan metode wawancara dan *brainstorming* dengan pihak *expert* perusahaan. *Expert* perusahaan ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut:

- a. Mempunyai pengalaman kerja di perusahaan minimal 3 tahun.
- b. Pendidikan minimal D3.
- c. Mempunyai jabatan fungsional pada perusahaan.

Berdasarkan kriteria tersebut, kemudian dipilih 3 *expert* perusahaan yaitu *Company Manager*, *Production Manager* serta *Warehouse Manager*. Selain itu, terdapat *engineering manager* yang menjadi sumber diskusi terkait *seven waste relationship*.

Berdasarkan kriteria *expert* tersebut kemudian dilakukan diskusi terkait *waste* dengan kriteria pengelompokan *waste* yang ada pada lampiran B. Berdasarkan wawancara dan *brainstorming* tersebut, kemudian dapat diketahui adanya *7-waste* pada proses produksi sarung tangan. Berikut merupakan pemetaan jenis *waste* pada proses produksi sarung tangan di PT. X:

1. *Overproduction*

PT. X menjalankan bisnisnya dengan menggunakan sistem *make to order*, yaitu sistem produksi yang bergantung pada pesanan konsumen. PT. X telah melakukan *forecasting demand* dari *customer* untuk penjadwalan proses produksi. Namun, *forecasting demand* tersebut mempunyai peluang terjadinya kesalahan yang menyebabkan PT. X harus memiliki jumlah produks yang berlebih agar dapat memenuhi fluktuasi *demand* tersebut. Perusahaan telah menetapkan target produksi sarung tangan bulanan sebesar 112.612,5 lusin/bulan. Adanya faktor kemungkinan kesalahan dalam *forecasting* menyebabkan adanya kelebihan produksi sarung tangan. Selain itu, PT. X juga menetapkan target produksi tersebut untuk

mengantisipasi banyaknya produk yang *defect*. *Overproduction* bukan merupakan permasalahan yang besar pada proses produksi sarung tangan di PT. X karena penetapan target produksi tersebut memiliki alasan yang jelas.

2. *Waiting*

PT. X telah menetapkan sistem *preventive maintenance* pada mesin rajut, yaitu dengan penggantian oli dan jarum serta pembersihan mesin setiap pergantian *shift*. Namun, terdapat beberapa mesin yang masih harus melakukan pergantian ulang jarum saat proses produksi sedang berlangsung. Selain itu, terdapat beberapa mesin yang mengalami *breakdown* pada saat proses produksi yang menyebabkan produktivitas menurun. Adanya *breakdown* mesin tersebut mengakibatkan terdapat waktu untuk menunggu perbaikan komponen mesin. Adanya produk *defect* juga mempengaruhi *waiting* karena harus menunggu proses tistik selesai dilakukan.

3. *Transportation*

Lantai produksi pada PT. X terdiri dari 3 lantai yaitu lantai 1 untuk penerimaan *material*, gudang *raw material* serta gudang *finished goods*. Lantai 2 digunakan untuk proses rajut, proses obras, proses *satter*, proses *packaging* serta proses *balling* (memasukkan kedalam karung). Lantai 3 terdiri dari proses rajut serta proses *dotting*. Aliran proses produksi tersebut tidak searah sehingga menyebabkan pekerja harus melakukan banyak perpindahan.

Permasalahan lain yang muncul terkait transportasi adalah kurangnya fasilitas dalam *material handling*. Proses pemindahan *raw material* menuju lantai 2 dan lantai 3 menggunakan *hoist* serta bantuan pengangkut dengan kapasitas yang tidak besar, sehingga pengangkutan harus dilakukan berkali-kali.

4. *Excess process*

Excess process merupakan *waste* yang dapat disebabkan oleh penggunaan alat yang salah dalam proses produksi, ketidaksesuaian instruksi kerja serta berbagai penyebab lainnya. Pada proses produksi PT. X tidak terlihat *waste excess process* yang signifikan yaitu hanya berupa kesalahan dalam *entry* data yang disebabkan oleh kesalahan pencatatan oleh operator.

5. *Inventory*

PT. X melakukan pemesanan *inventory raw material* berdasarkan *forecast demand* sarung tangan. Pada proses produksi di PT. X, masih banyak ditemui

inventory yang menumpuk terutama pada *raw material*. Penumpukan *raw material* tersebut digunakan untuk menjaga *safety stock* serta fluktuasi *lead time* dari *supplier*, sehingga perusahaan tidak menganggap permasalahan terkait *waste*. *Inventory* lain yang banyak ditemui adalah WIP yang diakibatkan proses produksi yang terhenti pada hari Minggu yang kemudian akan dilanjutkan pada hari Senin.

6. *Motion*

Waste motion yang muncul pada PT. X terkait dengan *aisle* pada *layout* produksi sarung tangan. *Aisle* yang sempit menyebabkan terhambatnya pergerakan dari operator. Selain itu, setiap operator memiliki kemampuan yang berbeda dalam melakukan pekerjaannya. Pada proses rajut, operator hanya bertugas mengawasi, memilah dan memindahkan produk hasil rajut ke proses berikutnya. Kemudian pada proses obras dan *dotting*, operator bekerja dengan bantuan mesin sehingga dibutuhkan *skill* dari operator agar produk yang dihasilkan presisi dengan standar kualitas yang ditentukan perusahaan. Pada proses *satter*, operator bertugas untuk memisahkan sarung tangan setiap lusin untuk kemudian diberi karet dengan bantuan mesin. Kemampuan tiap operator berdampak pada efisiensi waktu pada proses tersebut. Pada proses *packaging* dan memasukkan sarung tangan kedalam karung, operator bekerja secara *manual*.

7. *Defect*

Defect merupakan permasalahan yang paling besar pada proses produksi sarung tangan di PT. X. *Defect* terbagi kedalam dua kategori, yaitu *defect rework* dan *defect reject*. *Defect rework* merupakan kerusakan berupa terdapat jahitan yang tidak sempurna dari mesin rajut, dan masih dapat diperbaiki. *Defect* ini disebabkan kesalahan pada mesin rajut berupa tidak berfungsinya salah satu jarum dalam mesin rajut. Pada gambar 4.9 merupakan contoh produk *defect* jahitan tidak sempurna.



Gambar 4.9 Contoh Produk *Defect Rework*

Defect reject merupakan *defect* yang sudah tidak dapat diperbaiki lagi karena memiliki tingkat kecacatan yang tinggi. Produk *defect* ini kemudian dibagi kedalam 2 jenis yaitu BS (Sortir) dan juga afkir. Produk BS akan dijual dengan harga yang lebih rendah sedangkan produk afkir akan dijual per kilo kepada pengepul. Terdapat 4 jenis *defect* yang terjadi pada proses produksi sarung tangan, yaitu:

- a) Jari sarung tangan menempel

Jenis *defect* ini terjadi akibat kesalahan mesin rajut berupa *cutter* mesin yang tidak mampu memotong benang dengan sempurna. Produk ini kemudian akan digolongkan menjadi produk BS. Pada gambar 4.10 merupakan contoh produk jari sarung tangan menempel:



Gambar 4.10 Contoh Produk *Defect* Jari Tangan Menempel

- b) Panjang sarung tangan tidak sesuai standar

Jenis kecacatan ini terjadi karena terjadi kesalahan dalam *dial* atau *setting* panjang pada mesin rajut. Produk ini kemudian akan digolongkan menjadi produk BS. Pada gambar 4.11 menunjukkan produk sarung tangan dengan panjang yang tidak sesuai dengan standar.



Gambar 4.11 Contoh Produk Panjang Sarung Tangan Tidak Standar

c) Lubang pada sarung tangan

Jenis *defect* ini disebabkan akibat terjadinya kesalahan pada jarum yang putus dalam jumlah yang cukup besar, serta sikat (*brush*) yang sudah aus. Produk ini kemudian akan digolongkan menjadi produk afkir. Pada gambar 4.12 menunjukkan produk *defect* lubang pada sarung tangan.



Gambar 4.12 Contoh Produk Cacat Sarung Tangan Berlubang

d) *Dotting* yang tidak sesuai

Kecacatan *dotting* ini merupakan kecacatan yang terjadi pada mesin *dotting*. Produk ini kemudian akan digolongkan menjadi produk afkir. Pada gambar 4.13 menunjukkan contoh produk *dotting* yang tidak sesuai.



Gambar 4.13 Contoh Produk *Dotting* Tidak Sesuai

4.3.2 Identifikasi *Waste* Kritis

Identifikasi *waste* kritis dilakukan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model*. Metode ini digunakan karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan perbandingan penentuan *waste* kritis dengan *Waste Assessment Model* dengan beberapa metode lain yang biasa digunakan:

Tabel 4.1 Perbandingan Metode *Waste Assessment Model* dan Metode Lain

Metode Identifikasi	Keterangan
Klasifikasi Aktivitas	<ul style="list-style-type: none"> - Hanya mengelompokkan aktivitas berdasarkan nilai aktivitas. - Tidak mampu menunjukkan peringkat kritis setiap <i>waste</i>.
Borda	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu menunjukkan peringkat setiap <i>waste</i>.

Metode Identifikasi	Keterangan
	<ul style="list-style-type: none"> - Masih menggunakan persepsi subjektivitas peringkat berdasarkan responden. -Tidak mampu menunjukkan keterkaitan antar <i>waste</i>. - Metode yang sederhana untuk diimplementasikan.
<i>Waste Assessment Model</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu menunjukkan peringkat kritis tiap <i>waste</i>. - Mampu menunjukkan keterkaitan antar <i>waste</i> pada rantai produksi. - Kuesioner yang mencakup beragam hal sehingga mampu mencapai hasil yang akurat dalam mengidentifikasi akar penyebab <i>waste</i>.

Proses pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara serta pengisian kuesioner yang telah dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Diskusi dilakukan untuk menyamakan persepsi serta dampak dari keterkaitan antar *waste*, dan penyebaran kuesioner dilakukan untuk mendapatkan bobot pada tiap kriteria *waste*. Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam metode *Waste Assessment Model*.

4.3.2.1 *Seven Waste Relationship*

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antar *waste* dengan penjelasan keterkaitan yang dipaparkan pada lampiran A. Perhitungan keterkaitan antar *waste* dilakukan dengan diskusi terhadap pihak *expert* perusahaan yaitu *company manager*, *production manager* dan *warehouse manager*. Pembobotan dilakukan berdasarkan kriteria yang dikembangkan oleh Rawabdeh (2005). Berikut merupakan aspek pertanyaan dan bobot untuk setiap pertanyaan dalam metode Rawabdeh (2005):

Tabel 4.2 Pertanyaan dalam *Seven Waste Relationship*

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

Setelah dilakukan wawancara dan pengisian kuesioner berdasarkan aspek pertanyaan Rawabdeh, kemudian didapat hasil skor dari tingkat keterkaitan antar *waste* yang kemudian akan dikonversikan kedalam nilai berikut:

Tabel 4.3 Konversi Nilai *Seven aste Relationship*

Range	Jenis Hubungan	Simbol
17-20	<i>Absolutely Necessary</i>	A
13-16	<i>Especially Important</i>	E
9-12	<i>Important</i>	I
5-8	<i>Ordinary Closeness</i>	O
1-4	<i>Unimportant</i>	U

Berikut merupakan hasil skor dan tingkat keterkaitan antar *waste* pada proses produksi sarung tangan:

Tabel 4.4 Hasil Kuesioner *Seven Waste Relationship*

<i>Relationship</i>	Pertanyaan						Total Skor	Simbol
	1	2	3	4	5	6		
O_I	2	0	0	0	1	0	3	U
O_D	2	2	4	1	1	2	12	I
I_O	2	0	2	0	1	2	7	O
I_D	0	1	2	0	1	0	4	U
D_O	2	1	2	0	1	2	8	O
D_I	2	1	2	0	1	2	8	O
M_I	0	0	0	0	2	0	2	U
M_D	4	2	4	1	2	4	17	A
T_O	2	0	0	0	1	0	3	U
T_I	0	1	0	1	1	0	3	U
T_D	0	0	0	0	1	0	1	U
P_O	0	0	0	0	1	0	1	U
P_I	0	0	0	0	2	0	2	U
W_O	0	0	0	0	1	0	1	U
W_I	2	1	2	1	0	2	8	O

4.3.2.2 *Waste Relationship matrix*

Berdasarkan hasil keterkaitan antar *waste* pada tabel 4.4, kemudian dilakukan pembuatan matriks relasi antar *waste*. Berikut merupakan *waste relationship matrix* pada proses produksi sarung tangan:

Tabel 4.5 Hasil Waste Relationship matrix

F/T	O	I	D	M
O	A	U	I	U
I	O	A	U	U
D	O	I	A	I

Kemudian dilakukan penyederhanaan matriks dengan cara mengkonversikan ke dalam persentase. Matriks tersebut dikonversikan ke dalam angka sesuai acuan A=10; E=8; I=6; O=4; U=2; X=0. Berikut merupakan hasil konversi *waste relationship matrix* pada proses produksi sarung tangan:

Tabel 4.6 Waste Matrix Value

F/T	O	I	D	Skor	%
O	10	2	6	26	12.75
I	4	10	2	22	10.78
D	4	4	10	36	17.65
%	11.76	13.73	24.51	100.00	

Berdasarkan tabel 4.6, dapat diketahui nilai “*from*” dan “*to*” dari setiap *waste* yang ada. Nilai *from* terbesar berada pada *from defect* Hal tersebut mengindikasikan bahwa *waste* yang timbul pada lantai produksi banyak diakibatkan oleh *defect*. Sedangkan, nilai *to* terbesar yaitu *to defect* Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh terbesar berdampak kepada munculnya *waste defect*.

4.3.2.3 Waste Assessment Questionnaire

Nilai *waste* yang didapat pada WRM kemudian digunakan sebagai penilaian awal WAQ berdasarkan jenis pertanyaan. Kuesioner *assessment* ini terdiri dari 32 pertanyaan yang telah disesuaikan dengan kondisi perusahaan serta telah dikelompokkan berdasarkan kategori *waste*. Kuesioner ini merupakan kuesioner dalam Metode *Waste Assessment Model* yang digunakan untuk menentukan tingkat kritis dari suatu *waste*. Beberapa pertanyaan ditandai dengan tulisan “*from*” dan “*to*”. Pertanyaan jenis “*from*” menjelaskan bahwa jenis *waste* tersebut dapat memicu munculnya jenis *waste*. Sedangkan pertanyaan jenis “*to*” menjelaskan

bahwa *waste* yang ada dapat terjadi karena dipengaruhi oleh *waste* lainnya. Pilihan jawaban pada kuesioner terdiri dari 2 jenis, yaitu:

- Kategori A, jika jawaban “Ya” maka skor 1, jawaban “Sedang” memiliki skor 0.5 dan jawaban “Tidak” memiliki skor 0.
- Kategori B, jika jawaban “Ya” maka skor 0, jawaban “Sedang” memiliki skor 0.5 dan jawaban “Tidak” memiliki skor 1.

Kemudian dilakukan pengukuran peringkat *waste* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan dan menghitung jumlah pertanyaan (Ni) dalam kuesioner sesuai dengan jenis pertanyaan. Berikut merupakan hasil pengelompokan dan perhitungan jenis pertanyaan:

Tabel 4.7 Jumlah Pertanyaan WAQ

No	Jenis Pertanyaan	Total
1	<i>From Overproduction</i>	2
2	<i>From Inventory</i>	3
3	<i>From Defect</i>	5
TOTAL		32

2. Memasukkan bobot tiap pertanyaan kuesioner berdasarkan WRM. Berikut merupakan tabel yang menunjukkan bobot tiap pertanyaan dalam kuesioner:

Tabel 4.8 Nilai Awal Berdasarkan Waste Matrix Value

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
1	Man	<i>From Motion</i>	0	2	10	10	0	4	4
2		<i>From Defect</i>	4	4	10	6	6	0	6
3	Material	<i>To Waiting</i>	2	0	6	4	8	8	10
4		<i>From Waiting</i>	2	4	10	0	0	0	10
5		<i>From Inventory</i>	4	10	2	2	4	0	0
6		<i>From Defect</i>	4	4	10	6	6	0	6
7		<i>To Motion</i>	2	2	6	10	4	2	0
8		<i>From Defect</i>	4	4	10	6	6	0	6
9		<i>From Motion</i>	0	2	10	10	0	4	4
10		<i>From Inventory</i>	4	10	2	2	4	0	0
11		<i>From Inventory</i>	4	10	2	2	4	0	0

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Bobot Awal Tiap Jenis Waste						
			O	I	D	M	T	P	W
12		To Waiting	2	0	6	4	8	8	10
13		From Defect	4	4	10	6	6	0	6
14		From Waiting	2	4	10	0	0	0	10
15		From Overproduction	10	2	6	2	4	0	2

3. Menghitung jumlah skor (Sj) dan frekuensi (Fj) tiap jenis waste. Perhitungan awal dilakukan dengan membagi nilai awal tiap baris dengan jumlah pertanyaan yang dikelompokkan (Ni) untuk menghilangkan efek variasi setiap pertanyaan. Berikut merupakan hasil perhitungan jumlah skor (Sj) dan frekuensi (Fj):

Tabel 4.9 Perhitungan Jumlah Skor (Sj) dan Frekuensi (Fj) Tiap Jenis Waste

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Ni	Bobot Awal Tiap Jenis Waste						
				O	I	D	M	T	P	W
1	Man	From Motion	4	0	0.5	2.5	2.5	0	1	1
2		From Defect	5	0.8	0.8	2	1.2	1.2	0	1.2
3	Material	To Waiting	3	0.67	0	2	1.33	2.67	2.67	3.33
4		From Waiting	4	0.5	1	2.5	0	0	0	2.5
5		From Inventory	3	1.33	3.33	0.67	0.67	1.33	0	0
6		From Defect	5	0.8	0.8	2	1.2	1.2	0	1.2
7		To Motion	4	0.5	0.5	1.5	2.5	1	0.5	0
8		From Defect	5	0.8	0.8	2	1.2	1.2	0	1.2
9		From Motion	4	0	0.5	2.5	2.5	0	1	1
10		From Inventory	3	1.33	3.33	0.67	0.67	1.33	0	0
11		From Inventory	3	1.33	3.33	0.67	0.67	1.33	0	0
12		To Waiting	3	0.67	0	2	1.33	2.67	2.67	3.33
13		From Defect	5	0.8	0.8	2	1.2	1.2	0	1.2
14		From Waiting	4	0.5	1	2.5	0	0	0	2.5
15		From Overproduction	2	5	1	3	1	2	0	1

