



TUGAS AKHIR – TI 141501

**EFEKTIVITAS PROSES PRODUKSI IKAN KALENG
MSK DAN MSB DENGAN REDUKSI WASTE
MELALUI *FRAMEWORK* DMAIC METODE *LEAN SIX
SIGMA* (STUDI KASUS: PT MAYA MUNCAR)**

NIKEN WAHYUNINGRUM
NRP 2512 100 015

Dosen Pembimbing
H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE
NIP : 196002231985031002

Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 141501

**EFFECTIVENESS OF FISH CANNING PROCESS
MSK AND MSB PRODUCTION BY REDUCING
WASTE USING DMAIC FRAMEWORK OF LEAN SIX
SIGMA METHOD (CASE STUDY: PT MAYA
MUNCAR)**

NIKEN WAHYUNINGRUM
NRP 2512 100 015

Supervisor
H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE
NIP : 196002231985031002

Department of Industrial Engineering
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS PROSES PRODUKSI IKAN KALENG MSK
DAN MSB DENGAN REDUKSI WASTE MELALUI
FRAMEWORK DMAIC METODE LEAN SIX SIGMA
(STUDI KASUS: PT MAYA MUNCAR)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

NIKEN WAHYUNINGRUM

NRP 2512 100 015

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
Surabaya, Juli 2016



Hari Supriyanto, Ir., MSIE

NIP : 196002231985031002

**EFEKTIVITAS PROSES PRODUKSI IKAN KALENG MSK
DAN MSB DENGAN REDUKSI WASTE MELALUI
FRAMEWORK DMAIC METODE *LEAN SIX SIGMA*
(STUDI KASUS: PT MAYA MUNCAR)**

Nama : Niken Wahyuningrum
NRP : 2512100015
Jurusan : Teknik Industri - ITS
Pembimbing : H. Hari Supriyanto Ir., MSIE

ABSTRAK

PT Maya Muncar merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang perikanan, terutama di bidang pengalangan ikan. Terdapat dua diantara sepuluh jenis produk PT Maya Muncar yang memiliki jumlah *defect* paling tinggi yaitu 27% MSK (Maya Sarden Kecil) dan 32% MSB (Maya Sarden Besar) sedangkan lainnya berada di bawah persentase tersebut. Selain *defect* juga terdapat indikasi adanya *waste transportation*, *waiting*, dan inventori WIP pada lantai produksi MSK dan MSB. Penyelesaian permasalahan ini menggunakan metode *Lean Six Sigma*. Metode ini menggabungkan antara *Lean* dan *Six Sigma* dengan cara menghilangkan pemborosan melalui peningkatan terus menerus untuk mencapai tingkat kinerja enam *sigma*. Sebelumnya akan ditentukan akar permasalahan dari setiap *waste* dengan metode RCA (*Root Cause Analysis*) dan kemudian dicari risiko kegagalan dari *waste* tersebut menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). FMEA yang memiliki nilai RPN ≥ 125 dianalisis lebih lanjut dan dikelompokkan sehingga didapatkan alternatif perbaikan. Alternatif perbaikan ini dikombinasikan dan dipilih menggunakan metode *Value Management*. Terdapat satu kombinasi alternatif terpilih yaitu peningkatan kualitas *raw material* dan pengurangan *defect* proses. Implementasi kombinasi kedua alternatif ini memberikan reduksi biaya sebesar Rp 284.138.288,-.

Kata kunci— Waste, Lean Six Sigma, RCA (Root Cause Analysis), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), Value Management.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

**EFFECTIVENESS OF FISH CANNING PROCESS MSK AND
MSB PRODUCTION BY REDUCING WASTE USING DMAIC
FRAMEWORK OF LEAN SIX SIGMA METHOD
(CASE STUDY: PT MAYA MUNCAR)**

Name : Niken Wahyuningrum
NRP : 2512100015
Department : Industrial Engineering - ITS
Supervisor : H. Hari Supriyanto Ir., MSIE

ABSTRACT

PT Maya Muncar is one of fisheries companies, particularly in fish canning. Two of ten its products have highest number of defect, which are 27% at MSK (Maya Sarden Kecil) and 32% at MSB (Maya Sarden Besar). Besides that, there are waste transportation, waiting, and WIP Inventory on MSK and MSB's production floor. This problem can solved using Lean Six Sigma, which is combining Lean and Six Sigma method by removing waste with continues improvement to reach six sigma performance. This research conducted by root causes of each waste using RCA (Root Cause Analysis). Those causes will be identified its failure of risk using FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Then, value of $RPN \geq 125$ will be analyzed and classified into alternative improvements. It will be combined and identified using Value Management method. The best alternatives have chosen by that method are improvement quality of raw material and reducing defect of process. This implemented alternative will reduce cost by Rp284.138.288,00.

Keyword— Waste, Lean Six Sigma, RCA (Root Cause Analysis), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), Value Management.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
1.5.1 Batasan	9
1.5.2 Asumsi	9
1.6 Sistematika Penulisan.....	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Konsep <i>Lean</i>	11
2.2 Konsep Dasar <i>Six Sigma</i>	12
2.2.1 DMAIC (<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>)	14
2.2.2 Dasar Perhitungan DPMO (<i>Defect per Milion Opportunity</i>)....	14
2.3 <i>Lean Six Sigma</i> (LSS)	15
2.4 <i>Operation Process Chart</i> (OPC).....	17
2.5 <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	18
2.6 <i>Waste E-DOWNTIME</i>	20
2.7 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA).....	21

2.8	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	21
2.9	Konsep Biaya Kualitas.....	23
2.9.1	Kategori Biaya Kualitas.....	23
2.10	<i>Value Management</i>	26
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Tahap Identifikasi Awal.....	27
3.1.1	Studi Literatur.....	27
3.1.2	Studi Lapangan	27
3.1.3	Perumusan Masalah.....	28
3.1.4	Penentuan Tujuan dan Manfaat Penelitian	28
3.2	Tahap Pengumpulan Data	29
3.3	Tahap Pengolahan Data	29
3.3.1	Tahap <i>Define</i>	29
3.3.2	Tahap <i>Measure</i>	31
3.3.3	Tahap <i>Analyze</i>	31
3.3.4	Tahap <i>Improve</i>	32
3.4	Tahap Kesimpulan dan Saran	32
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		35
4.1	<i>Define</i>	35
4.1.1	Gambaran Umum Perusahaan	35
4.1.2	Produk Amatan	38
4.1.3	<i>Raw Material</i>	40
4.1.4	Proses Produksi Ikan Kaleng Sarden.....	42
4.1.5	<i>Value Stream Mapping</i>	47
4.1.6	Identifikasi <i>Waste</i>	58
4.2	<i>Measure</i>	73

4.2.1	Perhitungan Nilai Kerugian Biaya Akibat <i>Waste</i>	73
4.2.2	Rekapitulasi Nilai Kerugian <i>Waste</i> yang Teridentifikasi.....	89
4.2.3	Perhitungan Nilai <i>Sigma Waste</i> yang Teridentifikasi	89