Contoh perhitungan waste kategori man, hubungan from defect, jenis waste overproduction:

$$Ni = 5$$

$$\text{Nilai awal (Tabel 4.8)} = 4$$

$$\text{Nilai} = \text{Nilai awal} : Ni$$

$$= 4 : 5$$

$$= 0.8$$

Contoh perhitungan total skor *overproduction* (Sj):

$$\begin{aligned} S_j \text{ Overproduction} &= 0,8 + 0,67 + 0,5 + 1,33 + 0,8 + 0,5 + 0,8 + 1,33 + 1,33 + \\ &0,67 + 0,8 + \\ &0,5 + 5 + 0,67 + 0,67 + 2 + 5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 2 + 0,8 + \\ &0,67 + 6 + 2 + 0,5 + 0,67 \\ &= 37,5 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan frekuensi (Fj) *overproduction*:

$$\begin{aligned} F_j \text{ Overproduction} &= \text{jumlah waste yang skornya tidak 0} \\ &= 27 \end{aligned}$$

4. Memasukkan nilai hasil kuesioner WAQ kedalam tiap bobot. Berikut merupakan rekapitulasi hasil kuesioner WAQ:

Tabel 4.10 Hasil Pembobotan Waste Assessment Questionnaire

No	Jenis Pertanyaan	Kategori Pertanyaan	Jawaban			
			1	2	3	Average
Kategori 1: Man						
1	<i>From Motion</i>	B	0	0	0	0
2	<i>From Defect</i>	B	0.5	0.5	0.5	0.5
Kategori 2: Material						
3	<i>To Waiting</i>	B	0	0	0.5	0.17
4	<i>From Waiting</i>	B	0.5	0	0.5	0.33
5	<i>From Inventory</i>	A	0	0	0	0
6	<i>From Defect</i>	A	0	0.5	0.5	0.33
7	<i>To Motion</i>	A	0.5	0.5	0.5	0.5
8	<i>From Defect</i>	B	0	0	0	0
9	<i>From Motion</i>	B	0.5	0	0.5	0.33

5. Menghitung total skor (sj) dan frekuensi (fj) untuk tiap *waste*. Hasil kuesioner WAQ tersebut menjadi bobot yang kemudian dikalikan dengan nilai awal tiap baris. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan skor (sj) dan frekuensi (fj) berdasarkan bobot WAQ:

Tabel 4.11 Perhitungan Total Skor (sj) dan Frekuensi (fj) Berdasarkan Bobot WAQ

No	Aspek Pertanyaan	Jenis Pertanyaan (i)	Rata-Rata Jawaban	Bobot Awal Tiap Jenis Waste						
				O	I	D	M	T	P	W
1	Man	From Motion	0	0	0	0	0	0	0	0
2		From Defect	0.5	0.4	0.4	1	0.6	0.6	0	0.6
3	Material	To Waiting	0.17	0.1 1	0	0.33	2	0.44	0.44	0.5 6
4		From Waiting	0.33	0.1 7	0.3 3	0.83	0	0	0	0.8 3
5		From Inventory	0.00	0	0	0	0	0	0	0
6		From Defect	0.33	0.2 7	0.2 7	0.67	0.4	0.4	0	0.4
7		To Motion	0.50	0.2 5	0.2 5	0.75	1.2 5	0.5	0.25	0
8		From Defect	0.00	0	0	0	0	0	0	0
9		From Motion	0.33	0 7	0.1 7	0.83	0.8 3	0	0.33	0.3 3
10		From Inventory	0.50	0.6 7	1.6 7	0.33	0.3 3	0.67	0	0
11		From Inventory	0.83	1.1 1	2.7 8	0.56	0.5 6	1.11	0	0
12		To Waiting	0.33	0.2 2	0	0.67	0.4 4	0.89	0.89	1.1 1
13		From Defect	0.67	0.5 3	0.5 3	1.33333 3	0.8	0.8	0	0.8
14		From Waiting	0.33	0.1 7	0.3 3	0.83333 3	0	0	0	0.8 3
15		From Overproduction	0.33	1.6 7	0.3 3	1	0.3 3	0.67	0	0.3 3

Contoh perhitungan nilai waste kategori man, hubungan from defect, jenis waste overproduction:

$$\text{Bobot} = 0,5$$

$$\text{Nilai Awal (Tabel 4.9)} = 0,8$$

$$\text{Nilai} = \text{Nilai Awal} \times \text{Rata-Rata Jawaban}$$

$$= 0,8 \times 0,5$$

$$= 0,4$$

Contoh perhitungan skor total (sj) overproduction:

$$\text{sj Overproduction} = 0,4 + 0,11 + 0,17 + 0,27 + 0,25 + 0,67 + 1,11 + 0,22 + 0,53 + 0,17 +$$

$$1,67 + 0,22 + 0,22 + 0,67 + 5 + 0,25 + 0,17 + 0,17 + 1 + 0,27 + 0,22 + 0,67 + 0,17 + 0,33$$

$$= 14,91$$

Contoh perhitungan frekuensi (f_j) *overproduction*:

$$f_j \text{ overproduction} = \text{jumlah waste yang tidak bernilai 0} \\ = 24$$

6. Menghitung indikator awal tiap *waste* (Y_j), nilai final *waste* faktor (Y_j Final), memasukkan probabilitas pengaruh antar *waste* (P_j) untuk kemudian diketahui peringkat dari tiap *waste*.

Tabel 4.12 Perhitungan Peringkat Waste

	O	I
Skor (Y_j)	0.35	0.34
Pj Factor	149.94	148.02
Final Result (Y_j Final)	53.00	49.60
Persentase	12.65%	11.84%
	4	5

Berikut merupakan contoh perhitungan skor (Y_j) pada *waste overproduction*:

$$Y_j \text{ overproduction} = \frac{s_j}{S_j} \times \frac{f_j}{F_j} \\ = \frac{14,91}{37,5} \times \frac{24}{27} \\ = 0,35$$

Berikut merupakan contoh perhitungan P_j *factor overproduction*:

$$P_j \text{ Overproduction} = \text{Skor "from" overproduction} \times \text{Skor "to" overproduction} \\ = 12,75 \times 11,76 \\ = 149,94$$

Berikut merupakan contoh perhitungan hasil final (Y_j Final) *waste overproduction*:

$$Y_j \text{ Final Overproduction} = Y_j \text{ overproduction} \times P_j \text{ Overproduction} \\ = 0,35 \times 149,94 \\ = 53$$

Berikut merupakan contoh perhitungan persentase pada *waste overproduction*:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Overproduction} &= \frac{Yj \text{ Final}}{Yj \text{ Total}} \\
 &= \frac{53}{418,91} \\
 &= 12,65\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik pada gambar 4.14, dapat diketahui bahwa 3 *waste* kritis pada perusahaan yaitu *defect*, *waiting* serta *transportation*. Berdasarkan data tersebut, kemudian akan dilakukan perhitungan biaya kerugian akibat *waste* serta analisis terhadap penyebab *waste* serta rekomendasi perbaikan yang akan diberikan.

4.3.3 Identifikasi Biaya Kerugian Akibat *Waste*

Pada subbab ini akan dilakukan perhitungan biaya untuk menunjukkan besarnya nilai *potential loss* yang terjadi akibat adanya *waste* pada perusahaan.

1. *Defect*

Biaya kerugian akibat *waste* terdiri dari biaya *potential loss* produk BS, *potential loss* produk akhir serta biaya tenaga kerja proses *rework*. Berikut merupakan penjelasan dari setiap produk *defect* yang terjadi pada PT. X.

a. *Potential loss* Produk BS (Sortir)

Berikut merupakan data terjadinya produk BS selama bulan Juni 2017 hingga Agustus 2017:

Tabel 4.13 Persentase Jumlah *Defect* BS Periode Juni-Agustus 2017

	Juni-17	Juli-17	Agustus-17
Produksi	43000	73850	76300
<i>Defect</i>	2000	8550	3550
Persentase <i>Defect</i>	4.6512%	11.5775%	4.6527%

Sumber: Data Penjualan PT. X

Produk BS tersebut kemudian akan dijual kepada *customer* dengan harga dibawah harga produk standar. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan biaya *potential loss* akibat *defect* produk BS:

Tabel 4.14 Biaya Kerugian Akibat Produk BS

Benang	Harga Awal	Harga Defect	Persentase Penurunan Harga	Total Defect	Total Kerugian
Benang 4	11,600	7,000	39.66%	1,000	4,600,000
Benang 5	13,000	8,159	37.24%	4,150	20,089,773
Benang 6	15,900	8,990	43.46%	4,450	30,749,949
Benang 7	18,600	4,773	74.34%	250	2,263,636
Benang Bleach	17,200	11,424	33.58%	4,250	24,546,970
TOTAL			45.65%	14,100	82,250,328

Sumber: Data Penjualan PT. X

Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui jika produk BS mengalami penurunan harga penjualan sebesar 45.65% dengan total kerugian selama 3 bulan sebesar Rp. 82.250.328.

b. *Potential loss* Produk Afkir

Berikut merupakan data terjadinya produk afkir selama bulan Juni 2017 hingga Agustus 2017:

Tabel 4.15 Persentase Jumlah Defect Afkir Periode Juni-Agustus 2017

	Jun-17	Jul-17	Agu-17
Produksi	43000	73850	76300
<i>Defect</i>	1,045	1,580	1,396
<i>Persentase Defect</i>	2,43%	2,14%	1,83%

Produk afkir tersebut tidak dapat dijual kepada konsumen sehingga mengakibatkan kerugian finansial yang besar bagi perusahaan. Perhitungan kerugian dilakukan dengan menggunakan harga rata-rata semua jenis produk sarung tangan yaitu sebesar Rp 15.260. Berikut merupakan biaya *potential loss* yang terjadi akibat produk afkir:

Tabel 4.16 Biaya Kerugian Akibat Produk Afkir

	Jun-17	Jul-17	Agu-17
<i>Defect</i>	1,045	1,580	1,396
<i>Potential loss</i>	15,945,174	24,116,751	21,307,385
Total	Rp 61,369,311		

Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa besarnya biaya kerugian yang ditimbulkan akibat *defect* akhir adalah sebesar Rp 61.369.311

c. Biaya Akibat Pekerja *Rework*

Proses *rework* dikerjakan oleh 2 orang operator yang melakukan tisik pada produk dengan rajutan yang kurang sempurna. Besarnya biaya pekerja tersebut mengikuti UMR Kota Surabaya. Berikut merupakan perhitungan biaya kerugian akibat adanya produk *rework*:

$$\begin{aligned} \text{UMR Kota Surabaya} &= \text{Rp } 3.583.312 \\ \text{Biaya tenaga kerja} &= \text{Rp } 3.583.312 \times 2 \\ &= \text{Rp } 7.166.624 \end{aligned}$$

Sehingga, selama 3 bulan biaya *potential loss* akibat hire pekerja *rework* adalah sebesar Rp 21.499.872.

Berdasarkan ketiga komponen biaya tersebut, dapat diketahui total biaya kerugian akibat *potential loss* produk *defect* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.17 Biaya Kerugian Akibat Defect

<i>Potential loss</i>	Jumlah
Produk BS (Sortir)	Rp 82,250,328
Produk Afkir	Rp 61,369,311
Tenaga Kerja <i>Rework</i>	Rp 21,499,872
Total	Rp 165,119,511

2. *Waiting*

Waste waiting pada proses produksi sarung tangan PT. X adalah mesin rajut dan mesin *dotting* yang sering mengalami *breakdown*. Kerusakan yang terjadi pada mesin rajut diantaranya adalah jarum yang sering patah saat proses produksi

berlangsung. Perusahaan telah menetapkan peraturan *repair* jarum setiap 1 *shift* (8 jam) pada semua mesin rajut, namun masih terdapat banyak jarum yang patah diluar jadwal *maintenance* tersebut. Namun, perusahaan tidak memiliki data terkait pergantian jarum yang patah saat proses produksi berlangsung. Oleh karena itu, dilakukan wawancara terkait rata-rata kerusakan yang terjadi. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa dalam 1 *shift* rata-rata terjadi 20 mesin dengan jarum patah. Waktu pergantian jarum tersebut sekitar 1-5 menit tergantung pada kemampuan operator dan ketersediaan *sparepart*. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan dengan menggunakan data *random* Excel [=RANDBETWEEN(1;5)] sebanyak 100 data. Berdasarkan hasil *running*, didapatkan nilai rata-rata pergantian jarum sebesar 2,4 menit.

Berdasarkan data tersebut, kemudian dilakukan perhitungan total pergantian jarum selama periode Juni 2017 hingga Agustus 2017. Jumlah mesin yang mengalami pergantian jarum selama 1 *shift* sebesar 20 mesin, sehingga terjadi sekitar 60 mesin yang mengalami pergantian jarum dalam sehari. Kemudian dilakukan perhitungan *potential loss* akibat pergantian jarum pada tabel 4.18:

Tabel 4.18 Biaya Kerugian Akibat Pergantian Jarum Patah

	Pergantian /hari	Hari Kerja	Pergantian/ Bulan	Waktu Pergantian (menit)	CT Iusin (menit)	Cycle Loss
Jun-17	60	26	1560	3744	60.5	61.8843
Jul-17	60	26	1560	3744		61.8843
Agu-17	60	27	1620	3888		64.2644 6
Total						

Selain itu, terjadi *breakdown* mesin yang terjadi hingga mesin tidak dapat digunakan. Berdasarkan data wawancara yang didapat, dalam sebulan terjadi sekitar 12 hingga 18 mesin rajut serta 1 hingga 2 kali mesin *dotting* mengalami *breakdown*. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan dengan menggunakan data *random* Excel pada mesin rajut [=RANDBETWEEN(12;18)] dan pada mesin *dotting* [=RANDBETWEEN(1;2)] sebanyak 100 data untuk masing-masing mesin.

Berdasarkan hasil *running*, didapatkan nilai rata-rata jumlah kerusakan mesin rajut adalah 15.5 mesin/bulan dan kerusakan mesin *dotting* adalah 1.7 mesin/bulan.

Waktu perbaikan tergantung pada ketersediaan *part* serta penjadwalan teknisi. Rata-rata perbaikan untuk mesin rajut adalah 30 menit dan untuk mesin *dotting* adalah 240 menit. Pada tabel 4.19 menunjukkan perhitungan *potential loss* akibat mesin *breakdown*:

Tabel 4.19 Biaya Kerugian Akibat *Breakdown* Mesin

	<i>Breakdown Machine</i>	<i>Repair Time (minutes)</i>	<i>Losses (Minute)</i>	<i>CT (minute)</i>	<i>Cycle Loss</i>
Rajut	15.5	30	465	60.5	7.68595
<i>Dotting</i>	1.7	240	408	1.33	306.7669

3. *Transportation*

Terdapat beberapa permasalahan penyebab *waste transportation* diantaranya adalah kurangnya fasilitas dalam *material handling*. Proses pemindahan *raw material* menuju lantai 2 dan lantai 3 menggunakan *hoist* serta bantuan pengangkut dengan kapasitas yang tidak besar, sehingga pengangkutan harus dilakukan berkali-kali. Namun begitu, tidak terdapat *potential loss* pada perusahaan karena tidak terdapat data perbandingan terkait waktu *material handling* pada proses perbaikan.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dilakukan analisis berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis meliputi analisis *Value Stream Mapping*, analisis *waste* kritis berdasarkan *waste assessment* model serta analisis *waste* kritis dengan menggunakan *root cause analysis* serta *failure mode and effect analysis*.

5.1 Analisis Operation Process Chart dan Value Stream Mapping

Pada bab 4.2 telah dijelaskan mengenai proses produksi eksisting pada perusahaan melalui penggambaran *Operation Process Chart* (OPC) dan *Value Stream Mapping* (VSM). Melalui OPC, dapat diketahui alur proses produksi serta waktu yang terjadi untuk setiap proses tersebut. OPC lebih menggambarkan proses produksi secara diskrit, sehingga mampu mengetahui waktu operasi dari tiap proses. Penggambaran OPC tersebut dapat digunakan untuk melakukan penentuan jumlah mesin/fasilitas agar tidak terjadi *bottleneck* pada rantai produksi. Berdasarkan OPC yang telah digambarkan, dapat diketahui bahwa proses paling lama terjadi pada proses rajut. Proses rajut selusin sarung tangan berlangsung selama 1 jam 24 detik, Oleh karena itu, dibutuhkan banyak mesin rajut yang digunakan agar tidak terjadi *bottleneck* pada proses produksi sarung tangan. Perusahaan pun telah menyadari hal tersebut sehingga mereka melakukan investasi besar terhadap mesin yang berjumlah 308 mesin rajut. Secara keseluruhan, perusahaan telah melakukan penggambaran umum atau perkiraan berdasarkan waktu standar tiap proses, namun tidak terlalu akurat sehingga masih terdapat beberapa proses *waiting* pada proses produksi perusahaan.