BAB 5 ANALISIS DAN PENYUSUNAN REKOMENDASI PERBAIKAN

.....		96
5.1	<i>Analyze</i>	96
5.1.1	Analisis <i>Value Stream Mapping</i>	96
5.1.2	Analisis <i>Waste</i>	97
5.1.3	Analisis Perhitungan Nilai <i>Sigma</i> Eksisting	99
5.1.4	<i>Root Causes Analysis</i>	100
5.1.5	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	104
5.2	<i>Improve</i>	122
5.2.1	Rekomendasi Perbaikan Terpilih	122
5.2.2	Kombinasi Alternatif Perbaikan	124
5.2.3	Kriteria Pemilihan Alternatif	125
5.2.4	Performansi Alternatif Perbaikan.....	126
5.2.5	<i>Cost</i> Alternatif Perbaikan.....	126
5.2.6	<i>Value Management</i>	134
5.2.7	Deskripsi Alternatif Perbaikan Terpilih.....	135
5.2.8	Target Perbaikan Alternatif Terpilih.....	142
5.2.9	Analisis Perbandingan <i>Improvement</i> dengan Kondisi Eksisting	154

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN..... 161

5.3	Kesimpulan.....	161
5.4	Saran.....	162

DAFTAR PUSTAKA..... xix

LAMPIRAN..... xxi

BIOGRAFI PENULIS xxiv

Halaman ini sengaja dikosongkan.

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Macam-macam Produk PT Maya Muncar	2
Tabel 1.2	Istilah Cacat pada PT Maya Muncar	5
Tabel 2.1	Manfaat Pencapaian Beberapa Tingkat <i>Sigma</i>	13
Tabel 2. 2	Lambang OPC	18
Tabel 4.1	Parameter Klasifikasi Bahan Baku Ikan	40
Tabel 4.2	Waktu OPC MSK dan MSB	46
Tabel 4.3	Klasifikasi Aktivitas pada Persiapan Bahan Baku dan Sanitasi	52
Tabel 4. 4	Klasifikasi Aktivitas pada Proses Pemotongan Ikan (<i>Cutting</i>)	52
Tabel 4. 5	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Washing</i>	53
Tabel 4. 6	Klasifikasi Aktivitas pada Proses Pengisian (<i>Packing</i>)	53
Tabel 4. 7	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Pre-cooking (Exhaust Box)</i>	54
Tabel 4. 8	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Decanting</i>	54
Tabel 4. 9	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Medium Filling</i>	55
Tabel 4. 10	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Seaming</i>	55
Tabel 4. 11	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Retort</i>	56
Tabel 4. 12	Klasifikasi Aktivitas pada <i>Cooling Pool</i>	56
Tabel 4. 13	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Blowing</i>	56
Tabel 4. 14	Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Packaging</i>	57
Tabel 4. 15	Rekapitulasi Klasifikasi Aktivitas di Proses Produksi MSK dan MSB	58
Tabel 4. 16	Spesifikasi <i>Packing Weight</i> MSK dan MSB	61
Tabel 4. 17	Definisi Karakter <i>Defect</i> Pada Proses <i>Seaming</i>	64
Tabel 4. 18	Total Kerugian <i>Defect</i> pada MSK	74
Tabel 4. 19	Total Kerugian <i>Defect</i> pada MSB	75
Tabel 4. 20	Kerugian <i>Losses</i> Waktu Akibat Tidak Terpenuhinya Target Potong Akibat Penanganan Afkir pada Proses <i>Cutting</i>	77
Tabel 4. 21	Total Kerugian Produk MSK dan MSB pada Proses <i>Cutting</i>	78
Tabel 4. 22	Kerugian <i>Losses</i> Waktu Akibat Penanganan Afkir pada MSK di Proses <i>Packing</i>	79

Tabel 4. 23 Kerugian <i>Losses</i> Waktu Akibat Penanganan Afkir pada MSB di Proses <i>Packing</i>	80
Tabel 4. 24 Jumlah <i>Defect Scrath</i> yang Terjadi di <i>Exhaust Box</i>	80
Tabel 4. 25 Total Kerugian Akibat <i>Defect</i> pada <i>Exhaust Box</i>	81
Tabel 4. 26 Jumlah <i>Defect</i> pada <i>Seamer</i>	82
Tabel 4. 27 Total Kerugian Akibat <i>Defect</i> pada <i>Seamer</i>	83
Tabel 4. 28 Total Kerugian Akibat Aktivitas <i>Waiting</i> pada Mesin <i>Seamer</i> untuk Produk MSK.....	83
Tabel 4. 29 Total Kerugian Akibat Aktivitas <i>Waiting</i> pada Mesin <i>Seamer</i> untuk Produk MSB	85
Tabel 4. 30 Jarak, Waktu, dan Jumlah Pekerja Area <i>Cutting – Packing</i>	86
Tabel 4. 31 Upah Tenaga Kerja pada Area <i>Cutting – Packing</i>	87
Tabel 4. 32 Biaya <i>Handling</i> antara Proses <i>Cutting - Packing</i>	87
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Nilai Kerugian Biaya Setiap <i>Waste</i>	89
Tabel 4. 34 Waktu <i>Handling</i> Lantai Produksi MSK dan MSB	90
Tabel 4. 35 Perhitungan Nilai <i>Sigma Transportation</i> MSK dan MSB.....	90
Tabel 4. 36 Perhitungan Nilai <i>Sigma</i> Produk Jadi MSK	91
Tabel 4. 37 Perhitungan Nilai <i>Sigma</i> Produk Jadi MSB	92
Tabel 4. 38 Perhitungan Nilai <i>Sigma Waiting</i> MSK (Mesin <i>Seamer</i> 3, 4 dan 5) ..	93
Tabel 4. 39 Perhitungan Nilai <i>Sigma Waiting</i> MSB (<i>Seamer</i> 1 dan <i>Seamer</i> 2)	94
Tabel 4. 40 Perhitungan Nilai <i>Sigma</i> Inventori	95
Tabel 5. 1 <i>Root Cause Analysis Waste Transportation</i>	100
Tabel 5. 2 <i>Root Cause Analysis Waste Defect</i>	101
Tabel 5. 3 <i>Root Cause Analysis Waste Waiting</i>	103
Tabel 5. 4 <i>Root Cause Analysis Waste Inventory</i>	104
Tabel 5. 5 Kriteria Penilaian <i>Severity</i> FMEA <i>Transportation</i>	105
Tabel 5. 6 Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i> FMEA <i>Transportation</i>	105
Tabel 5. 7 Kriteria Penilaian <i>Detection</i> FMEA <i>Transportation</i>	106
Tabel 5. 8 FMEA <i>Transportation</i>	107
Tabel 5. 9 Kriteria Penilaian <i>Severity</i> FMEA <i>Waste Defect</i>	108
Tabel 5. 10 Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i> FMEA <i>Waste Defect</i>	109
Tabel 5. 11 Kriteria Penilaian <i>Detection</i> FMEA <i>Waste Defect</i>	109

Tabel 5. 12 FMEA <i>Defect</i>	110
Tabel 5. 13 Kriteria Penilaian <i>Severity</i> FMEA <i>Waste Waiting</i>	115
Tabel 5. 14 Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i> FMEA <i>Waste Waiting</i>	115
Tabel 5. 15 Kriteria Penilaian <i>Detection</i> FMEA <i>Waste Waiting</i>	116
Tabel 5. 16 FMEA <i>Waiting</i>	117
Tabel 5. 17 Kriteria Penilaian <i>Severity</i> FMEA <i>Waste Inventory</i>	118
Tabel 5. 18 Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i> FMEA <i>Waste Inventory</i>	118
Tabel 5. 19 Kriteria Penilaian <i>Occurrence</i> FMEA <i>Waste Inventory</i>	119
Tabel 5. 20 FMEA <i>Inventory</i>	120
Tabel 5. 21 Rekapitulasi Nilai RPN Tertinggi dari FMEA Setiap <i>Waste</i>	122
Tabel 5. 22 Klasifikasi <i>Action Taken</i> RPN Tertinggi	123
Tabel 5. 23 Hubungan Alternatif Perbaikan dengan Akar Permasalahan <i>Waste</i>	124
Tabel 5. 24 Kombinasi Alternatif Perbaikan yang Direkomendasikan	125
Tabel 5. 25 Kriteria Pemilihan Alternatif	126
Tabel 5. 26 Nilai Performansi Alternatif Perbaikan	126
Tabel 5. 27 Biaya Alternatif 0.....	127
Tabel 5. 28 Biaya Investasi Alternatif 1	128
Tabel 5. 29 Total Biaya Alternatif 1	129
Tabel 5. 30 Biaya Investasi dan Energi Alternatif 2	130
Tabel 5. 31 Total Biaya Alternatif 2	130
Tabel 5. 32 Biaya Alternatif 3.....	131
Tabel 5. 33 Total Biaya Alternatif 3	131
Tabel 5. 34 Total Biaya Alternatif 1, 2	132
Tabel 5. 35 Total Biaya Alternatif 1, 3	133
Tabel 5. 36 Total Biaya Alternatif 2, 3	133
Tabel 5. 37 Total Biaya Alternatif 1, 2, 3	134
Tabel 5. 38 Value Kombinasi Alternatif.....	135
Tabel 5. 39 Target Perbaikan Alternatif Terpilih.....	142
Tabel 5. 40 Waktu <i>Handling</i> Perbaikan.....	143
Tabel 5. 41 Nilai <i>Sigma</i> Perbaikan <i>Waste Transportation</i>	143
Tabel 5. 42 Jumlah <i>Defect</i> Eksisting MSK.....	144
Tabel 5. 43 Jumlah <i>Defect</i> Eksisting MSB	144

Tabel 5. 44 Jumlah <i>Defect</i> Setelah Perbaikan	145
Tabel 5. 45 Nilai <i>Sigma</i> Perbaikan Produk MSK	145
Tabel 5. 46 Nilai <i>Sigma</i> Perbaikan Produk MSB	146
Tabel 5. 47 Waktu <i>Waiting</i> Perbaikan.....	147
Tabel 5. 48 Nilai <i>Sigma</i> Perbaikan <i>Waiting</i> Produk MSK	147
Tabel 5. 49 Nilai <i>Sigma</i> Perbaikan <i>Waiting</i> Produk MSB	148
Tabel 5. 50 Nilai <i>Sigma</i> Perbaikan <i>Waste Inventory</i>	149
Tabel 5. 51 Biaya Perbaikan <i>Waste Transportation</i>	150
Tabel 5. 52 Biaya Perbaikan <i>Waste Defect</i> Produk Jadi.....	150
Tabel 5. 53 Total <i>Losses</i> Waktu Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Cutting</i>	151
Tabel 5. 54 <i>Losses</i> Rupiah Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Cutting</i>	151
Tabel 5. 55 Total <i>Losses</i> Waktu Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Packing</i>	151
Tabel 5. 56 <i>Losses</i> Rupiah Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Packing</i>	151
Tabel 5. 57 Total <i>Losses</i> Waktu Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Pre-cooking</i>	152
Tabel 5. 58 <i>Losses</i> Rupiah Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Pre-cooking</i>	152
Tabel 5. 59 Biaya <i>Waste</i> Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Decanting</i>	152
Tabel 5. 60 Jumlah <i>Defect</i> Perbaikan pada Proses <i>Seaming</i>	153
Tabel 5. 61 <i>Losses</i> Rupiah Perbaikan <i>Defect</i> Proses <i>Seaming</i>	153
Tabel 5. 62 <i>Losses</i> Rupiah Perbaikan <i>Waste Waiting</i> Produk MSK	154
Tabel 5. 63 <i>Losses</i> Rupiah Perbaikan <i>Waste Waiting</i> Produk MSB	154
Tabel 5. 64 Perbandingan Nilai <i>Sigma Transportation</i>	155
Tabel 5. 65 Perbandingan Nilai <i>Sigma Waste Defect</i>	155
Tabel 5. 66 Perbandingan Nilai <i>Sigma Waste Waiting</i>	156
Tabel 5. 67 Perbandingan Nilai <i>Sigma Waste Inventory</i>	156
Tabel 5. 68 Perbandingan Biaya Kerugian <i>Waste Transportation</i>	157
Tabel 5. 69 Perbandingan Biaya Kerugian <i>Waste Defect</i> Produk Jadi.....	157
Tabel 5. 70 Perbandingan Biaya <i>Waste Defect</i> Proses <i>Cutting</i>	158
Tabel 5. 71 Perbandingan Biaya <i>Waste Defect</i> Proses <i>Packing</i>	158
Tabel 5. 72 Perbandingan Biaya <i>Waste Defect</i> Proses <i>Pre-cooking</i>	159
Tabel 5. 73 Perbandingan Biaya <i>Waste Defect</i> Proses <i>Decanting</i>	159
Tabel 5. 74 Perbandingan Biaya <i>Waste Defect</i> Proses <i>Seaming</i>	159
Tabel 5. 75 Perbandingan Biaya <i>Waste Waiting</i>	160

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Produk <i>Brand</i> Maya dan Botol.....	1
Gambar 1.2 Frekuensi Produksi PT Maya Muncar (Laporan Hasil Produksi 2015 – 2016)	3
Gambar 1.3 Jumlah Produksi PT Maya Muncar Desember 2015 – Maret 2016 (Laporan Hasil Produksi 2015 – 2016).....	4
Gambar 1.4 Contoh Jenis <i>Defect</i> a. <i>Dent</i> , b. <i>Scratch</i>	5
Gambar 2. 1 Faktor Kritis Kesuksesan untuk Praktik LSS (Psychogios et al., 2012)	17
Gambar 2. 2 Simbol <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	19
Gambar 2. 3 <i>Form</i> FMEA.....	22
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	33
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Maya Muncar (PT Maya Muncar)	38
Gambar 4.2 Perbandingan Tonase Produksi Ikan Sarden dan <i>Mackerel</i> (Desember 2015 – Maret 2016).....	39
Gambar 4.3 Produk Maya Sarden Besar (<i>Packing Weight</i> 260 gram) (PT Maya Muncar).....	39
Gambar 4.4 <i>Layout</i> Lantai Produksi Sarden PT Maya Muncar.....	43
Gambar 4.5 <i>Operation Process Chart</i> Produk Ikan Kaleng Sarden	45
Gambar 4.6 Keranjang Ukuran 1 (Satu) <i>Batch Size</i> Produksi MSK dan MSB	46
Gambar 4.7 <i>Value Stream Mapping</i> PT Maya Muncar (Produk MSK dan MSB)	51
Gambar 4. 8 Bagian-bagian <i>Seaming</i> Tutup Kaleng.....	68
Gambar 4. 9 Parameter Pengukuran Dimensi Kaleng	69
Gambar 4. 10 Parameter Pengukuran Dimensi Kaleng Lainnya	69
Gambar 4. 11 Mesin <i>Seamer</i>	70
Gambar 4. 12 Proporsi <i>Defect</i> Produk Jadi.....	75
Gambar 5. 1 <i>Film Thickness Coating</i>	136
Gambar 5. 2 Timbangan Analog Gambar 5. 3 Timbangan Digital.....	138
Gambar 5. 4 Ilustrasi Posisi Inventori Eksisting di Area <i>Decanting – Medium Filling</i>	140