Penggambaran VSM dilakukan untuk mengetahui aliran informasi dan aliran fisik dari proses produksi. Dalam VSM kita dapat mengetahui waktu siklus dan waktu *lead time* dari proses produksi di perusahaan. Waktu siklus merupakan waktu operasi pembuatan sarung tangan dari pengantaran *raw material* menuju rantai produksi hingga sarung tangan diletakkan dalam gudang *finished goods*. Sedangkan waktu *lead time* merupakan waktu standar pembuatan sarung tangan

dari pengantaran *raw material* menuju rantai produksi hingga sarung tangan diletakkan dalam gudang *finished goods*. Berdasarkan subbab 4.2.2 dapat diketahui waktu siklus pembuatan 1 karung (50 lusin) sarung tangan adalah sebesar 88.22 menit dengan waktu *lead time* sebesar 119.22 menit. Waktu tersebut menunjukkan persentase waktu operasi sebesar 73,99%. Sedangkan, 26,01% lainnya merupakan waktu yang digunakan untuk pemindahan material, pemilahan dan lain-lain. Berdasarkan diagram VSM dapat diketahui bahwa waktu proses paling lama terdapat pada proses *dotting* yaitu sebesar 40.5 menit. Namun, tidak semua proses produksi melewati proses *dotting*, sehingga intensitas produk tidak terlalu tinggi dan tidak menyebabkan terjadinya *bottleneck*. Dalam diagram VSM ditunjukkan bahwa waktu yang diperlukan pada proses *satter* sebesar 26.78 menit. Hal tersebut mengindikasikan terdapat waktu proses yang berpotensi menyebabkan *bottleneck*. Untuk *lead time*, terdiri dari waktu transportasi, pemilahan serta proses memasukkan ke dalam karung. Waktu paling lama terdapat pada proses *dotting* ke *satter*.

Berdasarkan VSM, dapat diketahui masih terdapat beberapa *waste* pada proses produksi sarung tangan. *Waste* yang terlihat dalam proses produksi sarung tangan berdasarkan VSM adalah *waiting*, *transportation* dan *inventory*. *Waste waiting* dan *transportation* dapat terlihat berdasarkan waktu siklus sebesar 73,99%. Hal tersebut menunjukkan terdapat proses yang masih dapat di-*improve*. Selain itu, berdasarkan VSM dapat diketahui terdapat penumpukan *inventory* pada proses rajut, obras, dan *dotting*.

5.2 Analisis Waste Kritis Berdasarkan Metode Waste Assessment Model

Analisis *waste* dilakukan dengan observasi langsung serta wawancara dengan *expert* perusahaan yang terdiri dari *company manager*, *production manager* dan *warehouse manager*. *Waste* yang diamati merupakan 7 *waste* yaitu *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *excess processing*, *inventory*, *motion*, dan *defect*. Penentuan *waste* kritis dilakukan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model*. Metode ini memiliki beberapa kelebihan diantaranya mampu menunjukkan tingkat kritis tiap *waste*, mampu menunjukkan keterkaitan antar *waste* pada rantai produksi, serta telah terdapat kuesioner yang mencakup beragam

hal sehingga mampu mencapai hasil yang akurat dalam menentukan *waste* kritis. Selain itu, metode ini juga mampu meminimalisir subjektivitas melalui kriteria penilaian dalam kuesioner yang didasarkan pada kondisi aktual dalam perusahaan.

Terdapat 3 tahap utama dalam *Waste Assessment Model*, yaitu *seven waste relationship*, *waste relationship matrix* serta *waste assessment questionnaire*. Pada tahap *seven waste relationship* dan *waste relationship matrix* (WRM) bertujuan untuk mencari keterkaitan antar *waste*. WRM merupakan kelanjutan *seven waste relationship* dengan mengkonversikan huruf kedalam angka sesuai dengan metode yang telah ditetapkan. Berdasarkan pengolahan data pada bab 4.3.2.2 dapat diketahui bahwa *waste from* terbesar adalah *from defect*. Kedua *waste* tersebut merupakan *waste* yang paling berpengaruh terhadap munculnya *waste* lainnya dalam rantai produksi. Berdasarkan tabel 4.6, dapat diketahui bahwa *from defect* berdampak paling besar (*Important*) terhadap *to motion*, *to transportation* dan *to waiting*.

Dampak *waste* terbesar yang muncul dari proses produksi sarung tangan tersebut adalah *to defect*. Berdasarkan tabel 4.6, diketahui bahwa penyebab *defect* terbesar merupakan *motion*, *process*, dan *waiting* dengan hubungan *absolutely necessary*.

Pada tahap ketiga metode WAM yaitu *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). WAQ menggunakan *input* dari WRM dan juga menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang telah disusun oleh Rawabdeh (2005) sesuai dengan permasalahan yang sering muncul pada berbagai perusahaan. *Output* dari WAQ ini adalah mengetahui peringkat dari masing-masing *waste* pada perusahaan. Berdasarkan hasil pengolahan data yang terlihat pada tabel 4.12, dapat diketahui bahwa *waste* kritis yang terjadi pada perusahaan adalah *defect*, *waiting* dan *transportation*. *Defect* merupakan *waste* yang paling dominan dengan persentase yang jauh melebihi *waste* lainnya. Hal tersebut dikarenakan tingkat *defect* pada produksi sarung tangan masih sangat tinggi. Pihak perusahaan pun menyadari besarnya permasalahan *defect* tersebut sehingga merasa sangat membutuhkan *improvement* terhadap penanganan *defect* tersebut. Sedangkan, *waste waiting* yang muncul diantaranya adanya waktu tunggu antar proses, serta beberapa mesin yang mengalami *breakdown* saat proses produksi berlangsung. *Waste transportation*

yang terjadi diantaranya adalah kurangnya *material handling* yang ada serta adanya permasalahan pada *layout* produksi.

5.3 Analisis Waste Kritis dengan Root Cause Analysis

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai akar penyebab permasalahan *waste* kritis pada proses produksi sarung tangan. *Waste* kritis yang akan diamati adalah *defect*, *waiting* dan *transportation*. Pencarian akar masalah dilakukan dengan menggunakan *tools 5 Why's*. Pembuatan RCA dilakukan berdasarkan pengamatan serta wawancara dan pengumpulan data selama dilakukannya penelitian.

5.3.1 Waste Kritis Defect

Defect merupakan *waste* paling kritis dalam proses produksi sarung tangan. Hal tersebut diakibatkan *waste defect* akan menyebabkan penurunan produktivitas serta kerugian finansial yang besar pada perusahaan. Selain itu, *defect* juga menyebabkan perusahaan harus menyiapkan *inventory* tambahan untuk menjaga produksi agar berjalan stabil. Dalam *defect*, terdapat 5 *defect* utama berdasarkan *Critical To Quality* (CTQ). *Defect* tersebut terbagi dalam jahitan yang tidak sempurna, panjang jari sarung tangan tidak sesuai standar, lubang besar pada sarung tangan, jahitan menempel antar jari serta *dotting* yang tidak sesuai spesifikasi. Pada tabel 5.1 menunjukkan RCA 5 *Why's* untuk produk *defect*.

Tabel 5.1 5 Why's Defect Kritis Defect

Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Defect	Rajutan sarung tangan tidak sempurna	Terjadi kerusakan jarum pada mesin	Terdapat jarum yang patah	Plat kepala <i>hook</i> tidak mengait pada jarum	Terjadi pergeseran plat pada <i>hook</i> akibat getaran	
	Panjang jari sarung tangan tidak sesuai spesifikasi	<i>Setting</i> mesin bermasalah	Gramasi bahan baku turun	<i>Twist</i> bahan baku benang bermasalah	Bahan baku tersimpan pada tempat yang lembab	
			Terjadi pergeseran <i>dial</i>			
			Rantai untuk <i>setting</i> mesin putus	Rantai telah lama digunakan		
	Terjadi lubang besar pada sarung tangan	Terjadi kerusakan komponen/part mesin	Terdapat beberapa jarum yang patah	Plat kepala <i>hook</i> tidak mengait pada jarum	Terjadi pergeseran plat pada <i>hook</i> akibat getaran	
			Saat jarum naik, <i>brush</i> tidak terbuka	Bulu pada <i>brush</i> sudah rontok	Kualitas <i>brush</i> yang tidak baik	
			<i>Cutter</i> mesin tidak bekerja			
	Jahitan menempel antar jari					
	<i>Dotting</i> tidak sesuai	Penempatan sarung tangan pada mesin tidak tepat	Operator kurang teliti dalam menempatkan sarung tangan	Operator terburu-buru memasukkan sarung tangan	Operator kurang fokus dalam bekerja	
		Screen (tempat) cairan sablon buntu	Terdapat kalium yang menutupi screen	Tidak dilakukan pembersihan pada screen		
		Karet sablon telah aus	Karet sablon telah digunakan berulang kali	Tidak terdapat prosedur penggantian karet sablon		

Berdasarkan RCA pada tabel 5.1, dapat diketahui terdapat 5 sub *waste defect* pada proses produksi sarung tangan. *Defect* yang terjadi pada proses produksi sebagian besar terjadi pada proses rajut. Proses rajut merupakan proses paling penting dalam produksi sarung tangan. Terdapat empat jenis kecacatan yang disebabkan oleh mesin rajut yang tidak berfungsi dengan baik, yaitu panjang jari tangan yang tidak sesuai standar, lubang besar pada sarung tangan, jahitan antar jari menempel serta rajutan sarung tangan yang tidak sempurna. Apabila terjadi kesalahan proses pada mesin rajut, maka mesin tersebut akan menghasilkan produk *defect* secara terus-menerus. Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan yang tepat untuk mengurangi *defect* produk. Sub *waste* pertama yaitu jahitan yang tidak sempurna dapat disebabkan oleh plat *hook* yang bergeser sehingga jarum tidak terkait pada mesin. Perusahaan telah menetapkan pergantian *sparepart* berupa jarum dan oli setiap pergantian *shift*. Namun, masih terjadi banyak mesin rajut yang mengalami patah jarum saat proses produksi berlangsung.

Sub *waste* kedua yaitu panjang jari tangan yang tidak sesuai spesifikasi dapat diakibatkan karena terdapat kesalahan pada *setting* mesin. *Setting* mesin tersebut dapat berubah karena terdapat ketidaksesuaian proses produksi pada mesin rajut. Hal tersebut dipengaruhi oleh *twist* bahan baku yang bermasalah. *Twist* bahan baku yang buruk tersebut diakibatkan oleh penyimpanan bahan baku pada tempat yang lembab di gudang. Hal tersebut menyebabkan sarung tangan menjadi lebih panjang dibandingkan ukuran standar. Penyebab lainnya adalah karena terjadi pergeseran *dial* yaitu berupa *setting* untuk memendekkan dan memanjangkan sarung tangan. Penyebab lainnya dari *defect* ini adalah rantai *setting* panjang yang putus saat proses produksi berlangsung.

Sub *waste* ketiga adalah terjadi lubang besar pada sarung tangan. Akar permasalahan pada *defect* tersebut dapat diakibatkan karena terjadi pergeseran plat *hook* akibat getaran. Sedangkan sub *waste* keempat adalah jahitan antar jari yang menempel disebabkan karena *cutter* pada mesin rajut tidak bekerja.

Sub *waste defect* terakhir yaitu *dotting* yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Akar permasalahan *defect* tersebut dapat berasal dari faktor manusia maupun mesin. *Defect* tersebut dapat terjadi karena operator kelelahan karena melakukan pekerjaan yang sama berulang-ulang sehingga peletakan sarung tangan tidak tepat. Selain itu

dapat pula disebabkan oleh faktor kerusakan mesin karena komponen karet sablon yang sudah aus maupun screen yang tidak dibersihkan.

5.3.2 *Waste Kritis Waiting*

Waste waiting merupakan *waste* kritis kedua yang dapat menyebabkan turunnya produktivitas pembuatan sarung tangan. Terdapat 2 sub *waste* dalam *waste waiting* ini, yaitu menunggu perbaikan produk cacat dan menunggu perbaikan mesin.

Pada sub *waste* menunggu perbaikan produk cacat, akar penyebab masalahnya adalah tidak adanya SOP atau standar pergantian *sparepart* mesin pada Departemen *Engineering*. Hal tersebut berkaitan dengan produk *defect* yang akan di *rework*. Produk *defect* tersebut di *rework* menuju bagian tistik kemudian akan dilanjutkan menuju proses obras. Selain itu, tidak terdapat keranjang yang memisahkan antar kategori produk. Pada sub *waste* kedua yaitu menunggu perbaikan mesin dapat diakibatkan beberapa akar permasalahan, yaitu penjadwalan *maintenance* yang sulit dilakukan untuk ratusan mesin, mesin produksi yang merupakan mesin lama serta tidak adanya jadwal *shift* teknisi secara jelas. Perbaikan mesin yang *breakdown* harus menunggu teknisi yang tidak selalu ada saat mesin *breakdown*. Selain itu, dapat pula disebabkan oleh menunggu *sparepart* mesin tersedia. Pada tabel 5.2 menunjukkan RCA untuk setiap sub *waste waiting*.

Tabel 5.2 5 Why's Defect Kritis Waiting

<i>Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Waiting</i>	Menunggu perbaikan mesin	Mesin berhenti beroperasi	Banyak komponen mesin mengalami kerusakan	Penjadwalan <i>maintenance</i> kurang efektif	Penjadwalan <i>preventive maintenance</i> untuk ratusan mesin terlalu sulit	
		Menunggu teknisi melakukan perbaikan	Teknisi tidak selalu ada ketika mesin mengalami kerusakan	Mesin produksi merupakan mesin lama		
	Menunggu perbaikan produk yang dapat di <i>rework</i>	Banyak produk yang mengalami kecacatan	Tidak terdapat SOP klasifikasi dan penanganan produk cacat			

5.3.3 Waste Kritis Transportation

Transportation merupakan *waste* kritis ketiga dalam perusahaan. Terdapat 3 jenis sub *waste* yaitu pengangkutan *raw material* ke bagian produksi yang lama, pengangkutan dari dan menuju area *dotting* yang lama serta waktu pengangkutan secara keseluruhan yang lama.

Pada subwaste pertama yaitu pengangkutan *raw material* ke bagian produksi yang lama diakibatkan karena hanya terdapat dua *material handling* yaitu *hoist* untuk pengangkutan seluruh *raw material* yang dibutuhkan ke lantai produksi. Hal tersebut mengakibatkan *raw material* harus menunggu pengangkutan. Sub *waste* kedua yaitu pengangkutan ke area *dotting* yang lama disebabkan oleh tidak ada *material handling* khusus untuk pengangkutan dari dan menuju lantai 3. Pengangkutan seluruhnya dilakukan secara manual oleh operator. Pada sub *waste* ketiga yaitu waktu keseluruhan yang lama dapat diakibatkan oleh jumlah *material handling* yang terbatas, seluruh proses menggunakan manual *material handling*, penataan *layout* yang kurang baik serta tidak adanya penerapan 5S pada lantai produksi. Pada tabel 5.3 menunjukkan RCA untuk setiap sub *waste transportation*.

Tabel 5.3 5 Why's Waste Kritis Transportation

<i>Waste</i>	<i>Sub Waste</i>	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5	
<i>Transportation</i>	Pengangkutan <i>raw material</i> ke lantai produksi yang lama	Terjadi antrean penggunaan <i>hoist</i>	Kapasitas pengangkutan <i>hoist</i> terbatas	Tidak ada fasilitas pengangkutan atau <i>hoist</i> lain untuk menaikkan <i>raw material</i> ke lantai atas			
	Pengangkutan dari dan menuju area <i>dotting</i> lama	Area <i>dotting</i> berada di lantai 3	<i>Material handling</i> ke area <i>dotting</i> dilakukan manual	Tidak ada <i>material handling</i> khusus untuk pengangkutan			
	Lamanya waktu transportasi secara keseluruhan	Jarak yang jauh antar lini produksi	Terdapat jalur ganda yang dilewati		Alur proses produksi tidak satu arah	Penataan <i>layout</i> yang kurang baik	
		Kurangnya fasilitas <i>material handling</i>		Kapasitas <i>material handling</i> terbatas			
				Seluruh <i>material handling</i> dilakukan secara manual			
		Jarak penempatan <i>material handling</i> yang jauh	Tidak terdapat penataan <i>material handling</i> yang baik (diletakkan sembarangan)		Tidak ada penerapan aturan maupun penerapan 5s pada proses produksi		

5.4 Failure Mode and Effect Analysis Waste Kritis

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada *waste* kritis yaitu *defect*, *waiting* dan *transportation*. FMEA digunakan untuk menentukan akar permasalahan paling kritis berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dalam suatu *waste* agar dapat menyusun alternatif perbaikan terbaik. Nilai RPN didapat melalui perkalian antara *severity*, *occurance* dan *detection*. *Severity* merupakan besarnya dampak yang diakibatkan suatu kegagalan tertentu. *Occurance* merupakan tingkat frekuensi terjadinya *potential cause* dalam suatu kegagalan. *Detection* merupakan tingkat kesulitan mendeteksi *potential cause* berdasarkan perancangan penanggulangan kegagalan yang telah dilakukan oleh perusahaan.

Dalam menyusun kriteria tersebut, dilakukan diskusi terlebih dahulu dengan pihak perusahaan yaitu *production manager* untuk menentukan kriteria masing-masing rating *severity*, *occurance* maupun *detection*. *Production manager* dipilih karena paling memahami proses produksi di perusahaan. Diskusi tersebut bertujuan untuk menyamakan persepsi serta agar kuesioner dapat menggambarkan kondisi aktual di perusahaan. Diskusi dilakukan dengan manajer produksi terkait *waste* kritis pada perusahaan.

5.4.1 FMEA Waste Kritis Defect

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai setiap kriteria penilaian RPN pada *waste* kritis *defect*. Berikut merupakan kriteria *severity*, *occurance*, dan *detection* pada *waste* kritis *defect*.

Tabel 5.4 Kriteria Severity Waste Kritis Defect

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi terhadap terjadinya kecacatan produk	3
Sangat Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk, namun dapat diabaikan	4

Effect	Severity	Rating
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	5
	Dalam satu bulan produksi, terjadi <10% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar <5%	
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	6
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 10% - 20% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 5%-10%	
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	7
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 20 – 30% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 10%-20%	
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	8
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 30 – 50% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 20%-30%	
Berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	9
	Dalam satu bulan produksi, terjadi >50% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 30%-50%	
Sangat Berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	10
	Dalam satu bulan produksi, seluruh WIP mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar >50%	

Severity merupakan dampak yang diakibatkan *potential cause* yang ada pada proses produksi. Pada kriteria *severity*, dijelaskan mengenai besarnya jumlah *defect* serta dampak terhadap berjalannya proses produksi.

Tabel 5.5 Kriteria *Occurance Waste Kritis Defect*

Occurrence	Probabilitas Kejadian	Rating
Tidak Pernah	Terjadi satu kali dalam kurun waktu >1 th	1
Jarang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 6 bulan	3
Kadang kadang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 bulan	5
Cukup Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 bulan	6
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 minggu	7
Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 minggu	8
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 hari	9
Sangat Sering	Setiap hari	10

Occurance merupakan tingkat frekuensi terjadinya *defect* berdasarkan *potential cause* yang ada.

Tabel 5.6 Kriteria *Detection Waste Kritis Defect*

Detection	Keterangan	Rating
Pasti	Sumber permasalahan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat Mudah	Sumber permasalahan dapat dideteksi melalui inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	3
	Sumber permasalahan baru dapat diketahui setelah terjadi	
Cukup Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	4
	Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	5
	Sumber permasalahan dapat terdeteksi jika dilakukan analisa lebih lanjut	
Cukup Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail untuk mendeteksi sumber permasalahan	6

Detection	Keterangan	Rating
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi	
Sulit	Mebutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	7
	Sumber permasalahan sulit terdeteksi	
Sangat Sulit	Mebutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi tidak akurat	
Tidak Dapat Terdeteksi	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi	10

Detection merupakan tingkat kemudahan dalam mendeteksi *potential cause* yang terjadi berdasarkan penanganan yang telah dilakukan perusahaan. Terdapat kriteria dalam penanganan serta hasil deteksi berdasarkan tiap rating. Setelah menentukan *severity*, *occurance* dan *detection*, kemudian dilakukan perhitungan RPN dengan menggunakan FMEA *waste* kritis *defect* pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 FMEA Waste Kritis Defect

<i>Potential failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Rajutan sarung tangan tidak sempurna	Produk tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga harus menuju proses <i>rework</i>	4	Terdapat jarum yang patah saat proses produksi berlangsung	10	Melakukan pergantian <i>sparepart</i> jarum dan oli setiap pergantian <i>shift</i>	3	120
Panjang jari sarung tangan tidak sesuai spesifikasi	Produk tidak sesuai spesifikasi dengan kerusakan yang cukup tinggi sehingga menurunkan harga jual produk	9	<i>Twist</i> bahan baku benang memiliki kualitas yang buruk	10	Memberikan <i>pallet</i> pada <i>raw material</i>	3	270
		9	Terjadi pergeseran dial saat proses produksi	7	Melakukan <i>corrective maintenance</i> saat mesin mengalami <i>breakdown</i>	3	189
		9	Rantai <i>setting</i> mesin terputus saat proses produksi karena telah lama digunakan	6		3	162
		9	<i>Cutter</i> mesin tidak bekerja	8		3	216
Jahitan menempel antar jari							
Terjadi lubang besar pada sarung tangan	Produk tidak sesuai spesifikasi dengan kerusakan yang tinggi sehingga tidak dapat dijual kepada konsumen	10	Terdapat jarum yang patah saat proses produksi berlangsung	10	Melakukan <i>corrective maintenance</i> saat mesin mengalami <i>breakdown</i>	3	300
		10	Bulu pada <i>brush</i> sudah rontok	4		3	120
<i>Dotting</i> tidak sesuai spesifikasi	Produk tidak sesuai spesifikasi dengan kerusakan yang tinggi sehingga tidak dapat dijual kepada konsumen	10	Operator kurang fokus dalam memasukkan sarung tangan ke mesin	10	Belum ada rekomendasi khusus yang dilakukan perusahaan	4	400
		10	<i>Screen</i> sablon tertutup cairan sablon	10	Melakukan pembersihan <i>screen</i> sablon saat terjadi permasalahan	3	300
		10	Karet sablon telah aus	3	Melakukan <i>corrective maintenance</i> saat mesin mengalami <i>breakdown</i>	3	90

5.4.2 FMEA Waste Kritis Waiting

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai setiap kriteria penilaian RPN pada waste kritis waiting. Berikut merupakan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada waste kritis waiting.

Tabel 5.8 Kriteria Severity Waste Kritis Waiting

Effect	Severity	Rating
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Minor	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi, namun tidak menyebabkan keterlambatan	3
Sangat Rendah	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Rendah	Menghentikan proses produksi 15 - 30 menit	5
Sedang	Menghentikan proses produksi 30 - 60 menit	6
Tinggi	Menghentikan proses produksi > 60 menit, namun < 1 hari	7
Sangat Tinggi	Menghentikan proses produksi selama 1 - 3 hari	8
Berbahaya	Menghentikan proses produksi selama > 3 hari namun < 10 hari	9
Sangat Berbahaya	Menghentikan proses produksi > 10 hari	10

Severity merupakan dampak yang diakibatkan *potential cause* yang ada pada proses produksi. Pada kriteria *severity*, dijelaskan mengenai dampak *waiting* terhadap terhambatnya proses produksi.

Tabel 5.9 Kriteria Occurance Waste Kritis Waiting

Occurrence	Probabilitas Kejadian	Rating
Tidak Pernah	Terjadi satu kali dalam kurun waktu >1 th	1
Jarang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 6 bulan	3
Kadang kadang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 bulan	5
Cukup Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 bulan	6
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 minggu	7

Occurrence	Probabilitas Kejadian	Rating
Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 minggu	8
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 hari	9
Sangat Sering	Setiap hari	10

Occurance merupakan tingkat frekuensi terjadinya *waiting* berdasarkan *potential cause* yang ada.

Tabel 5.10 Kriteria *Detection Waste* Kritis *Waiting*

Detection	Keterangan	Rating
Pasti	Sumber permasalahan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat Mudah	Sumber permasalahan dapat dideteksi melalui inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	3
	Sumber permasalahan baru dapat diketahui setelah terjadi	
Cukup Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	4
	Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	5
	Sumber permasalahan dapat terdeteksi jika dilakukan analisa lebih lanjut	
Cukup Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail untuk mendeteksi sumber permasalahan	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi	
Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	7
	Sumber permasalahan sulit terdeteksi	
Sangat Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9

Detection	Keterangan	Rating
	Hasil deteksi tidak akurat	
Tidak Dapat Terdeteksi	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi	10

Detection merupakan tingkat kemudahan dalam mendeteksi *potential cause* yang terjadi berdasarkan penanganan yang telah dilakukan perusahaan. Terdapat kriteria dalam penanganan serta hasil deteksi berdasarkan tiap rating. Setelah menentukan *severity*, *occurance* dan *detection*, kemudian dilakukan perhitungan RPN dengan menggunakan FMEA *waste kritis waiting* pada tabel 5.11.

Tabel 5.11 FMEA Waste Kritis Waiting

<i>Potential failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Menunggu perbaikan mesin produksi	Produksi mengalami keterlambatan atau bahkan hingga berhenti dalam waktu tertentu, sehingga menimbulkan <i>loss production</i> (mesin rajut)	6	Tidak adanya penjadwalan <i>preventive maintenance</i> untuk berbagai mesin	7	Melakukan pergantian sebagian <i>sparepart</i> (oli dan jarum) setiap pergantian <i>shift</i> berlangsung	5	210
	Produksi mengalami keterlambatan atau bahkan hingga berhenti dalam waktu tertentu, sehingga menimbulkan <i>loss production</i> (mesin <i>dotting</i>)	7	Tidak adanya penjadwalan <i>preventive maintenance</i> pada mesin <i>dotting</i>	7	Melakukan pelumasan pada gear mesin <i>dotting</i>	5	245
		7	Penjadwalan bagi teknisi hanya dilakukan pada waktu tertentu	10	Belum ada rekomendasi khusus yang dilakukan perusahaan	5	350
Menunggu perbaikan produk cacat	Proses produksi terhambat pada satu lini	7	Tidak adanya SOP klasifikasi dan penanganan produk cacat	10	Belum ada rekomendasi khusus yang dilakukan perusahaan	5	350

5.4.3 FMEA Waste Kritis Transportation

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai setiap kriteria penilaian RPN pada waste kritis transportation. Berikut merupakan kriteria severity, occurrence, dan detection pada waste kritis transportation.

Tabel 5.12 Kriteria Severity Waste Kritis Transportation

Effect	Severity	Rating
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Minor	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh terhadap proses produksi, namun tidak menyebabkan keterlambatan produksi	3
Sangat Rendah	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Rendah	Menunda proses produksi 15 - 30 menit	5
Sedang	Menunda proses produksi 30 - 60 menit	6
Tinggi	Menunda proses produksi 1-2 jam	7
Sangat Tinggi	Menunda proses produksi 2-6 jam	8
Berbahaya	Menunda proses produksi 6-12 jam	9
Sangat Berbahaya	Menunda proses produksi >12 jam	10

Severity merupakan dampak yang diakibatkan potential cause yang ada pada proses produksi. Pada kriteria severity, dijelaskan mengenai besarnya kerugian waktu yang berdampak pada produktivitas proses produksi.

Tabel 5.13 Kriteria Occurance Waste Kritis Transportation

Occurrence	Probabilitas Kejadian	Rating
Tidak Pernah	Terjadi satu kali dalam kurun waktu >1 th	1
Jarang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 6 bulan	3
Kadang kadang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 bulan	5
Cukup Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 bulan	6
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 minggu	7
Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 minggu	8
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 hari	9
Sangat Sering	Setiap hari	10

Occurance merupakan tingkat frekuensi terjadinya *waste transportation* berdasarkan *potential cause* yang ada.

Tabel 5.14 Kriteria *Detection Waste Kritis Transportation*

<i>Detection</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Rating</i>
Pasti	Sumber permasalahan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat Mudah	Sumber permasalahan dapat dideteksi melalui inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	3
	Sumber permasalahan baru dapat diketahui setelah terjadi	
Cukup Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	4
	Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	5
	Sumber permasalahan dapat terdeteksi jika dilakukan analisa lebih lanjut	
Cukup Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail untuk mendeteksi sumber permasalahan	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi	
Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	7
	Sumber permasalahan sulit terdeteksi	
Sangat Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi tidak akurat	
Tidak Dapat Terdeteksi	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi	10

Detection merupakan tingkat kemudahan dalam mendeteksi *potential cause* yang terjadi berdasarkan penanganan yang telah dilakukan perusahaan. Terdapat kriteria dalam penanganan serta hasil deteksi berdasarkan tiap rating. Setelah menentukan *severity*, *occurance* dan *detection*, kemudian dilakukan perhitungan RPN dengan menggunakan FMEA *waste kritis transportation* pada tabel 5.15.

Tabel 5.15 FMEA Waste Kritis Transportation

<i>Potential failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Pengangkutan <i>raw material</i> ke lantai produksi yang lama	Pengiriman bahan baku ke proses produksi menjadi terhambat	4	fasilitas pengangkutan atau <i>hoist</i> lain untuk menaikkan <i>raw material</i> ke lantai atas yang minim	10	Belum ada proses <i>improvement</i> yang dilakukan untuk <i>subwaste</i> ini	6	240
Pengangkutan dari dan menuju area <i>dotting</i> lama	Pengiriman produk ke bagian <i>dotting</i> membutuhkan waktu yang lama sehingga memperlambat proses produksi	3	Tidak ada <i>material handling</i> khusus untuk pengangkutan ke lantai atas	10		6	180
Lamanya waktu transportasi secara keseluruhan	Pengiriman barang membutuhkan waktu yang lama	3	Penataan <i>layout</i> yang kurang baik	10		6	180
		4	Kapasitas <i>material handling</i> terbatas	10		6	240
		3	Seluruh <i>material handling</i> dilakukan secara manual	10	6	180	
		5	Tidak ada penerapan aturan maupun penerapan 5s pada proses produksi	10	Melakukan himbauan ringan kepada pekerja	6	300

5.5 Perancangan Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan nilai RPN dalam kuesioner FMEA, didapatkan akar permasalahan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Kemudian akan dilakukan analisis rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan pada perusahaan. Langkah perbaikan yang diambil berdasarkan nilai RPN ≥ 240 . Berikut merupakan usulan rekomendasi perbaikan berdasarkan akar penyebab dengan RPN tertinggi:

Tabel 5.16 Usulan Rekomendasi Perbaikan

<i>Waste</i>	<i>Subwaste</i>	RPN	Langkah Perbaikan
<i>Defect</i>	<i>Screen</i> sablon tertutup cairan sablon	300	Perbaikan kualitas bahan baku
	<i>Twist</i> bahan baku benang memiliki kualitas yang buruk	270	
	Terdapat jarum yang patah saat proses produksi berlangsung	300	Perbaikan desain <i>Hook</i> pada mesin <i>Knitting</i>
	Operator kurang fokus dalam memasukkan sarung tangan ke mesin	400	Perbaikan sistem manajemen produksi
<i>Waiting</i>	Tidak adanya penjadwalan <i>preventive maintenance</i> untuk berbagai mesin	245	Pembuatan kartu dan form <i>maintenance</i>
	Tidak adanya penjadwalan <i>preventive maintenance</i> pada mesin <i>dotting</i>	280	
	Penjadwalan bagi teknisi hanya dilakukan pada waktu tertentu	400	Penjadwalan teknisi untuk <i>maintenance</i> mesin
	Tidak adanya SOP klasifikasi dan penanganan produk cacat	350	Pembuatan SOP klasifikasi dan penanganan produk cacat
<i>Transportation</i>	Tidak ada penerapan aturan maupun penerapan 5s pada proses produksi	300	Penerapan 5S pada perusahaan
	fasilitas pengangkutan atau <i>hoist</i> lain untuk menaikkan <i>raw material</i> ke lantai atas yang minim	240	Perbaikan fasilitas <i>material handling</i> optimal
	Kapasitas <i>material handling</i> terbatas	240	

Berdasarkan tabel 5.16, kemudian diklasifikasikan menjadi tiga alternatif perbaikan yaitu sebagai berikut:

Tabel 5.17 Penyusunan Alternatif Perbaikan

No	Alternatif Perbaikan	Langkah Perbaikan
1	Pengurangan <i>defect</i> proses produksi	Perbaikan kualitas bahan baku
		Perbaikan desain <i>hook</i> pada mesin <i>knitting</i>
2	Perbaikan sistem <i>maintenance</i>	Pembuatan kartu dan form <i>maintenance</i>
		Penjadwalan teknisi untuk <i>maintenance</i> mesin
3	Perbaikan sistem manajemen dan produksi	Pembuatan SOP klasifikasi dan penanganan produk cacat
		Penerapan 5S pada perusahaan
		Perbaikan fasilitas <i>material handling</i> optimal

(Halaman Ini Sengaja Dikосongkan)

BAB VI

PERANCANGAN USULAN PERBAIKAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan perbaikan yang dilakukan berdasarkan *root cause analysis* dan *failure mode and effect analysis* pada masing-masing *waste* kritis.

6.1 Pengurangan *Defect* Proses Produksi

Alternatif perbaikan 1 berupa pengurangan *defect* pada proses produksi meliputi aktivitas sebagai berikut:

6.1.1 Perbaikan Kualitas Bahan Baku

Terdapat 3 faktor utama yang berpengaruh terhadap kualitas produksi pada industri tekstil, yaitu karakteristik kain, kualitas mesin serta kondisi pada pabrik tekstil. Kualitas benang yang baik meliputi *tenacity* (keuletan), *elasticity* (elastisitas) dan pergesekan benang. Kualitas benang tersebut dipengaruhi oleh kualitas bahan baku serta kondisi lingkungan penyimpanan. Salah satu faktor lingkungan yang menyebabkan turunnya kualitas benang adalah kelembaban gudang penyimpanan. Kelembaban gudang penyimpanan yang buruk akan menurunkan keuletan dan elastisitas benang, sehingga kualitas benang menurun dan menyebabkan *defect* pada produksi sarung tangan.

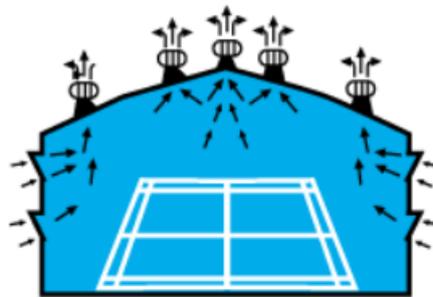


Gambar 6.1 Gudang *Raw material* PT. X

Kondisi gudang penyimpanan benang yang baik harus memiliki kelembaban yang tepat untuk proses rajut yang baik. Benang seharusnya tersimpan pada suhu 20° C dan memiliki tingkat kelembaban relatif 65% RH. Benang harus terhindar dari temperatur yang ekstrem. Temperatur yang terlalu tinggi akan mengakibatkan migrasi parafin, sedangkan temperatur yang terlalu rendah akan mengakibatkan kondensasi udara pada benang (Ambumani, 2007). Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk peningkatan kualitas *raw material* adalah:

a. Pemberian ventilasi pada gudang penyimpanan *raw material*

Ventilasi yang umum digunakan pada berbagai pabrik maupun gudang adalah *Turbine Ventilator*. *Ventilator* bekerja dengan berputar pada gaya sentrifugal yang kemudian menarik udara panas dari dalam hingga keluar menuju *ventilator* atap dan menghasilkan tekanan rendah di bawahnya. Tekanan udara yang lebih tinggi akan mengalir secara alami bergerak menuju daerah yang bertekanan lebih rendah. Udara panas ditarik keluar oleh *turbine ventilator* dan digantikan dengan udara segar diluar gedung. Berikut merupakan ilustrasi sistem kerja *ventilator*:



Gambar 6.2 Cara Kerja Roof Turbine Ventilator

Sumber: cyclevent.com

b. Pemberian *pallet* sebagai alas penyimpanan *raw material*

Raw material berupa benang pada PT. X diletakkan pada gudang secara langsung dan bersentuhan dengan lantai gudang. Hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat kelembaban material karena perbedaan suhu antara lantai dengan material. Gambar 6.5 merupakan ilustrasi penggunaan *pallet* pada material.