Gambar 5. 5 Desain Perbaikan Memindah Posisi Inventori WIP menjadi Inspeksi
pada Proses *Decanting*..... 141

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada Bab 1 ini membahas mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan diambil, tujuan dan manfaat dari penelitian, batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian, serta sistematika penulisan dari laporan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Gula merupakan salah satu dari sembilan kebutuhan pokok yang ada di Indonesia. Gula menjadi salah satu komoditas pangan strategis dalam perekonomian Indonesia (Puslitbang Perkebunan, 2011). Perkembangan konsumsi gula nasional meningkat setiap tahunnya, tetapi tidak diikuti dengan kemampuan produksi gula yang tinggi pula. Ketidakseimbangan produksi dengan konsumsi gula di Indonesia menimbulkan keharusan bagi pemerintah untuk mengimpor gula (Zaini, 2008). Menurut laporan Direktorat Pangan dan Pertanian (2013), sekitar 52% kebutuhan gula Indonesia masih dipenuhi dari impor. Tabel 1.1 menunjukkan pemenuhan kebutuhan gula di Indonesia selama 5 tahun terakhir.

Tabel 1.1 Perbandingan Produksi dan Konsumsi Gula Nasional Tahun 2009-2013

Tahun	Produksi Gula (ton)	Konsumsi Gula (ton)	% Pemenuhan Demand
2009	2.519.675	4.850.000	52,0%
2010	2.290.116	4.006.910	57,2%
2011	2.228.140	4.503.000	49,5%
2012	2.544.171	5.339.853	47,6%
2013	2.816.641	5.516.470	51,1%

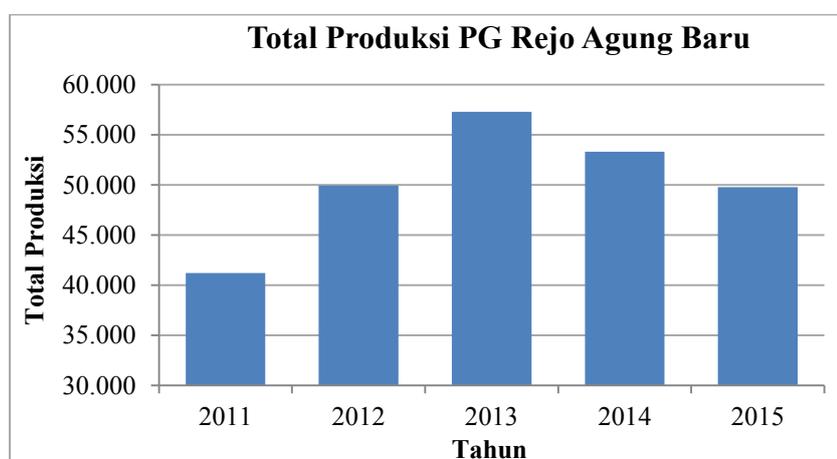
Sumber: Diolah dari Dirjen Perkebunan, 2014 dan BPS, 2014.

Permintaan konsumsi gula dibagi menjadi dua, yaitu konsumsi langsung untuk rumah tangga dengan kualitas gula kristal putih (GKP) dan konsumsi tidak langsung untuk industri makanan, minuman dan farmasi dengan kualitas gula

kristal rafinasi (GKR). Konsumsi GKP masih mendominasi permintaan gula secara nasional yaitu sekitar 70% (Susila dan Sinaga, 2005). Untuk memenuhi permintaan GKP, perlu ditunjang dengan sarana berupa ketersediaan pabrik gula GKP. Hingga tahun 2013, terdapat 62 pabrik gula GKP dan 7 pabrik gula GKR di Indonesia (Direktorat Pangan dan Pertanian, 2013).

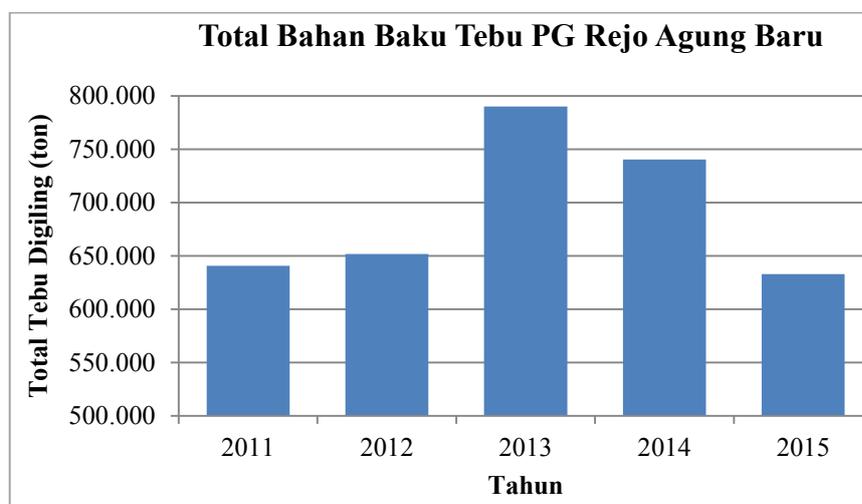
Provinsi Jawa Timur memiliki lebih banyak pabrik gula GKP dibandingkan provinsi lainnya. Setengah dari jumlah pabrik gula nasional berada di Provinsi Jawa Timur yaitu sebanyak 32 buah pabrik. Pada tahun 2014, 48,5% kebutuhan gula nasional dipasok oleh pabrik gula di Jawa Timur (Dirjen Perkebunan, 2014). Hal ini menjadikan Jawa Timur sebagai provinsi pemasok gula terbesar di Indonesia. Salah satu pabrik gula yang terdapat di Jawa Timur yaitu PG Rejo Agung Baru yang terletak di Kota Madiun.

PG Rejo Agung Baru adalah salah satu pabrik yang dimiliki PT PG Rajawali I. PG Rejo Agung Baru merupakan pabrik gula penghasil gula kristal putih (GKP). Meskipun memiliki usia yang cukup tua, PG Rejo Agung Baru ini masih mampu mempertahankan eksistensinya. Hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan kapasitas pabrik dari 4500 TCD pada tahun 2008 menjadi 6000 TCD (PT PG Rajawali I, 2014). Meskipun kapasitas giling pabrik semakin besar, namun jumlah gula yang diproduksi PG Rejo Agung Baru justru mengalami penurunan dalam dua tahun terakhir yang ditunjukkan Gambar 1.1.



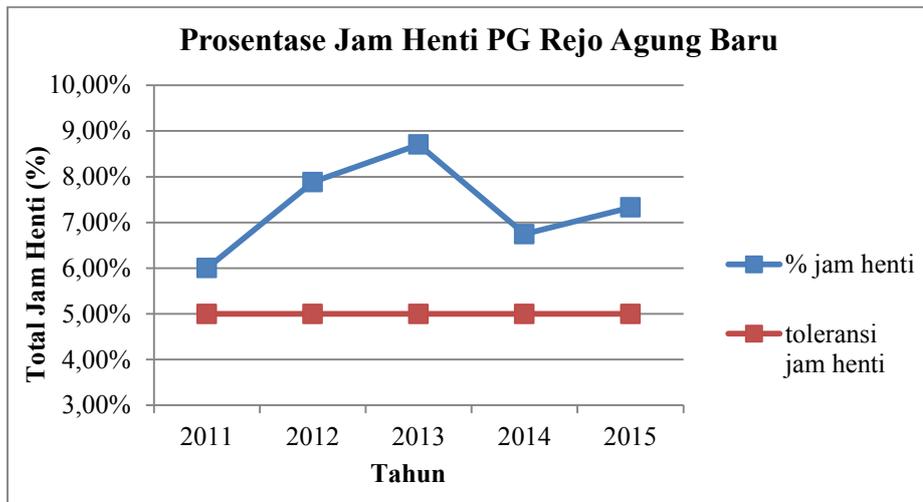
Gambar 1.1 Jumlah Produksi Gula PG Rejo Agung Baru Tahun 2011-2015 (Diolah dari PT PG Rajawali I, 2014 dan PG Rejo Agung Baru, 2016)

Faktor utama penurunan produksi ini dikarenakan pasokan bahan baku utama gula yaitu tebu mengalami penurunan dalam dua tahun terakhir. Hal ini ditunjukkan dalam Gambar 1.2. Penurunan pasokan bahan baku ini dikarenakan musin panen tebu pada dua tahun terakhir bertepatan dengan musim penghujan sehingga terdapat sebagian tebu yang mengalami kerusakan. Selain dari faktor ketersediaan bahan baku, terdapat beberapa faktor lain yang juga dapat mempengaruhi volume produksi seperti jam henti, serta *defect* produk.



Gambar 1.2 Jumlah Bahan Baku Tebu PG Rejo Agung Baru Tahun 2011-2015 (Diolah dari PT PG Rajawali I, 2014 dan PG Rejo Agung Baru, 2016)

Jam henti yaitu total waktu dimana proses produksi terhenti karena kerusakan mesin atau penyebab lainnya yang mengakibatkan proses produksi tidak dapat berjalan atau berhenti (Puslitbang Perkebunan, 2011). Semakin lama jam henti yang terjadi, maka jumlah waktu produksi semakin berkurang. Gambar 1.3 menunjukkan jumlah jam henti yang terjadi dalam lima tahun terakhir PG Rejo Agung Baru.



Gambar 1.3 Realita dan Toleransi Jam Henti PG Rejo Agung Baru Tahun 2011-2015 (Diolah dari PT PG Rajawali I, 2014 dan PG Rejo Agung Baru, 2016)

PG Rejo Agung Baru telah menetapkan toleransi jam henti yang terjadi yaitu sebesar 5% dari total waktu giling (PG Rejo Agung Baru, 2016). Total waktu giling salah satunya dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku. Dari Gambar 1.3 terlihat bahwa jumlah jam henti yang terjadi selalu melebihi toleransi yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah jam henti yang terjadi masih tinggi. Selain mengurangi kapasitas produksi, jam henti juga dapat mengurangi kualitas tebu yang akan diolah. Oleh karena itu, manajemen pabrik masih perlu untuk mengoptimalkan jumlah jam henti agar tetap berada pada batas toleransi jam henti yang ditetapkan. Penurunan jam henti akan berdampak terhadap peningkatan waktu produksi sehingga dapat mengoptimalkan jumlah produksi.

Selain itu, volume produksi juga dipengaruhi oleh banyaknya produk *defect* yang terjadi. Pada PG Rejo Agung Baru, penggolongan *defect* dibagi dua jenis yaitu gula kasar dan gula halus. Proses identifikasi *defect* ini berada dalam tahap akhir produksi sebelum pengepakan menggunakan talang goyang. Talang goyang dengan saringan berukuran 6 *mesh* untuk memisahkan gula kasar dengan gula produk dan saringan 12 *mesh* untuk memisahkan gula produk dengan gula halus.

Menurut PG Rejo Agung Baru, *defect* yang terjadi selama masa giling 2015 sebesar 3,2% dari total produksi. Meskipun prosentase *defect* tersebut tergolong kecil, PG Rejo Agung Baru memiliki toleransi *defect* produk yang telah ditetapkan sebesar 1,5%. Hal ini menunjukkan bahwa *defect* yang terjadi masih melebihi batas toleransi yang ada. Gula yang digolongkan *defect*, baik gula kasar maupun halus, akan dikembalikan ke proses produksi untuk dilebur kembali. Dengan adanya *defect* tersebut mengakibatkan masih adanya gula produk yang tertahan di dalam proses sehingga akan menambah waktu produksi tanpa adanya tambahan jumlah produksi. Hal ini mengakibatkan kapasitas produksi setiap hari (TCD) lebih rendah.

Berdasarkan kondisi eksisting PG Rejo Agung Baru yang telah dijelaskan, dapat diketahui bahwa jam henti dan *defect* yang terjadi pada proses produksi PG Rejo Agung Baru masih belum optimal. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dilakukan evaluasi dan *improvement* terhadap proses produksi gula di PG Rejo Agung Baru untuk mengetahui apa penyebab yang mengakibatkan belum optimalnya proses produksi. Dengan adanya *improvement* diharapkan dapat membantu upaya untuk lebih mengoptimalkan volume produksi gula pada PG Rejo Agung Baru.

Pendekatan yang digunakan yaitu menggunakan *lean manufacturing*. Konsep *lean* membantu mengidentifikasi *non-value added activity* serta mengidentifikasi dan mereduksi *waste* yang terjadi (Gazperz, 2006). Selain itu, juga digunakan KPI manufaktur untuk membantu mengukur tingkat performansi dari sistem produksi PG Rejo Agung Baru. Untuk mempermudah pengerjaan, tahapan yang akan dilakukan berdasarkan dengan siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, rumusan masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana mereduksi *waste* yang terjadi guna meningkatkan performansi sistem produksi gula PG Rejo Agung Baru dengan pendekatan *lean*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ditentukan, tujuan dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi *waste* dan KPI produksi terkait yang terjadi pada proses produksi gula di PG Rejo Agung Baru.
2. Mengetahui akar penyebab terjadinya *waste* pada proses produksi gula di PG Rejo Agung Baru.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan untuk mereduksi *waste* pada proses produksi gula di PG Rejo Agung Baru.
4. Mengetahui estimasi besar pengaruh rekomendasi perbaikan terhadap *waste* dan pencapaian KPI.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat mengetahui permasalahan utama dan akar penyebab dari permasalahan utama yang terjadi pada proses produksi gula.
2. Perusahaan dapat memperoleh rekomendasi perbaikan untuk lebih mengoptimalkan proses produksi gula.
3. Perusahaan dapat lebih meningkatkan performansi dari proses produksi gula.