Gambar 6.3 Contoh Penggunaan *Pallet* Pada *Raw material*

6.1.2 Perbaikan Desain *Hook* pada Mesin *Knitting*

Salah satu permasalahan yang berpengaruh besar terhadap proses produksi adalah jarum mesin *knitting* yang sering patah. Permasalahan ini memiliki nilai RPN sebesar 300. Jarum yang patah akan menimbulkan produk *defect* berupa sarung tangan berlubang dan menyebabkan produk tersebut tidak dapat dijual kepada konsumen. Permasalahan tersebut diakibatkan oleh plat kepala *hook* yang bergeser saat proses berlangsung. Plat kepala *hook* yang bergeser tersebut mengakibatkan jarum terlepas dari kaitan *hook*. Jarum tersebut akhirnya terlepas dari poros sehingga bertabrakan antar jarum yang mengakibatkan jarum tersebut patah.



(a)



(b)

Gambar 6.4 Posisi *Hook* Saat Produksi (a) *Hook* Saat Turun (b) *Hook* Saat Naik

Bagian dengan lingkaran merah pada gambar 6.5 merupakan badan *hook* yang akan terus bergerak naik-turun dalam menjalankan mekanisme kerja. Plat *hook* berguna untuk menjaga kaitan jarum pada *hook*.

Dengan adanya perbaikan desain tersebut, diharapkan plat *hook* akan berada pada posisi stabil sehingga tidak mudah bergeser. Plat *hook* yang stabil akan menyebabkan jarum tetap terkait sehingga menurunkan potensi benturan antar jarum yang mengakibatkan jarum patah. Jarum yang patah merupakan salah satu permasalahan yang menyebabkan RPN terbesar dalam proses produksi, sehingga apabila permasalahan tersebut dapat diselesaikan akan dapat menurunkan tingkat *defect* menjadi lebih baik. Dengan adanya desain perbaikan tersebut, diharapkan mesin akan menghasilkan *defect* yang lebih kecil sehingga *potential loss* dari produk BS dan akhir dapat direduksi.

6.2 Perbaikan Sistem *Maintenance*

Alternatif perbaikan ke-2 dilakukan dengan perbaikan sistem *maintenance*. *Maintenance* pada PT. X belum dilakukan secara baik termasuk pada penomoran mesin serta penjadwalan *maintenance* yang dilakukan. *Maintenance* mesin sangat penting karena akan sangat mempengaruhi *waiting* dan *defect* pada proses produksi sarung tangan. Apabila mesin mengalami *breakdown*, maka mesin akan berhenti bekerja dan menyebabkan proses produksi pada mesin tersebut terhenti. Pada alternatif perbaikan ini akan dilakukan perbaikan berupa:

6.2.1 Pembuatan Kartu dan Form *Maintenance*

Pembuatan kartu dan form *maintenance* dilakukan agar perawatan mesin dapat lebih teratur. Pembuatan kartu dan form *maintenance* yang dilakukan berupa:

a. Mambuat Kartu Identitas pada Mesin

PT. X memiliki sekitar 308 mesin rajut (*knitting*), 22 mesin obras, 2 mesin *dotting* dan 7 mesin *satter*. Namun, PT. X masih belum memiliki identitas untuk setiap mesin tersebut. Pembuatan kartu identitas mesin bertujuan agar setiap mesin mempunyai identitas yang jelas sehingga akan mudah dalam melakukan pendataan dan memudahkan mengidentifikasi mesin yang akan atau telah di *maintenance*.

b. Pembuatan Kartu *Maintenance* Mesin

Pembuatan kartu *maintenance* bertujuan agar setiap mesin memiliki data historis *maintenance* sehingga mampu dilakukan penjadwalan *maintenance* yang lebih efektif. Kartu *maintenance* ini terpasang pada setiap mesin serta dapat digunakan sebagai dokumen pendukung dalam melakukan *maintenance*.

Dengan adanya kartu *maintenance* ini, diharapkan kegiatan pencatatan dan *maintenance* dapat dilakukan secara teratur. Form terdiri dari 3 jenis *maintenance* yaitu pengecekan rutin, pergantian dan perbaikan. Dengan mengetahui jenis *maintenance* yang dilakukan tersebut, dapat dilakukan penjadwalan dan perkiraan mesin mengalami *breakdown*.

c. Pembuatan Kartu Kontrol *Maintenance*

Pembuatan kartu kontrol *maintenance* akan membantu perusahaan dalam melakukan segala aktivitas *maintenance* baik aktivitas *maintenance* kecil hingga *maintenance* besar. Kartu atau form ini bertujuan agar aktivitas *maintenance* tercatat secara lebih jelas. Mesin produksi pada PT. X memiliki berbagai komponen elektrik dan mekanik sehingga PT. X memiliki teknisi untuk kedua permasalahan tersebut. Dalam *maintenance*, dibutuhkan kegiatan pencegahan dari kerusakan (*preventive maintenance*) untuk komponen elektrik dan mekanik agar mesin tidak mengalami *breakdown*.

Kartu kontrol *maintenance* ini digunakan untuk mengawasi kegiatan *maintenance* pada setiap mesin apakah sudah sesuai dengan penjadwalan dan kebijakan yang telah ditetapkan manajemen.

6.2.2 Penjadwalan Teknisi untuk *Maintenance* Mesin

PT. X memiliki 6 orang teknisi dan 2 orang koordinator teknisi yang bekerja secara bergantian. PT. X hanya melakukan penjadwalan teknisi pada saat *shift* kerja pagi (08.00-16.00). Setiap operator sebenarnya memiliki kemampuan dasar dalam memperbaiki mesin rajut, seperti pergantian jarum. Namun jika terjadi kesalahan yang lebih kompleks, maka teknisi harus melakukan perbaikan. Jadwal teknisi yang tidak merata tersebut mengakibatkan perbedaan jumlah produksi pada setiap *shift*. Berikut merupakan produksi pada minggu pertama bulan Oktober 2017:

Tabel 6.1 Data Produksi Sarung Tangan Per Shift Periode Minggu-1 Oktober 2017

	G1			G2			G3		
Tanggal	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2	573	567	353	559	581	574	576	579	550
3	555	581	554	575	591	381	574	588	570

Sumber: Data Produksi Perusahaan

Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa *shift* 1 menghasilkan jumlah produk yang lebih tinggi dibandingkan dengan *shift* 2 dan *shift* 3. Hal tersebut terjadi karena apabila terjadi kerusakan yang tidak dapat ditangani operator, maka mesin tersebut akan berhenti berproduksi untuk sementara waktu hingga teknisi melakukan perbaikan. Perusahaan menetapkan target harian sebesar 500,5 lusin/*shift*/hari sehingga berhentinya produksi untuk sementara waktu menyebabkan target harian tidak tercapai. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan *shift* teknisi. Pembagian *shift* harus mempertimbangkan (Nurmianto, 2004):

- a. Setidaknya terdapat jarak 11 jam antara permulaan dua *shift* berurutan
- b. Seorang pekerja tidak boleh bekerja lebih dari tujuh hari berturut-turut
- c. Sediakan libur akhir pekan
- d. Rotasi *shift* mengikuti matahari
- e. Pembuatan jadwal yang sederhana dan mudah diingat.

Berikut merupakan contoh pembagian teknisi yang dapat dilakukan oleh PT. X berdasarkan referensi serta jadwal pekerja di perusahaan:

Dengan adanya penerapan penjadwalan tersebut, diharapkan kerusakan mesin dapat diminimalisir untuk setiap *shift*. Dengan adanya minimalisir kerusakan mesin tersebut, *output* produksi dapat menjadi lebih stabil pada setiap *shift* sehingga mampu memenuhi target produksi.

6.3 Perbaikan Sistem Manajemen dan Produksi

Alternatif perbaikan ketiga merupakan alternatif perbaikan terkait manajemen dalam sistem produksi. Alternatif perbaikan ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi perbaikan. Berikut merupakan kegiatan yang dilakukan dalam alternatif perbaikan ke-3:

6.3.1 Pembuatan SOP Klasifikasi dan Penanganan Produk Cacat

PT. X	Standar Operasional Prosedur	No. Dokumen : Tanggal Terbit :
Departemen Produksi		
Klasifikasi dan Penanganan Produk Defect		

1. TUJUAN

Panduan kerja ini bertujuan agar terdapat standar dan penanganan produk *defect* untuk efisiensi proses produksi sarung tangan.

2. RUANG LINGKUP

Prosedur ini meliputi pemilahan, penanganan, pendataan dan penyimpanan produk *defect* dari proses produksi.

3. DEFINISI

Produk *defect* merupakan produk yang mengalami kesalahan proses pada proses *knitting* (rajut) maupun pada proses obras.

4. DOKUMEN PENDUKUNG

1. Form Pencatatan Data *Defect*

5. PENANGGUNGJAWAB

1. *General Manager*
2. Manajer Produksi
3. Staf/Operator Produksi

6. CATATAN

Kriteria Keberhasilan:

1. Produk *defect* telah diletakkan sesuai dengan keranjang masing-masing.
2. Tidak ada penumpukan produk *rework* di area produksi.
3. Pencatatan dilakukan secara kontinyu.

4. Terjadi kesesuaian pencatatan pada database dan laporan serta barang aktual di tempat penyimpanan.

Dengan adanya SOP tersebut, terdapat perubahan pada sistem inspeksi. Inspeksi sebelumnya hanya berupa inspeksi ketika operator melihat terjadinya *defect*, sehingga ketika terdapat *defect* yang terlewat, operator obras akan memberikan produk ke bagian tistik maupun ke karung (karung hanya untuk kategori *defect* BS dan Afkir tanpa pemisahan). Selain itu, pada sistem awal tidak terdapat pembagian keranjang sehingga dapat membingungkan operator saat berganti *shift*. Dengan adanya perbaikan tersebut, dapat memberikan efisiensi pada proses produksi sarung tangan.

6.3.2 Penerapan 5S pada Perusahaan

Berdasarkan akar penyebab permasalahan dan FMEA, diketahui salah satu permasalahan yang kritis terkait *transportation* adalah belum adanya penerapan 5S dalam prosedur kerja di perusahaan. 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*) atau dalam bahasa Indonesia dikenal menjadi 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin) merupakan filosofi untuk meningkatkan efisiensi kerja. Belum adanya penerapan 5S pada perusahaan mengakibatkan pekerjaan operator terhambat dan menurunkan efisiensi produksi perusahaan. Berikut merupakan pembahasan mengenai perancangan metode 5S:

1. *Seiri/Sort* (Ringkas)

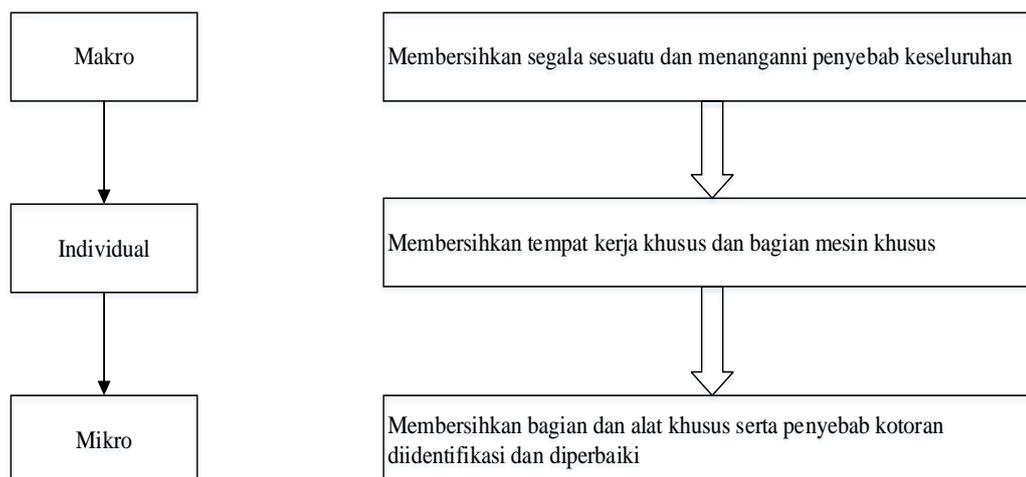
Sort merupakan kegiatan untuk mengidentifikasi serta menyingkirkan benda yang tidak perlu di area kerja. Benda yang tidak dapat digunakan kembali akan menimbulkan kebingungan terhadap operator dalam pengambilan barang. Berikut merupakan kondisi pada area produksi serta rekomendasi *corrective action* yang dapat dilakukan:

2. *Seiton/ Set In Order* (Rapi)

Aspek *seiton/ set in order* merupakan aktivitas yang dilakukan dengan menempatkan setiap barang pada lokasi tertentu sehingga memudahkan pencarian dan penyimpanan.

3. *Seiso/ Shine* (Resik)

Seiso berkaitan dengan aspek menjaga kebersihan area kerja. PT. X belum mempunyai sistem piket bagi para pekerjanya, hanya sebatas memberikan himbauan kepada pekerja untuk menjaga kebersihan. Perusahaan perlu menerapkan jadwal piket kepada para pekerja. Terdapat 3 langkah penerapan *seiso* (Osada, 2002) yang dijelaskan pada gambar 6.14.



Gambar 6.5 Langkah Penerapan *Seiso*

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan perusahaan, ditemukan masih terdapat banyak peralatan maupun material yang berserakan. Selain itu, lokasi penyimpanan *sparepart* juga kotor karena tidak dilakukan jadwal pembersihan secara menyeluruh. Oleh karena itu, dibutuhkan penjadwalan piket bagi para pekerja agar kondisi lantai kerja selalu bersih.

4. *Seiketsu/ Standardize* (Rawat)

Seiketsu merupakan aktivitas yang dilakukan untuk mempertahankan penerapan 3s (*seiri, seiton, seiso*) agar tetap dalam keadaan baik. Hal ini dilakukan untuk menjaga agar penerapan 5S dapat terlaksana dengan baik serta melatih keterampilan dalam menciptakan dan memelihara kontrol visual.

5. *Shitsuke/Sustain* (Rajin)

Shitsuke merupakan langkah akhir dalam penerapan 5S agar sistem kerja ini dapat berlangsung secara berkelanjutan. *Shitsuke* dilakukan untuk memastikan segala standar 5S telah dijalankan dengan baik dan benar. Pengecekan dapat dilakukan oleh pihak manajemen perusahaan seperti manajer perusahaan dan

bagian audit perusahaan. Salah satu yang dapat diterapkan adalah dengan perancangan formulir pengukuran kinerja.

6.3.3 Perbaikan Fasilitas *Material Handling* Optimal

Salah satu permasalahan pada proses produksi sarung tangan di PT. X adalah adanya waktu tunggu *material handling* yang berasal dari keterbatasan jumlah *material handling* yang ada. PT. X memiliki 2 buah *material handling hoist* yang terletak pada lantai 2 dan lantai 3. Karena adanya permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu perhitungan optimalisasi jumlah hoist pada PT. X. Perhitungan jumlah *hoist* ini didapatkan dari nilai *workload* dibagi dengan *availability* mesin (Groover, 2001). Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan, diketahui *output* penggunaan dari *hoist* (Q) sebesar 36 pengangkatan/hari dengan waktu tiap pengangkatan (T_c) sebesar 0.25 jam. Waktu tersedia untuk pengangkatan (AT) *hoist* sebesar 2,7 jam/hari. Perhitungan *workload* pada mesin dilakukan dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned} WL &= Q \times T_c \\ &= 36 \times 0.25 \\ &= 9 \text{ menit/hari} \end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai *workload*, kemudian dilakukan perhitungan jumlah *hoist* dengan menggunakan rumus (Groover, 2001):

$$\begin{aligned} N &= \frac{WL}{AT} \\ &= \frac{9}{2.7} \\ &= 3.333 \end{aligned}$$

Dimana

N = jumlah mesin

WL = *workload*

AT = *Availability Time*

Sehingga, dari nilai tersebut didapatkan jumlah *hoist* optimal adalah sebesar 3 *hoist*. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan investasi untuk pembelian *hoist* tambahan.

6.4 Kombinasi Alternatif Perbaikan

Alternatif perbaikan yang diusulkan kemudian dikombinasikan untuk mengetahui penerapan perbaikan yang paling optimal bagi perusahaan. Penerapan perbaikan dilakukan dengan mempertimbangkan cost yang dikeluarkan serta *value* yang didapat dari penerapan perbaikan tersebut. Berikut merupakan kombinasi alternatif perbaikan yang dapat diterapkan pada PT. X:

Tabel 6.2 Kombinasi Alternatif Perbaikan

Kombinasi Alternatif	Deskripsi alternatif
0	Kondisi eksisting sebelum perbaikan
1	Pengurangan <i>defect</i> proses produksi
2	Perbaikan sistem <i>maintenance</i>
3	Perbaikan sistem manajemen dan produksi
1, 2	Pengurangan <i>defect</i> proses produksi, perbaikan sistem <i>maintenance</i>
1, 3	Pengurangan <i>defect</i> proses produksi, perbaikan sistem manajemen dan produksi
2, 3	Perbaikan sistem <i>maintenance</i> , perbaikan sistem manajemen dan produksi
1, 2, 3	Pengurangan <i>defect</i> proses produksi, perbaikan sistem <i>maintenance</i> , perbaikan sistem manajemen dan produksi

Berdasarkan tabel 6.9 dapat diketahui terdapat 8 kombinasi yang akan dipilih berdasarkan *value management* dengan pertimbangan *cost* yang dikeluarkan serta *value* yang didapat.

6.4.1 Kriteria Pemilihan Alternatif

Dalam menentukan *value* yang akan diperoleh dari penerapan alternatif perbaikan, perlu ditetapkan kriteria pemilihan alternatif untuk menilai performansi tiap alternatif. Penentuan kriteria dilakukan melalui pertimbangan *waste* kritis dan diskusi dengan pihak perusahaan. Selain itu, penentuan tersebut juga mempertimbangkan dampak yang dapat terjadi jika perbaikan diimplementasikan. Setiap alternatif perbaikan akan berpengaruh terhadap kriteria penilaian dalam perusahaan. Kriteriatersebut berupa persentase produk *accept*, reduksi *leadtime* serta *output* produksi.

Penilaian kriteria tersebut dilakukan dengan ketentuan *larger is better*. Bobot kriteria perbaikan dilakukan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) pada lampiran E.

Tabel 6.3 Kriteria Penilaian Alternatif Perbaikan

Simbol	Kriteria Pemilihan Alternatif	Bobot
K1	Persentase Produk <i>Accept</i>	0.594
K2	Reduksi <i>Lead time</i>	0.249
K3	Output Produksi	0.157

Sedangkan penilaian terhadap *cost* pada alternatif perbaikan dilakukan dengan memperhitungkan biaya sebagai berikut:

1. Biaya energi
2. Biaya tenaga kerja
3. Biaya investasi perbaikan

6.4.2 Performansi Alternatif Perbaikan

Performansi alternatif perbaikan merupakan hasil yang didapat melalui pengisian kuesioner oleh manajer produksi PT. X berdasarkan kriteria yang telah disebutkan sebelumnya. Manajer produksi dipilih karena paling memahami proses produksi. Berikut merupakan hasil pengisian kuesioner performansi perbaikan:

Tabel 6.4 Skor Kombinasi Alternatif Perbaikan

Kombinas Alternatif	Bobot Kriteria Performansi		
	K1	K2	K3
0	6	7	7
1	8	7	7
2	7	8	8

6.4.3 Biaya Alternatif Perbaikan

Biaya alternatif perbaikan dilakukan berdasarkan kombinasi alternatif perbaikan yang telah disusun. Perhitungan biaya alternatif dilakukan dengan memperhitungkan cost yang dikeluarkan dalam jangka waktu 1 bulan. Berikut merupakan *cost* alternatif perbaikan tiap kombinasi.

1. Alternatif 0

Alternatif 0 merupakan kondisi eksisting pada proses produksi sarung tangan di PT. X. Berikut merupakan perhitungan biaya alternatif perbaikan berdasarkan kriteria yang telah disusun.

Komponen Biaya:

Upah tenaga kerja = Rp 3.583.312 / hari/ orang

Tarif listrik = Rp 1.467,28/ kWh

Biaya Eksisting:

Biaya Tenaga Kerja

Tabel 6.5 Biaya Tenaga Kerja Alternatif 0

Lini Produksi	Jumlah Tenaga Kerja	Total Biaya Tenaga Kerja
Rajut	12	42,999,744
Obras	22	78,832,864
Total	56	193,498,848

Biaya Energi:

Berdasarkan hasil wawancara dengan perusahaan, diketahui rata-rata pengeluaran energi listrik bulanan sebesar 43.000 kWh.

Total biaya energi = 43.000 x Rp 1.467,28

= Rp 63,093,040

Berikut merupakan biaya total alternatif 0:

Tabel 6.6 Total Biaya Alternatif 0

Komponen Biaya	Jumlah
Upah Tenaga Kerja	Rp 193,498,848
Biaya Energi	Rp 63,093,040
Biaya Investasi	-
Total	Rp 256,591,888

2. Alternatif 1

Alternatif 1 merupakan alternatif perbaikan pengurangan *defect* proses produksi. Biaya perbaikan alternatif ini meliputi:

- a. Investasi roof turbine *ventilator*
- b. Investasi *Pallet*
- c. Investasi perbaikan desain *hook*
- d. Biaya Pekerja pengelasan

Sehingga, total biaya pada perancangan alternatif 1 adalah sebagai berikut:

Tabel 6.7 Total Biaya Alternatif 1

Komponen Biaya	Eksisting	Biaya Alternatif 1	Total Biaya
Upah Tenaga Kerja	Rp 193,498,848	-	
Biaya Energi	Rp 63,093,040	-	
Biaya Investasi	-	Rp 496,777.78	
Total	Rp 256,591,888	Rp 496,777.78	Rp 257,088,666

3. Alternatif 2

Alternatif 2 merupakan perbaikan dengan perbaikan sistem *maintenance*.

Biaya perbaikan alternatif ini meliputi:

- a. Biaya cetak Kartu Identitas Mesin
- b. Biaya cetak form *maintenance*
- c. Biaya cetak form kontrol *maintenance*

Sehingga total biaya yang dikeluarkan pada alternatif ke-2 adalah sebagai berikut:

Tabel 6.8 Total Biaya Alternatif 2

Komponen Biaya	Eksisting	Biaya Alternatif 2	Total
Upah Tenaga Kerja	Rp 193,498,848	-	
Biaya Energi	Rp 63,093,040	-	
Biaya Investasi	-	Rp 339,200	
	Rp 256,591,888	Rp 339,200	

Komponen Biaya	Eksisting	Biaya Alternatif 2	Total
			Rp 256,931,088

4. Alternatif 3

Alternatif 3 merupakan alternatif perbaikan pada sistem manajemen dan produksi. Biaya pada alternatif perbaikan ini meliputi:

- a. Biaya pemasangan *line mark*
- b. Biaya pemasangan visual 5S
- c. Biaya Investasi *hoist*

Pada tabel 6.23 ditunjukkan total nilai untuk alternatif 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 6.9 Total Biaya Perbaikan Alternatif 3

Komponen Biaya	Eksisting	Biaya Alternatif 3	Total Biaya
Upah Tenaga Kerja	Rp 193,498,848	-	
Biaya Energi	Rp 63,093,040	-	
Biaya Investasi	-	Rp 722,930.00	
Total	Rp 256,591,888	Rp 722,930.00	Rp 257,314,818

6.5 Value management

Pemilihan alternatif dengan *value management* dilakukan dengan mempertimbangkan faktor *cost* terhadap *value* yang didapat berdasarkan perbaikan yang dilakukan. Alternatif dengan *value* terbesar merupakan alternatif yang sebaiknya dilakukan oleh perusahaan. Perhitungan dilakukan dengan menghitung *C'n* pada fungsi 2.4 kemudian dilakukan perhitungan *value* menurut fungsi 2.5. Berikut merupakan perhitungan pada *value management* alternatif perbaikan di PT.X.

Tabel 6.10 Value management Alternatif Perbaikan

Kombinas i Alternatif	Bobot Kriteria Performansi			Performans i	Cost	C'n	Valu e
	A1	A2	A3				
	0.59 4	0.24 9	0.15 7				
0	6	7	7	6.406	Rp256,591,888	Rp256,591,888	1.000
1	8	7	7	7.594	Rp257,088,666	Rp304,177,146	1.183
2	7	8	8	7.406	Rp256,931,088	Rp296,646,819	1.155
3	7	8	7	7.249	Rp257,314,818	Rp290,358,195	1.128
1,2	9	8	8	8.594	Rp257,427,866	Rp344,232,077	1.337
1,3	9	8	7	8.437	Rp257,811,596	Rp337,943,453	1.311
2,3	8	8	8	8	Rp257,654,018	Rp320,439,448	1.244
1,2,3	9	8	8	8.594	Rp258,150,796	Rp344,232,077	1.333

Berdasarkan perhitungan tersebut, dapat diketahui kombinasi alternatif 1,2 menghasilkan *value* tertinggi sebesar 1,337. Hal tersebut menunjukkan kombinasi alternatif 1,2 merupakan kombinasi alternatif perbaikan terbaik yang dapat diterapkan oleh perusahaan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang diambil berdasarkan penelitian yang dilakukan serta saran yang dapat diberikan

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Proses produksi sarung tangan rajut terdiri dari 4 tahapan utama yaitu proses rajut (*knitting*), obras, *dotting* dan *packaging* yang terdiri dari proses *satter*, pengemasan dan memasukkan dalam karung. Proses rajut merupakan proses yang memiliki waktu proses paling lama, sehingga perusahaan melakukan investasi mesin *knitting* sebanyak 308 mesin untuk menghindari terjadinya *bottleneck*. Berdasarkan penggambaran VSM, diketahui waktu siklus pembuatan 1 karung (50 lusin) sarung tangan adalah 88.2 menit dengan waktu *lead time* sebesar 119.22 menit. Presentase waktu proses adalah sebesar 73,99% dan 26,01% waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *material handling* serta kegiatan *lead time* lainnya. Proses paling lama terjadi pada proses *dotting* yang berlangsung selama 40.5 menit, namun tidak semua sarung tangan melewati proses *dotting* tersebut. Selain itu, proses *satter* juga memerlukan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 26.78 menit. Proses tersebut berlangsung lama karena proses berlangsung secara manual oleh 7 orang operator. Sedangkan waktu *lead time* terlama berlangsung pada saat proses *dotting* ke *satter*. Hal tersebut terjadi karena adanya proses pemilahan terlebih dahulu dan kemudian diturunkan dari lantai 3 menuju lantai 2 secara manual oleh operator.
2. Identifikasi *waste* dilakukan melalui observasi serta wawancara dengan pihak *expert* perusahaan yang terdiri dari *company manager*, *production manager* serta *warehouse manager*. Identifikasi *waste* kritis dilakukan dengan menggunakan metode *Waste Assessment Model (WAM)*. Terdapat 3 tahap utama dalam *Waste Assessment Model*, yaitu *seven waste relationship*, *waste relationship matrix* serta *waste assessment*

questionnaire. Berdasarkan metode tersebut, diketahui 3 *waste* kritis pada proses produksi sarung tangan adalah *defect* (30,81%), *waiting* (14,71%) dan *transportation* (13,10%).

3. Berdasarkan metode *Waste Assessment Model* (WAM), dapat diketahui bahwa setiap *waste* memiliki keterkaitan satu dengan lainnya (*dependent*). Berdasarkan WAM, diketahui bahwa penyebab *waste* terbesar bersumber dari *from defect* (17,65%) dan *from process* (16,67%). Sedangkan, dampak *waste* terbesar dari adanya *waste* lain adalah *to defect* (24,51%) dan *to waiting* (18,63%). Berdasarkan metode tersebut, dapat diketahui sumber permasalahan *waste* serta akibat yang ditimbulkan terhadap munculnya *waste* lain.
4. Terdapat beberapa akar permasalahan yang menyebabkan timbulnya *waste* dan *subwaste*. Pada *waste defect*, terdapat 5 *subwaste* yaitu rajutan sarung tangan tidak sempurna, panjang sarung tangan tidak sesuai spesifikasi, terjadi lubang besar pada sarung tangan, jahitan menempel antar jari serta *dotting* yang tidak sesuai. Akar permasalahan *defect* banyak berasal dari kemampuan mesin. Permasalahan tersebut bersumber dari plat *hook* yang bergeser, bahan baku tersimpan pada gudang yang lembab, rantai mesin yang telah rusak, kualitas *brush* yang buruk, operator kurang fokus dalam bekerja, tidak dilakukan pembersihan screen secara rutin serta tidak terdapat prosedur pergantian karet sablon. Selain itu, terdapat 2 *subwaste* pada *waste waiting* yaitu menunggu perbaikan mesin serta menunggu perbaikan produk *rework*. Akar permasalahan *waiting* terdiri dari penjadwalan *maintenance* yang kurang baik, mesin produksi merupakan mesin lama, tidak terdapat penjadwalan khusus bagi teknisi serta tidak terdapat SOP klasifikasi dan penanganan produk *defect*. Pada *waste transportation*, terdapat 3 *subwaste* yaitu pengangkutan *raw material* yang lama, pengangkutan antar proses, serta waktu transportasi secara keseluruhan. Permasalahan tersebut bersumber dari minimnya *hoist*, penataan *layout* yang kurang baik, kapasitas *material handling* yang terbatas dan dilakukan secara manual serta tidak adanya penerapan 5S.

5. Berdasarkan analisis risiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dilakukan perancangan alternatif perbaikan pada sumber risiko dengan nilai $RPN \geq 240$. Terdapat 3 alternatif perbaikan yaitu pengurangan *defect* proses produksi dengan peningkatan kualitas bahan baku dan perbaikan desain *hook*; perbaikan sistem *maintenance* dengan pembuatan *form maintenance* dan penjadwalan teknisi; serta perbaikan sistem manajemen dan produksi dengan pembuatan SOP klasifikasi *defect*, penerapan 5S dan penentuan *material handling* optimal.
6. Berdasarkan perancangan alternatif perbaikan yang dilakukan, kemudian dilakukan pembuatan kombinasi alternatif. Kombinasi tersebut kemudian dihitung menggunakan metode *value management*. yang mempertimbangkan cost yang dikeluarkan dan *value* yang didapat dari perbaikan. Kriteria dalam penentuan *value* yaitu persentase produk *accept*, reduksi *lead time* serta *output* produksi. Penilaian kriteria tersebut berdasarkan *larger is better*. Berdasarkan perhitungan, diketahui penerapan kombinasi alternatif 1&2 menghasilkan *value* yang paling baik.

7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan bagi perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan harus mampu melakukan perbaikan sistem pencatatan pada berbagai aspek di perusahaan. Sistem pencatatan yang baik akan memberikan data yang lebih lengkap terhadap perancangan perbaikan di kemudian hari.
2. Proses perbaikan pada perusahaan harus dilakukan secara *continuous* sehingga membutuhkan dukungan dan komitmen dari berbagai pihak di perusahaan. Dibutuhkan perencanaan, implementasi dan pengawasan dari pihak manajemen terhadap pelaksanaan perbaikan tersebut.

Sedangkan saran yang dapat diberikan terhadap pelaksanaan penelitian selanjutnya adalah:

1. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai data yang lebih lengkap agar permasalahan yang dianalisis menjadi lebih kompleks serta data yang didapatkan lebih akurat.

2. Perlu dilakukan *lean assessment* pada perusahaan terkait peningkatan kriteria perbaikan berdasarkan rekomendasi yang telah diberikan dalam penelitian.
3. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menghitung Net Present Value (NPV) dan *Rate of Return* (ROR) agar dapat diketahui *payback period* terhadap investasi yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. (2003). *Lean Manufacturing Tools and Techniques In The Process Industry with a Focus on Steel*. US: University of Pittsburgh.
- Ambumani, N. (2007). *Knitting Fundamentals, Machines, Structures and Developments*. New Delhi: New Age International Publisher.
- Ariani, D. W. (2003). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: ANDI.
- Carlson, C. S. (2014). *Understanding and Applying the Fundamentals of FMEAs*. Arizona: ReliaSoft Corporation.
- Chandler, F. (2004). *Using Root Cause Analysis to Understand Failures and Accident*. Washington DC.
- Dell'Isola, D. H. (1986). *Quality Control, 2nd Edition*. Prentice-Hall International.
- Fariz et al, M. (2013). *Analisis Minimasi Defect Waste dengan Value Stream Mapping (Studi Kasus di PT. X, Supplier PT. Philips Indonesia SIER)*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Feigenbaum, A. V. (1961). *Total Quality Control*. New York: McGraw-Hill.
- Gaspersz, V. (1997). *Manajemen Kualitas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2011). *Total Quality Management*. Jakarta: Vinchristo Publication.
- Groover, M. P. (2001). *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing, 2nd edition*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Heizer, J., & Render, B. (2005). *Operation Management 7 Edition, Book 2*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Heizer, J., & Render, B. (2010). *Manajemen Operasi Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Heragu, S. S. (2008). *Facility Design Third Edition*. New York: CRC Press.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. United States: Lean Enterprise Center Cardiff Business School.