1.5 Batasan dan Asumsi

Batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian tugas akhir ini sebagai berikut.

1.5.1 Batasan

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

1. Identifikasi *waste* dilakukan hanya berfokus pada lingkup *off-farm* (dalam pabrik), faktor *on-farm* (luar pabrik seperti kualitas tebu) tidak dilakukan penelitian lebih lanjut.

2. Data yang digunakan yaitu data PG Rejo Agung Baru periode produksi tahun 2015.
3. Penggantian mesin tidak dipertimbangkan sebagai alternatif perbaikan karena tidak memungkinkan untuk diimplementasikan di PG Rejo Agung Baru.
4. Tahap *control* tidak dilakukan karena pada keterbatasan waktu untuk melakukan proses implementasi di perusahaan, *output* penelitian hanya sampai rekomendasi perbaikan.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan selama penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Tidak terjadi perubahan pada sistem produksi PG Rejo Agung Baru selama dilakukan penelitian.
2. Tidak terjadi perubahan kebijakan perusahaan pada PG Rejo Agung Baru selama dilakukan penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Untuk menunjang dalam memahami isi tulisan maka hasil dari penelitian ini akan disusun ke dalam bentuk penulisan laporan yang sistematis. Menurut isinya, laporan penelitian ini dibagi menjadi enam bab yang meliputi bab pendahuluan, bab tinjauan pustaka, bab metodologi penelitian, bab pengumpulan dan pengolahan data, bab analisa dan rekomendasi perbaikan, serta bab kesimpulan dan saran.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada Bab 1 membahas mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan diambil dalam penelitian, tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dari penelitian, serta batasan dan asumsi yang digunakan selama penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab 2 ini membahas mengenai studi literatur yang berkaitan dengan topik penelitian dapat berasal dari buku, jurnal ilmiah, artikel/*paper*, tugas akhir atau disertasi, standar teknis, dokumen pemerintah atau badan dunia, dan sebagainya. Adapun tinjauan pustaka pada penelitian ini meliputi konsep *lean*, siklus DMAIC, konsep KPI manufaktur, *big picture mapping* (BPM), *root cause analysis* (RCA), serta *failure mode and effect analysis* (FMEA).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab 3 ini membahas mengenai tahapan dari metodologi yang digunakan dalam penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan meliputi tahap identifikasi awal, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan perbaikan, serta tahap kesimpulan dan saran.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada Bab 4 membahas mengenai tahap *define* dan tahap *measure* yang dilakukan dalam penelitian. Tahap *define* meliputi identifikasi gambaran umum perusahaan, gambaran proses produksi perusahaan dalam *big picture mapping* (BPM), identifikasi dan klasifikasi aktivitas, identifikasi 9 jenis *waste* (E-DOWNTIME), serta identifikasi KPI produksi. Tahap *measure* meliputi perhitungan pencapaian KPI produksi serta perhitungan biaya *losses* akibat adanya *waste* yang terjadi.

BAB 5 ANALISA DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada Bab 5 membahas mengenai tahap *analyze* dan tahap *improve* yang dilakukan dalam penelitian. Tahap *analyze* meliputi pembuatan *root cause analysis* (RCA) dengan menggunakan *tools 5 why's*, serta melakukan *failure mode and effect analysis* (FMEA) dengan menghitung nilai *risk priority number* (RPN). Tahap *improve* dilakukan dengan penyusunan beberapa alternatif perbaikan, pemilihan rekomendasi perbaikan, serta estimasi target perbaikan terhadap *waste* dan pencapaian KPI produksi.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab 6 berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yang menjawab tujuan penelitian yang sebelumnya telah dikemukakan serta saran yang diberikan untuk keberlangsungan penelitian berikutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab 2 ini membahas mengenai studi literatur yang berkaitan dengan topik penelitian dapat berasal dari buku, jurnal ilmiah, artikel/*paper*, tugas akhir atau disertasi, standar teknis, dokumen pemerintah atau badan dunia, dan sebagainya. Adapun tinjauan pustaka pada penelitian ini meliputi konsep *lean*, siklus DMAIC, klasifikasi jenis aktivitas, klasifikasi *waste*, KPI manufaktur, *big picture mapping* (BPM), *root cause analysis* (RCA), serta *failure mode and effect analysis* (FMEA).

2.1 Konsep *Lean*

Secara terminologi, *lean* berarti rangkaian aktivitas atau solusi untuk mengeliminasi *waste*, mereduksi operasi *non-value added* dan meningkatkan operasi *value added*. Menurut Gaspersz (2006), mendefinisikan bahwa *lean* adalah suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added activities*) melalui peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan *pull system* dari internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan.

Konsep dari teori *lean* mempunyai tujuan menghasilkan nilai yang banyak dengan mengurangi pemborosan dan biaya, untuk mencapai tujuan tersebut perlu dilakukan lima prinsip utama *lean* yaitu (Gaspersz, 2006) :

- a. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif pada penyerahan yang tepat waktu.
- b. Mengidentifikasi pemetaan proses *value stream* untuk setiap produk.
- c. Menghilangkan pemborosan semua aktivitas sepanjang proses *value stream*, yang tidak bernilai tambah.

- d. Mengorganisasikan material, informasi, dan produk agar mengalir lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan *pull system*.
- e. Mencari terus-menerus berbagai teknik dan alat-alat peningkatan untuk mencapai keunggulan dan *continous improvement*.

2.2 Siklus DMAIC

Banyak model perbaikan yang diterapkan pada proses selama bertahun-tahun sejak gerakan kualitas dimulai. Salah satu model perbaikan yang dikenal yaitu penggunaan siklus perbaikan lima fase yang meliputi *Define*, *Measure*, *Analyze*, *Improve*, dan *Control* atau biasa disingkat dengan DMAIC. Menurut George (2002), definisi dari setiap fase pada siklus DMAIC sebagai berikut:

1. *Define*

Fase *define* bertujuan untuk mengkonfirmasi kesempatan dan mendefinisikan batasan dan tujuan dari suatu proyek. Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan, membangun *team charter*, serta proses *mapping*.

2. *Measure*

Fase *measure* bertujuan untuk mengumpulkan data untuk membangun suatu *current state* apa yang terjadi secara aktual ditempat kerja dengan proses yang terjadi di lapangan. Pada tahap ini dilakukan penentuan permasalahan kunci, pengembangan suatu rencana pengumpulan data, serta pengukuran *current performance* berdasarkan data yang ada.

3. *Analyze*

Fase *analyze* berupa penggunaan data dan *tool* untuk memahami penyebab yang dapat mempengaruhi hubungan proses, yaitu menginterpretasikan data untuk membangun sebab akibat. Pada tahap ini dilakukan penentuan stabilitas dan kapasitas, penetapan target dari tiap permasalahan, serta identifikasi akar penyebab permasalahan.

4. *Improve*

Fase *improve* bertujuan untuk mengembangkan modifikasi dengan perbaikan yang valid terhadap proses dari sistem berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan. *Tools* yang dapat digunakan meliputi optimalisasi

aliran proses, *brainstorming*, *benchmarking*, simulasi, dan standarisasi proses.