- Jawin, E. (2011). Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas dengan Metode Grafik dan Algoritma CRAFT Pada PT. Prima Indah Saniton. *Jurnal Teknik Industri*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way*. United States: Mc Grawhill.
- McDermott, R. E. (2009). *The Basic of FMEA 2nd Edition*. USA: CRC Press.
- Nash, M. A., & Poling, S. R. (2008). *Mapping The Total Value Stream*. New York: CRC Press.
- Nasution, A. Z. (2004). *Diagram Pareto*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Nurmianto, E. (2004). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large Scale Production*. New York: CNC Press.
- Osada, T. (2002). *Sikap Kerja 5S. Diterjemahkan oleh Mariani Gandamihardja*. Jakarta: PPM.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A Model for The Assessment of Waste In Job Shop Environments. *International Journal of Operations & Production Management*, 800-822.
- SdRother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, Inc.
- Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox, Second Edition*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Wegwood, I. (2006). *Lean Sigma: A Practitioner's Guide*. US: Prentice Hall.
- Wignjosoebroto, S. (1995). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta: Guna Widya.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Hubungan Keterkaitan Antar Waste

Over Production

O_I : *Over-production consumes and needs large amounts of raw material causing stocking of raw material and producing more work-in-process that consume floor space, and are considered as a temporary form of inventory that has no customer (process) that may order it.*

O_D : *When operators are producing more, their concern about the quality of the parts produced will decrease, because of the sense that there exists enough material to substitute the defects.*

O_M : *Overproduction leads to non-ergonomic behavior, which leads to nonstandardized working method with a considerable amount of motion losses.*

O_T : *Over-production leads to higher transportation effort to follow the overflow of materials.*

O_W : *When producing more, the resources will be reserved for longer times, thus other customer will be waiting and larger queues begin to form Inventory*

Inventory

I_O : *The higher level of raw materials in stores can push workers to work more, so as to increase the profitability of the company.*

I_D : *Increasing inventory (RM, WIP, and FG) will increase the probability of become defected due to lack of concern and unsuitable storing conditions.*

I_M : *Increasing inventory will increase the time for searching, selecting, grasping, reaching, moving, and handling.*

I_T : *Increasing inventory sometimes block the available aisles, making a production activity more transportation time-consuming.*

Defect

D_O : *Over-production behavior appears in order to overcome the lack of parts due to defects.*

D_I : *Producing defective parts that need to be reworked means that increased levels of WIP exist in the form of inventory.*

D_M : *Producing defects increases the time of searching, selection, and inspection of parts, not to mention that reworks are created which need higher training skills.*

D_T : *Moving the defective parts to rework station will increase transportation intensity (back streams) i.e. Wasteful transportation activities.*

D_W : *Reworks will reserve workstations so that new parts will be waiting to be processed*

Motion

M_I : *Non-standardized work methods lead to high amounts of work in process.*

M_D : *Lack of training and standardization means the percentage of defects will increase.*

M_P : *When jobs are non-standardized, process Waste will increase due to the lack of understanding the available technology capacity.*

M_W : *When standards are not set, time will be consumed in searching, grasping, moving, assembling, which result in an increase in part waiting parts.*

Transportation

T_O : *Items are produced more than needed based on the capacity of the handling system so as to minimize transporting cost per unit.*

T_I : *Insufficient number of material handling equipment (MHE) leads to more inventory that can affect other processes.*

T_D : *MHE plays a considerable role in transportation Waste. Non-suitable MHE can sometimes damage items that end being defects.*

T_M : *When items are transported anywhere this means a higher probability of motion Waste presented by double handling and searching.*

T_W : *If MHE is insufficient, this means that items will remain idle, waiting to be transported.*

Process

P_O : *In order to reduce the cost of an operation per machine time, machines are pushed to operate full time Shift , which finally results in overproduction.*

P_I : *Combining operations in one cell will result directly to decrease WIP amounts because of eliminating buffers.*

P_D : *If the machines are not properly maintained defects will be produced.*

P_M : *New technologies of processes that lack training create the human motion Waste.*

P_W : *When the technology used is unsuitable, setup times and repetitive downtimes will lead to higher waiting times.*

Waiting

W_O : *When a machine is waiting because its supplier is serving another customer, this machine may sometimes be forced to produce more, just to keep it running.*

W_I : *Waiting means more items than needed at a certain point, whether they are RM, WIP, or FG.*

W_D : *Waiting items may cause defects due to unsuitable conditions.*

LAMPIRAN B
KRITERIA WASTE BERDASARKAN 7-WASTE

Berikut merupakan penjelasan kriteria *waste* yang mungkin terjadi pada proses produksi perusahaan:

No	Jenis Waste	Keterangan
1	<i>Overproduction</i>	Jumlah produksi berlebihan ataupun diproduksi pada waktu yang tidak tepat. Hal ini dapat terjadi karena kesalahan <i>forecasting</i> , kurang tepat dalam mendefinisikan kebutuhan <i>customer</i> , adanya antisipasi terhadap fluktuasi <i>demand</i> yang tidak tepat, dan lain-lain.
2	<i>Waiting</i>	Adanya waktu tunggu antar proses yang terjadi sehingga menyebabkan <i>bottleneck</i> . Hal ini dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan waktu proses antar stasiun kerja, perbedaan <i>skill</i> pekerja, proses <i>maintenance</i> mesin, dan lain-lain.
3	<i>Transportation</i>	Proses perpindahan yang tidak efektif baik pada material maupun pekerja. Hal ini dapat disebabkan oleh desain <i>layout</i> yang buruk, aliran proses yang kurang terstruktur, adanya proses <i>handling</i> yang tidak perlu, dan lain-lain.
4	<i>Excess process</i>	Aktivitas yang dilakukan secara berlebihan ataupun berulang yang tidak menambah nilai suatu proses. Beberapa aktivitas tersebut seperti <i>double-handling</i> , tahapan yang tidak perlu, <i>re-entering</i> data, dan sebagainya.
5	<i>Inventory</i>	Merupakan adanya kelebihan <i>inventory</i> pada perusahaan yang menyebabkan <i>lead time</i> panjang, barang kadaluarsa atau rusak, peningkatan biaya penyimpanan dan sebagainya. <i>Inventory</i> yang berlebih tersebut dapat berupa <i>raw material</i> , <i>WIP</i> maupun <i>finished goods</i> .
6	<i>Motion</i>	Adanya gerakan yang tidak perlu yang menyebabkan terhambatnya proses kerja. Hal ini dapat disebabkan oleh <i>layout</i> stasiun kerja yang tidak didesain secara baik, penempatan mesin yang jauh dari jangkauan operator, luas <i>asile</i> yang tidak ideal, tidak adanya standar kerja serta kurangnya keahlian operator.
7	<i>Defect</i>	Produk yang rusak atau tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan. Adanya <i>defect</i> tersebut

		dapat diakibatkan kurangnya pengendalian kualitas oleh perusahaan, kesalahan mesin produksi, dan sebagainya.
--	--	--

LAMPIRAN C

Waste Assessment Questionnaire

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
MAN						
1	Apakah pihak manajemen sering melakukan pemindahan operator untuk semua pekerjaan sehingga satu jenis pekerjaan bisa dilakukan oleh semua operator?	B	Tidak digunakan, karena sudah terdapat dalam kebijakan pembagian pekerja pada perusahaan			<i>To Motion</i>
2	Apakah <i>supervisor</i> menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah <i>supervisor</i> menetapkan standar untuk jumlah waktu dan kualitas produk yang ditargetkan?	Menyetujui	<i>From Motion</i>
3	Apakah pekerja untuk <i>shift</i> malam sudah cukup diawasi?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah pekerja untuk <i>shift</i> malam sudah cukup diawasi?	Menyetujui	<i>From Defect</i>
4	Apakah ada aktivitas atau kegiatan positif untuk meningkatkan semangat kerja?	B	Tidak digunakan, karena sudah ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Motion</i>
5	Apakah ada program pelatihan kerja untuk karyawan baru?	B	Tidak digunakan, karena sudah ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Motion</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
6	Apakah pekerja memiliki rasa tanggungjawab terhadap pekerjaannya?	B	tidak digunakan, karena tidak ada pengaruh yang berhubungan dengan <i>waste</i> yang diamati			<i>From Defect</i>
7	Apakah alat perlindungan keselamatan kerja sudah dimanfaatkan di area kerja?	B	tidak digunakan, karena tidak ada pengaruh yang berhubungan dengan <i>waste</i> yang diamati			<i>From Process</i>
MATERIAL						
8	Apakah <i>leadtime</i> dari <i>supplier</i> diterapkan untuk penjadwalan pemesanan <i>material</i> ?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah <i>leadtime</i> dari <i>supplier raw material</i> diterapkan untuk penjadwalan pemesanan <i>material</i> ?	Menyetujui	<i>To Waiting</i>
9	Apakah sudah terdapat pengecekan jadwal untuk ketersediaan <i>material</i> sebelum memulai produksi?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah sudah terdapat pengecekan jadwal untuk ketersediaan <i>material</i> sebelum memulai produksi?	Menyetujui	<i>From Waiting</i>
10	Apakah barang diterima dalam satu muatan?	B	tidak digunakan, karena tidak ada pengaruh yang berhubungan dengan <i>waste</i> yang diamati			<i>From Transportation</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
11	Apakah pihak perencanaan produksi rutin memberi pemberitahuan kepada tenaga kerja di gudang mengenai aktivitas penyimpanan barang (termasuk stok) di gudang?	B	Tidak digunakan, karena tidak ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Inventory</i>
12	Apakah ada pemberitahuan kepada pekerja di gudang jika terdapat perubahan terhadap <i>inventory</i> yang direncanakan?	B	Tidak digunakan, karena tidak ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Inventory</i>
13	Apakah terdapat akumulasi <i>material</i> yang berlebih yang menunggu untuk diperbaiki, atau dikembalikan ke <i>supplier</i> ?	A	Tidak digunakan, karena pertanyaan ini hampir sama dengan pertanyaan (14) dengan cakupan lebih sempit			<i>From Defect</i>
14	Apakah terdapat tumpukan <i>material</i> yang tidak diperlukan di sekitar area tumpukan <i>material</i> ?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah terdapat tumpukan <i>material</i> yang tidak diperlukan di sekitar area tumpukan <i>material</i> ?	Menyetujui	<i>From Inventory</i>
15	Apakah tenaga kerja produksi berdiri disekitar area produksi untuk menunggu kedatangan <i>material</i> ?	A	Tidak digunakan, karena sudah ada pertanyaan SOP pada pertanyaan (39)			<i>From Waiting</i>
16	Apakah <i>material</i> sering dipindahkan daripada yang dibutuhkan?	A	Tidak digunakan, karena telah ada kebijakan dalam perusahaan			<i>To Defect</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
17	Apakah seringkali terjadi kerusakan <i>material</i> ketika proses pemindahan/transportasi?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah seringkali terjadi kerusakan <i>material</i> ketika proses pemindahan/transportasi?	Menyetujui	<i>From Defect</i>
18	Apakah WIP sering tercampur dengan <i>material</i> lainnya yang digunakan atau dipindahkan untuk operasi berikutnya ?	A	Tidak digunakan, karena sudah ada pertanyaan SOP pada pertanyaan (39)			<i>From Transportation</i>
19	Apakah bongkar muat <i>material</i> atau bahan baku ditangani secara manual?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah bongkar muat <i>material</i> atau bahan baku ditangani secara manual?	Menyetujui	<i>To Motion</i>
20	Apakah digunakan wadah tertentu (kotak/ <i>box</i>) untuk mempermudah proses perhitungan jumlah dan memudahkan untuk perpindahan barang?	B	Tidak digunakan, karena sudah ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Waiting</i>
21	Apakah barang atau bahan baku yang sejenis disimpan dalam satu area?	B	tidak digunakan, karena sudah ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Motion</i>
22	Apakah tersedia wadah besar yang mudah dibawa untuk menghindari perulangan pemindahan <i>material</i> dengan wadah yang kecil?	B	Tidak digunakan, karena tidak ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Transportation</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
23	Apakah ada pengecekan <i>material</i> yang diterima untuk mengetahui kesesuaian standar kualitas dan kuantitas barang?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada pengecekan <i>material</i> yang diterima untuk mengetahui kesesuaian standar kualitas dan kuantitas barang?	Menyetujui	<i>From Defect</i>
24	Apakah <i>material</i> diberi label untuk mempermudah identifikasi?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah <i>material</i> diberi label untuk mempermudah identifikasi?	Menyetujui	<i>From Motion</i>
25	Apakah terdapat penyimpanan barang yang masih dalam proses (WIP) untuk diproses kemudian?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah terdapat penyimpanan barang yang masih dalam proses (WIP) untuk diproses kemudian?	Menyetujui	<i>From Inventory</i>
26	Apakah dilakukan pemesanan <i>material</i> dan menyimpan di gudang, meskipun tidak diperlukan segera?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah dilakukan pemesanan <i>material</i> dan menyimpan di gudang, meskipun tidak diperlukan segera?	Menyetujui	<i>From Inventory</i>
27	Apakah ada kelonggaran waktu untuk barang yang belum dipakai dan di simpan lama didalam gudang?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada kelonggaran waktu untuk barang yang belum dipakai dan di simpan lama didalam gudang?	Menyetujui	<i>To Waiting</i>
28	Apakah ada proses pencarian atau pengambilan ulang barang karena kesalahan ukuran/berat/bentuk/warna produk yang tidak sesuai?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada proses pencarian atau pengambilan ulang barang karena kesalahan ukuran/berat/bentuk/warna produk yang tidak sesuai?	Menyetujui	<i>From Defect</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
29	Apakah <i>material</i> tiba tepat waktu ketika dibutuhkan?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah <i>material</i> tiba tepat waktu ketika dibutuhkan?	Menyetujui	<i>From Waiting</i>
30	Apakah terdapat penumpukan barang jadi di dalam gudang penyimpanan yang tidak memiliki pelanggan yang dijadwalkan?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah terdapat penumpukan barang jadi di dalam gudang penyimpanan yang tidak memiliki pelanggan yang dijadwalkan?	Menyetujui	<i>From Overproduction</i>
31	Apakah bahan baku dan peralatan disimpan dengan baik?	B	Tidak digunakan, karena sudah ada kebijakan dalam perusahaan			<i>To Motion</i>
MACHINE						
32	Apakah ada pengujian terhadap efisiensi mesin dan pengujian standar spesifikasi manufaktur sudah dilakukan secara berkala?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada pengujian terhadap efisiensi mesin dan pengujian standar spesifikasi manufaktur sudah dilakukan secara berkala?	Menyetujui	<i>From Process</i>
33	Apakah beban kerja tiap mesin dapat diprediksi dengan jelas?	B	Tidak, karena setiap mesin memiliki kerja yang sama yang telah disesuaikan dengan kebutuhan			<i>To Waiting</i>
34	Apakah semua prosedural kerja sudah distandarisasi, di <i>review</i> dan di <i>improve</i> oleh <i>team</i> kerja secara teratur?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah terdapat prosedur/ SOP kerja setiap bagian dalam perusahaan?	Menyetujui	<i>From Process</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
35	Apakah kapasitas peralatan <i>material handling</i> sudah cukup untuk membawa barang yang paling berat?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah kapasitas <i>material handling</i> sudah cukup mengakomodir semua kebutuhan barang?	Menyetujui	<i>From Transportation</i>
36	Jika peralatan <i>material handling</i> digunakan apakah jumlah yang dibawa sudah cukup?	B	Tidak digunakan, karena <i>waste</i> yang diamati sama dengan pertanyaan (35)			<i>To Motion</i>
37	Apakah ada kebijakan manajemen untuk memproduksi lebih dari yang dibutuhkan dalam rangka memaksimalkan kapasitas dan penggunaan mesin?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada kebijakan manajemen untuk memproduksi lebih dari yang dibutuhkan dalam rangka memaksimalkan kapasitas dan penggunaan mesin?	Menyetujui	<i>From Overproduction</i>
38	Apakah mesin sering berhenti karena gangguan mekanis?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah mesin sering berhenti karena gangguan mekanis?	Menyetujui	<i>From Waiting</i>
39	Apakah alat-alat yang diperlukan sudah tersedia dan cukup untuk tiap proses?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah alat-alat yang diperlukan sudah tersedia dan cukup untuk tiap proses?	Menyetujui	<i>From Waiting</i>
40	Apakah peralatan <i>material handling</i> beresiko terhadap kerusakan <i>material</i> ?	A	Tidak digunakan, karena <i>material handling</i> yang digunakan tidak berpengaruh terhadap proses pada mesin			<i>To Defect</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
41	Apakah waktu <i>set up</i> yang lama dapat menyebabkan penundaan terhadap aliran operasi?	A	Tidak digunakan, karena setup mesin yang digunakan sudah terjadwal dengan baik			<i>From Waiting</i>
42	Apakah masih terdapat alat-alat yang sudah rusak dan tidak terpakai di tempat kerja?	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah masih terdapat alat-alat yang sudah rusak dan tidak terpakai di tempat kerja?	Menyetujui	<i>To Motion</i>
43	Apakah ada pertimbangan untuk meminimasi frekuensi dari setup dengan menyesuaikan penjadwalan dan disain?	B	Tidak digunakan, karena setup mesin yang digunakan sudah terjadwal dengan baik			<i>From Process</i>
METHOD						
44	Apakah luas area penyimpanan sudah cukup, agar tidak terjadi <i>overload capacity</i> dan untuk menghindari kemacetan dari jalur gudang?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah luas area penyimpanan sudah cukup, agar tidak terjadi <i>overload capacity</i> dan untuk menghindari kemacetan dari jalur gudang?	Menyetujui	<i>To Transportation</i>
45	Apakah ada penomoran atau pelabelan dalam pengambilan <i>material</i> agar memudahkan dalam mengambil dan menyimpan bahan <i>material</i> ?	B	Tidak digunakan, karena sudah ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Motion</i>
46	Apakah ruang penyimpanan digunakan secara efektif untuk menyimpan dengan bantuan rak-rak dan troli?	B	Tidak digunakan, karena tidak berkaitan dengan kebijakan perusahaan			<i>From Waiting</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
47	Apakah ada pembagian area gudang, area aktif untuk <i>order</i> yang paling sering dan area cadangan untuk <i>order</i> lainnya?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada pembagian area gudang, area aktif untuk <i>order</i> yang paling sering dan area cadangan untuk <i>order</i> lainnya?	Menyetujui	<i>To Motion</i>
48	Apakah penjadwalan produksi disesuaikan dengan jumlah kebutuhan dan permintaan pelanggan?	B	Tidak, karena telah diterapkan dalam kebijakan perusahaan			<i>To Waiting</i>
49	Apakah jadwal produksi dikomunikasikan ke semua bagian, sehingga isi jadwal dipahami secara luas?	B	Tidak, karena telah diterapkan dalam kebijakan perusahaan			<i>To Defect</i>
50	Apakah ada pembuatan standar produksi atau SOP penggunaan mesin dalam melakukan pemindahan?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada SOP terkait pemindahan barang?	Menyetujui	<i>From Motion</i>
51	Apakah sudah diterapkan <i>Quality Control</i> di tiap bagian?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah sudah diterapkan <i>Quality Control</i> di tiap bagian?	Menyetujui	<i>From Defect</i>
52	Apakah ada waktu standar yang ditetapkan untuk setiap operasi atau pekerjaan?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada waktu standar yang ditetapkan untuk setiap operasi atau pekerjaan?	Menyetujui	<i>From Motion</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
53	Jika terjadi <i>delay</i> atau keterlambatan, apakah <i>delay</i> tersebut dikomunikasikan ke semua bagian?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Jika terjadi <i>delay</i> atau keterlambatan, apakah <i>delay</i> tersebut dikomunikasikan ke semua bagian?	Menyetujui	<i>To Waiting</i>
54	Apakah ada pengaturan jadwal untuk kebutuhan tiap jenis produk sehingga tidak perlu ada pengulangan <i>setting</i> mesin?	B	Tidak digunakan, karena setup mesin yang digunakan sudah terjadwal dengan baik			<i>From Process</i>
55	Apakah memungkinkan untuk menggabungkan langkah-langkah proses pengerjaan menjadi lebih sederhana?	B	Tidak digunakan, karena proses yang berjalan sudah sederhana			<i>From Process</i>
56	Apakah ada prosedur untuk pemeriksaan atau inspeksi terhadap produk yang dikembalikan pelanggan?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah ada prosedur untuk pemeriksaan atau inspeksi terhadap produk yang dikembalikan pelanggan?	Menyetujui	<i>To Defect</i>
57	Apakah arsip <i>inventory</i> digunakan untuk menentukan pembelian <i>material</i> dan menjadwalkan produksi?	B	Tidak digunakan, karena sudah ada dalam kebijakan perusahaan			<i>From Inventory</i>
58	Apakah <i>aisle</i> (gang-gang) selalu dibersihkan dan dirapikan dengan baik?	B	tidak digunakan, karena tidak berhubungan dengan <i>waste</i> yang diamati			<i>To Transportation</i>
59	Apakah area penyimpanan diberi tanda dibagian-bagian tertentu?	B	Tidak digunakan, karena sudah ada dalam kebijakan perusahaan			<i>To Motion</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
60	Apakah luas <i>aisle</i> (gang-gang) cukup untuk pergerakan bebas alat-alat?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah luas <i>aisle</i> (gang-gang) cukup untuk pergerakan bebas alat-alat?	Menyetujui	<i>To Transportation</i>
61	Apakah terjadi penyimpanan <i>material</i> yang tidak seharusnya disimpan di area gudang? (misal : <i>material</i> sisa disimpan dalam gudang)	A	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah terjadi penyimpanan <i>material</i> yang tidak seharusnya disimpan di area gudang? (misal : <i>material</i> sisa disimpan dalam gudang)	Menyetujui	<i>To Motion</i>
62	Apakah ada jadwal rutin untuk membersihkan pabrik secara keseluruhan?	B	Tidak digunakan, karena hampir sama dan terkait dengan pertanyaan (58)			<i>To Transportation</i>
63	Apakah aliran produksi mengalir satu arah?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah aliran produksi mengalir satu arah?	Menyetujui	<i>From Motion</i>
64	Apakah ada suatu kelompok yang bertugas menerima barang, memeriksa dan hal lainnya yang merupakan bentuk lain dari standarisasi?	B	Tidak digunakan, karena berkaitan dengan SOP kerja pada pertanyaan (39)			<i>From Motion</i>
65	Apakah standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik?	B	Tidak digunakan, karena standar kerja mempunyai tujuan yang jelas dan spesifik			<i>From Motion</i>