5. *Control*

Fase *control* bertujuan untuk mengimplementasikan prosedur-prosedur untuk meyakinkan bahwa perbaikan dapat berlangsung lama. Hasil peningkatan kualitas didokumentasi dan distandarisasikan hasil perbaikan, serta dilakukan pengendalian.

2.3 Klasifikasi Aktivitas

Klasifikasi aktivitas pada konsep *lean* didefinisikan sebagai berikut (Hines dan Taylor, 2000) :

a. *Value-added activity (VA)*

Value-added activity yaitu aktivitas yang memberikan nilai tambah terhadap produk dan pelanggan sehingga aktivitas ini harus selalu ditingkatkan.

b. *Necessary but non-value-added activity (NNVA)*

Necessary but non-value-added activity yaitu aktivitas yang masih diperlukan dalam proses produksi, seperti inspeksi dan pemindahan, tetapi tidak memberikan nilai tambah terhadap produk.

c. *Non-value-added activity (NVA)*

Non-value-added activity yaitu aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk dan harus dieliminasi atau dihilangkan dari dalam proses produksi.

2.4 Klasifikasi Waste

Waste dapat didefinisikan sebagai aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*. Terdapat dua kategori utama *waste* menurut Gaspersz (2007) yaitu :

a. *Type One Waste*

Type One Waste yaitu aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam *value stream*, namun aktivitas tersebut pada saat sekarang tidak dapat dihilangkan karena beberapa alasan. Dalam jangka panjang tipe ini

harus dihilangkan atau minimal dikurangi. Tipe ini sering disebut *Non-value-added activity (NVA)*.

b. *Type Two Waste*

Type Two Waste yaitu aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dan dapat dihilangkan segera. Tipe ini sering disebut sebagai *waste* saja, karena merupakan pemborosan yang harus identifikasi untuk dapat dihilangkan segera.

Dari kedua tipe *waste* diatas, fokus *waste* hanya pada *type two waste* karena pemborosan jenis ini harus ditemukan penyebabnya dan dihilangkan segera. Menurut Heizer dan Render (2009), terdapat sembilan jenis *waste* yaitu **E-DOWNTIME** yang merupakan akronim dari:

1. **E** = *Environmental, Health, and Safety (EHS)*

EHS adalah *waste* yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip *EHS*. Hal ini dapat disebabkan kelalaian operator, tidak adanya instruksi kerja, atau buruknya manajemen.

2. **D** = *Defect*

Defect adalah *waste* yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk (barang dan/atau jasa) sehingga perlu pengerjaan ulang terhadap produk atau bila produk cacat maka harus dimusnahkan. Hal ini berdampak pada operator proses produksi berikutnya menunggu, menambah biaya produksi, memperpanjang *lead time*

3. **O** = *Overproduction*

Overproduction adalah *waste* yang terjadi karena produksi berlebih dari kuantitas yang dipesan oleh pelanggan atau memproduksi lebih cepat dari waktu kebutuhan pelanggan. Untuk mengatasi produksi berlebih, dengan cara menjadwalkan dan memproduksi sesuai dengan jumlah yang ditentukan.

4. **W** = *Waiting*

Waiting/idle merupakan kondisi tidak aktifnya manusia, informasi, atau barang dalam periode yang lama yang menyebabkan aliran terganggu dan panjangnya *lead time*. *Waste* dapat berupa keterlambatan saat menunggu mesin, peralatan, bahan baku, supplier, perawatan mesin dan sebagainya.

5. **N = *Not utilizing employees knowledge***
Not utilizing employees knowledge adalah *waste* sumber daya manusia (SDM) yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan karyawan secara optimal.
6. **T = *Transportation***
Transportation adalah *waste* yang terjadi karena transportasi yang berlebihan sepanjang proses *value stream* sehingga bisa menimbulkan kerusakan serta kemungkinan menyebabkan mutu produk menurun. Akar penyebab dari *waste transportation* yaitu *layout* jelek, kurang koordinasi, lokasi penyimpanan material yang banyak dan saling berjauhan, atau lainnya.
7. **I = *Over inventory***
Over inventory adalah *waste* yang terjadi karena penyimpanan secara berlebihan. Untuk mengatasinya, dapat dilakukan dengan cara menyingkirkan *inventory* yang tidak diperlukan, tidak membeli barang dalam ukuran besar, dan tidak memproduksi barang yang tidak dibutuhkan pada proses berikutnya.
8. **M = *Motion***
Motion adalah *waste* yang terjadi karena banyaknya pergerakan dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream* sehingga hanya menambah biaya dan waktu saja. Akar penyebab dari *waste motion* dapat berupa metode kerja tidak konsisten, organisasi lokasi kerja jelek, *layout* tidak diatur dengan baik.
9. **E = *Excessive processing***
Excessive processing adalah *waste* yang terjadi karena langkah-langkah proses yang panjang dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*. *Waste excessive processing* tersebut dapat disebabkan oleh proses kerja yang dilaksanakan dengan menggunakan set peralatan, prosedur, atau sistem yang tidak sesuai dengan kapasitas dan kemampuan yang seharusnya dari suatu operasi kerja.

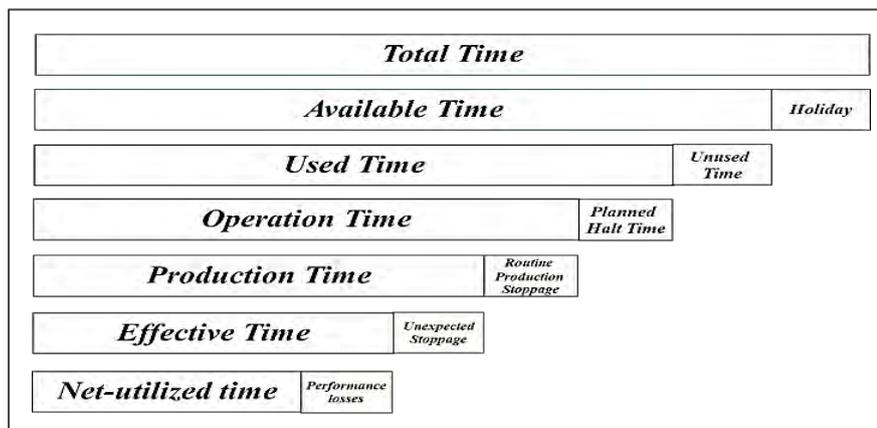
2.5 KPI Manufaktur

KPI manufaktur adalah *tools* yang dapat digunakan sebagai indikator performansi sistem manufaktur suatu perusahaan. Dengan KPI manufaktur, performansi produksi dapat terukur secara kuantitatif. Terdapat enam jenis KPI manufaktur meliputi produktivitas, kualitas, biaya, pengiriman, *safety*, dan moral (Heyl, 2008). Penggunaan keenam KPI tersebut berfungsi mengintegrasikan sistem manufaktur secara keseluruhan agar dapat terpantau dan dapat secara langsung mempengaruhi performansi produksi perusahaan. Sehingga, perbaikan pada bagian tertentu diharapkan dapat langsung terdeteksi pengaruhnya terhadap peningkatan KPI. Berikut akan dijelaskan masing-masing jenis KPI manufaktur.