No	Rawabdeh, 2005	Tipe Pertanyaan	Penulis berdasarkan kondisi perusahaan		Tanggapan Perusahaan	Keterangan
	Aspek dan Daftar Pertanyaan		Komentar	Pertanyaan		
66	Apakah ketidakseimbangan kerja dapat di prediksi?	B	tidak digunakan, karena tidak berhubungan dengan <i>waste</i> yang diamati			<i>From Overproduction</i>
67	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan?	B	Digunakan, karena memungkinkan terjadi di perusahaan dan sesuai dengan <i>waste</i> yang diamati	Apakah prosedur kerja yang sudah ada mampu menghilangkan pekerjaan yang tidak perlu atau berlebihan?	Menyetujui	<i>From Process</i>
68	Apakah hasil <i>quality control</i> , uji produk dan evaluasi dilakukan dengan keilmuan teknik?	B	Tidak digunakan, karena kebijakan telah diterapkan pada perusahaan			<i>From Defect</i>

Keterangan:



= Sudah terdapat kebijakan yang diterapkan dalam perusahaan



= Tidak berhubungan langsung dengan *waste* yang diamati



= Tidak terdapat kebijakan yang diterapkan dalam perusahaan



= Pertanyaan bersinggungan atau mirip dengan pertanyaan lainnya

LAMPIRAN D

IDENTIFIKASI TINGKAT KRITIS WASTE DENGAN MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*

Kuesioner ini disusun berdasarkan *Root Cause Analysis (RCA)* yang telah disusun sebelumnya berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan pihak *expert* perusahaan. FMEA merupakan *tools* yang digunakan untuk menilai tingkat kritis suatu *waste* berdasarkan tingkat keparahan dampak (*severity*), tingkat frekuensi terjadinya kejadian (*occurance*) dan tingkat kemudahan dalam melakukan deteksi (*detection*). Penilaian tingkat kritis dilakukan dengan menghitung nilai *Risk Priority Number (RPN)* berdasarkan hasil perkalian ketiga faktor tersebut. Hasil kuesioner akan diolah lebih lanjut dan akan digunakan untuk kepentingan akademik (penelitian Tugas Akhir). Atas kerjasama dan kesediaan Bapak/Ibu dalam mengisi kuesioner, kami ucapkan terimakasih.

BIODATA RESPONDEN

Nama :

Jabatan:

PENJELASAN KUESIONER

Kuesioner ini dilakukan dengan melakukan penilaian terhadap skala *severity*, *occurance* dan *detection* yang digunakan untuk menganalisis risiko dari setiap akar permasalahan pada *waste* kritis. Berikut merupakan penjelasan dari tiap skala yang ada:

a. *Severity*

Merupakan tingkat keparahan dari dampak suatu kegagalan yang terjadi pada *waste* kritis. Berikut merupakan indikator skala penilaian pada setiap *waste* kritis:

Defect

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Dapat mempengaruhi proses produksi, dan berpotensi terhadap terjadinya kecacatan produk	3
Sangat Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk, namun dapat diabaikan	4
Rendah	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	5
	Dalam satu bulan produksi, terjadi <10% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar <5%	
Sedang	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	6
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 10% - 20% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 5%-10%	
Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	7
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 20 – 30% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 10%-20%	
Sangat Tinggi	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	8
	Dalam satu bulan produksi, terjadi 30 – 50% produk mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 20%-30%	
Berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	9
	Dalam satu bulan produksi, terjadi >50% produk mengalami <i>rework</i>	

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar 30%-50%	
Sangat Berbahaya	Dapat mempengaruhi proses produksi dan terjadi kecacatan pada produk	10
	Dalam satu bulan produksi, seluruh WIP mengalami <i>rework</i>	
	Mengakibatkan <i>financial loss</i> pada produk sebesar >50%	

Waiting

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Minor	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi, namun tidak menyebabkan keterlambatan	3
Sangat Rendah	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Rendah	Menghentikan proses produksi 15 - 30 menit	5
Sedang	Menghentikan proses produksi 30 - 60 menit	6
Tinggi	Menghentikan proses produksi > 60 menit, namun < 1 hari	7
Sangat Tinggi	Menghentikan proses produksi selama 1 - 3 hari	8
Berbahaya	Menghentikan proses produksi selama > 3 hari namun < 10 hari	9
Sangat Berbahaya	Menghentikan proses produksi > 10 hari	10

Transportation

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak mempengaruhi proses produksi	1
Sangat Minor	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh terhadap proses produksi, namun tidak menyebabkan keterlambatan produksi	3
Sangat Rendah	Memberikan pengaruh terhadap proses produksi dan menyebabkan keterlambatan <15 menit	4
Rendah	Menunda proses produksi 15 - 30 menit	5
Sedang	Menunda proses produksi 30 - 60 menit	6
Tinggi	Menunda proses produksi 1-2 jam	7

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Sangat Tinggi	Menunda proses produksi 2-6 jam	8
Berbahaya	Menunda proses produksi 6-12 jam	9
Sangat Berbahaya	Menunda proses produksi >12 jam	10

b. Occurance

Merupakan tingkat frekuensi terjadinya suatu potensi atau akar permasalahan pada setiap *waste* kritis. Berikut merupakan indikator skala penilaian *occurance* pada setiap *waste* kritis:

Defect, Waiting, Transportation

<i>Occurrence</i>	<i>Probabilitas Kejadian</i>	<i>Rating</i>
Tidak Pernah	Terjadi satu kali dalam kurun waktu >1 th	1
Jarang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 12 bulan	2
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 – 6 bulan	3
Kadang kadang	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 bulan	4
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 bulan	5
Cukup Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 bulan	6
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 2 minggu	7
Sering	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 minggu	8
	Terjadi satu kali dalam kurun waktu 1 - 3 hari	9
Sangat Sering	Setiap hari	10

c. Detection

Merupakan tingkat kemampuan potensi mendeteksi kegagalan dari masing-masing *waste* kritis. Pada skala ini diberikan penilaian berdasarkan metode deteksi yang dilakukan perusahaan serta tingkat kemudahan dalam mendeteksi kegagalan yang mungkin terjadi. Berikut merupakan skala penilaian *detection* pada masing-masing *waste* kritis:

<i>Detection</i>	<i>Keterangan</i>	<i>Rating</i>
Pasti	Sumber permasalahan langsung dapat dideteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat Mudah	Sumber permasalahan dapat dideteksi melalui inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	3

<i>Detection</i>	Keterangan	<i>Ratin g</i>
	Sumber permasalahan baru dapat diketahui setelah terjadi	
Cukup Mudah	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	4
	Sumber permasalahan dapat diketahui setelah sumber permasalahan berakhir	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi sumber permasalahan	5
	Sumber permasalahan dapat terdeteksi jika dilakukan analisa lebih lanjut	
Cukup Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail untuk mendeteksi sumber permasalahan	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui sumber permasalahan yang terjadi	
Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	7
	Sumber permasalahan sulit terdeteksi	
Sangat Sulit	Membutuhkan alat bantu khusus yang lebih detail mendeteksi sumber permasalahan	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Alat bantu tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi tidak akurat	
Tidak Dapat Terdeteksi	Sumber permasalahan tidak dapat terdeteksi	10

PETUNJUK PENGISIAN

Pengisian dilakukan berdasarkan indikator skala yang telah ditentukan, kemudian pengisian dilakukan berdasarkan kuesioner FMEA sebagai berikut:

Defect

<i>Potential failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Rajutan sarung tangan tidak sempurna	Produk tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga harus menuju proses <i>rework</i>	4	Terdapat jarum yang patah saat proses produksi berlangsung	10	Melakukan pergantian <i>sparepart</i> jarum dan oli setiap pergantian <i>shift</i>	3	
Panjang jari sarung tangan tidak sesuai spesifikasi	Produk tidak sesuai spesifikasi dengan kerusakan yang cukup tinggi sehingga menurunkan harga jual produk	9	<i>Twist</i> bahan baku benang memiliki kualitas yang buruk	10	Memberikan <i>pallet</i> pada <i>raw material</i>	3	
		9	Terjadi pergeseran dial saat proses produksi	7	Melakukan <i>corrective maintenance</i> saat mesin mengalami <i>breakdown</i>	3	
		9	Rantai <i>setting</i> mesin terputus saat proses produksi karena telah lama digunakan	6		3	
		9	<i>Cutter</i> mesin tidak bekerja	8		3	
Jahitan menempel antar jari							
Terjadi lubang besar pada sarung tangan	Produk tidak sesuai spesifikasi dengan kerusakan yang tinggi sehingga tidak dapat dijual kepada konsumen	10	Terdapat jarum yang patah saat proses produksi berlangsung	10	Melakukan <i>corrective maintenance</i> saat mesin mengalami <i>breakdown</i>	3	
		10	Bulu pada <i>brush</i> sudah rontok	4		3	
<i>Dotting</i> tidak sesuai spesifikasi	Produk tidak sesuai spesifikasi dengan kerusakan yang tinggi sehingga tidak dapat dijual kepada konsumen	10	Operator kurang fokus dalam memasukkan sarung tangan ke mesin	10	Belum ada rekomendasi khusus yang dilakukan perusahaan	4	
		10	<i>Screen</i> sablon tertutup cairan sablon	10	Melakukan pembersihan <i>screen</i> sablon saat terjadi permasalahan	3	
		10	Karet sablon telah aus	3	Melakukan <i>corrective maintenance</i> saat mesin mengalami <i>breakdown</i>	3	

Waiting

<i>Potential failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Menunggu perbaikan mesin produksi	Produksi mengalami keterlambatan atau bahkan hingga berhenti dalam waktu tertentu, sehingga menimbulkan <i>loss production</i> (mesin rajut)	6	Tidak adanya penjadwalan <i>preventive maintenance</i> untuk berbagai mesin	7	Melakukan pergantian sebagian <i>sparepart</i> (oli dan jarum) setiap pergantian <i>shift</i> berlangsung	5	
	Produksi mengalami keterlambatan atau bahkan hingga berhenti dalam waktu tertentu, sehingga menimbulkan <i>loss production</i> (mesin <i>dotting</i>)	7	Tidak adanya penjadwalan <i>preventive maintenance</i> pada mesin <i>dotting</i>	7	Melakukan pelumasan pada gear mesin <i>dotting</i>	5	
		7	Penjadwalan bagi teknisi hanya dilakukan pada waktu tertentu	10	Belum ada rekomendasi khusus yang dilakukan perusahaan	5	
Menunggu perbaikan produk cacat	Proses produksi terhambat pada satu lini	7	Tidak adanya SOP klasifikasi dan penanganan produk cacat	10	Belum ada rekomendasi khusus yang dilakukan perusahaan	5	

Transportation

<i>Potential failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Pengangkutan <i>raw material</i> ke lantai produksi yang lama	Pengiriman bahan baku ke proses produksi menjadi terhambat	4	fasilitas pengangkutan atau <i>hoist</i> lain untuk menaikkan <i>raw material</i> ke lantai atas yang minim	10	Belum ada proses <i>improvement</i> yang dilakukan untuk <i>subwaste</i> ini	6	

<i>Potential failure</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential cause</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
Pengangkutan dari dan menuju area <i>dotting</i> lama	Pengiriman produk ke bagian <i>dotting</i> membutuhkan waktu yang lama sehingga memperlambat proses produksi	3	Tidak ada <i>material handling</i> khusus untuk pengangkutan ke lantai atas	10		6	
Lamanya waktu transportasi secara keseluruhan	Pengiriman barang membutuhkan waktu yang lama	3	Penataan <i>layout</i> yang kurang baik	10		6	
		4	Kapasitas <i>material handling</i> terbatas	10		6	
		3	Seluruh <i>material handling</i> dilakukan secara manual	10		6	
		5	Tidak ada penerapan aturan maupun penerapan 5s pada proses produksi	10	Melakukan himbauan ringan kepada pekerja	6	

LAMPIRAN F

Kuesioner Performansi Alternatif Perbaikan

Kuesioner ini disusun untuk mengetahui peningkatan performansi yang didapat berdasarkan penyusunan alternatif perbaikan. Alternatif perbaikan disusun berdasarkan waste kritis dan FMEA. Alternatif perbaikan yang diusulkan adalah sebagai berikut:

No	Alternatif Perbaikan	Langkah Perbaikan
1	Pengurangan <i>defect</i> proses produksi	Perbaikan kualitas bahan baku
		Perbaikan desain <i>hook</i> pada mesin <i>knitting</i>
2	Perbaikan sistem <i>maintenance</i>	Pembuatan kartu dan form <i>maintenance</i>
		Penjadwalan teknisi untuk <i>maintenance</i> mesin
3	Perbaikan sistem manajemen dan produksi	Pembuatan SOP klasifikasi dan penanganan produk cacat
		Penerapan 5S pada perusahaan
		Perbaikan fasilitas <i>material handling</i> optimal

Berdasarkan alternatif tersebut, kemudian ditentukan 3 kriteria yang merupakan dampak dari penerapan alternatif perbaikan yaitu reduksi *defect*, *lead time* serta peningkatan *output*. Berikut merupakan kombinasi alternatif yang akan diimplementasikan berdasarkan kriteria performansi. Berikan angka penilaian pada tabel kombinasi alternatif berikut. Skala 1 menunjukkan hasil yang terburuk sedangkan skala 10 menunjukkan hasil yang terbaik.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Reza Alfiansyah merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Ali Parkhan dan Ibu Sudaryati. Penulis lahir di Sleman, 12 November 1995. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis adalah SD Muhammadiyah Condong Catur Sleman, SMP Negeri 5 Yogyakarta, SMA Negeri 1 Yogyakarta, hingga pada tahun 2014 penulis melanjutkan jenjang sarjana di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur undangan.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di berbagai kegiatan organisasi dan kepanitiaan. Penulis pernah tercatat menjadi staf Departemen Sosial Masyarakat HMTI ITS 2015/2016 dan kemudian menjadi Kepala Departemen Sosial Masyarakat HMTI ITS 2016/2017. Selain itu, penulis juga aktif dalam Badan Semi-Otonom Forum Kajian Strategis (Forkastra) HMTI ITS 2015/2016. Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan seperti menjadi Ketua *Industrial Engineering Social Project* HMTI ITS 2015/2016, PIC *Region Yogyakarta IE Games 11th Edition, Steering Committee (SC)* FTI *Save-Pro* 2016 BEM FTI ITS dan berbagai *event* lainnya.

Penulis juga aktif pada berbagai kegiatan pelatihan dan seminar seperti LKMM Pra-TD dan LKMM-TD, Pelatihan P3MTI HMTI ITS dan lain-lain. Penulis juga mengembangkan diri melalui Pelatihan *AutoCAD* Laboratorium Sistem Manufaktur DTI ITS, pelatihan sertifikasi ISO 14001:2015 tentang Manajemen Lingkungan dan OHSAS 18001:2007 tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan berbagai seminar seperti Seminar Nasional *Endeavor* Indonesia. Penulis sempat melaksanakan kegiatan Kerja Praktik pada PT Indonesia Asahan Alumunium (Persero) pada tahun 2017 di Seksi *Sparepart Warehouse*. Penulis dapat dihubungi melalui email rezafian1@gmail.com.