2.5.1 KPI Produktivitas

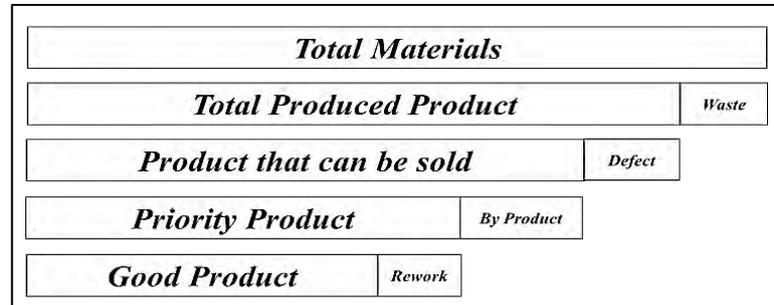
Produktivitas adalah hubungan output barang dan jasa dalam volume fisik berdasarkan input dari tenaga kerja dan non-tenaga kerja yang digunakan dalam proses produksi, juga diukur dalam satuan fisik seperti jam kerja, jam mesin, dan sebagainya. Ukuran-ukuran produktivitas bisa bervariasi, tergantung pada aspek-aspek output atau input yang digunakan sebagai acuan misalnya tenaga kerja, biaya langsung, biaya total, energi, bahan mentah, dan lain-lain. (Heyl, 2008)

Dari segi total waktu, terdapat beberapa komponen waktu yang mempengaruhi produktivitas sehingga didapatkan utilitas waktu bersih kegiatan manufaktur, seperti ilustrasi berikut.



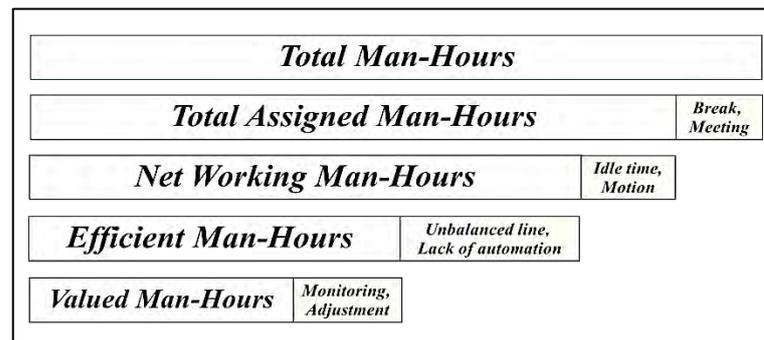
Gambar 2.1 Ilustrasi Penggunaan Waktu dalam Manufaktur (Heyl, 2008)

Dari segi total bahan baku, terdapat beberapa komponen pula yang mempengaruhi produktivitas seperti ilustrasi berikut.



Gambar 2.2 Ilustrasi Penggunaan Material dalam Manufaktur (Heyl, 2008)

Dari sisi total jam kerja, juga terdapat beberapa komponen yang mengurangi produktivitas seperti ilustrasi berikut.



Gambar 2.3 Ilustrasi Penggunaan Jam Kerja dalam Manufaktur (Heyl, 2008)

Dalam KPI Produktivitas, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat produktivitas, salah satunya yaitu *Overall Equipment Efficiency* (OEE). OEE memiliki parameter berupa tingkat availabilitas, tingkat performansi serta tingkat kualitas. (Heyl, 2008)

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality Rate \quad (2.1)$$

$$Availability Rate = \frac{Operation Time - Downtime}{Operation Time} \quad (2.2)$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Actual Output}}{\text{Operation Time}} \quad (2.3)$$

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Actual Output} - \text{Defect}}{\text{Actual Output}} \quad (2.4)$$

2.5.2 KPI Kualitas

Pada KPI Kualitas, parameter yang digunakan yaitu rata-rata penolakan produk dari *customer* dan *quality control*. Komponen yang diukur nantinya akan mengikuti indikator pengukur yang dimiliki perusahaan. (Heyl, 2008)

$$\text{Defect} = \frac{\text{Jumlah Total Penolakan}}{\text{Output Aktual}} \quad (2.5)$$

2.5.3 KPI Biaya

Pada KPI Biaya, komponen yang dijadikan alat ukur tergantung dari lingkup yang dijadikan objek. Apabila pada lingkup produksi, komponen yang digunakan seperti biaya produksi langsung, biaya produksi tidak langsung dan biaya perbaikan dan pemeliharaan. Apabila pada lingkup *inventory*, *delivery* atau lainnya, komponen perhitungannya akan berbeda. (Heyl, 2008)

$$\text{Biaya produksi langsung} = \frac{\text{Tenaga kerja langsung} + \text{Depresiasi} + \text{Biaya langsung lain}}{\text{Volume Produksi}} \quad (2.6)$$

$$\text{Biaya produksi tidak langsung} = \frac{\text{Tenaga kerja tidak langsung} + \text{Biaya tidak langsung lain}}{\text{Volume Produksi}} \quad (2.7)$$

2.5.4 KPI Pengiriman

Pada KPI Pengiriman, parameter yang digunakan adalah realibilitas output dan pencapaian rencana. (Heyl, 2008)

$$\text{Reliabilitas Output} = \frac{\text{Output Aktual}}{\text{Output yang Direncanakan}} \quad (2.8)$$

$$\text{Pencapaian Rencana} = \frac{\text{Jumlah Target yang Tercapai}}{\text{Jumlah Running Produksi}} \quad (2.9)$$

2.5.5 KPI Safety

Pada KPI *Safety*, parameter yang dapat digunakan adalah tingkat frekuensi kecelakaan. Selain itu, perlu diketahui pula jumlah *safety suggestion*, *unsafe correction*, *incident* dan *accident*. (Heyl, 2008)

$$\text{Tingkat Frekuensi Kecelakaan} = \frac{\text{Waktu Kerja Hilang Akibat Kecelakaan} + \text{Waktu Kerja yang dibatasi paska Kecelakaan}}{\text{Jumlah Total Waktu Kerja}} \quad (2.10)$$

2.5.6 KPI Moral

Pada KPI Moral, parameter yang dapat digunakan adalah tingkat absen dan tingkat pelatihan. (Heyl, 2008)

$$\text{Absen} = \frac{\text{Tenaga Kerja Absen}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja}} \quad (2.11)$$

$$\text{Tingkat Pelatihan} = \frac{\text{Jumlah Jam Pelatihan}}{\text{Tenaga Kerja yang mengikuti pelatihan}} \quad (2.12)$$

2.6 Big Picture Mapping

Big picture mapping adalah suatu *tools* yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat pada perusahaan. Metode visualisasi lintasan produksi dari sebuah produk termasuk aliran material tercakup dalam sebuah *big picture mapping* perusahaan, yang nantinya akan membantu manajemen, karyawan, *supplier*, bahkan konsumen untuk mengenali *waste*, mengetahui letak *waste* dalam aliran produksi perusahaan termasuk aliran informasi (*information flow*) dan aliran material (*material flow*) serta mengidentifikasi penyebab *waste* tersebut. (Hines dan Taylor, 2000)

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk membuat *big picture mapping* yaitu sebagai berikut (Hines dan Taylor, 2000).

1. *Customer requirement*

Mengidentifikasi jenis dan jumlah produk yang diinginkan *customer*, *timing* munculnya kebutuhan akan produk tersebut, kapasitas dan frekuensi pengirimannya, pengemasannya, serta jumlah persediaan yang disimpan untuk keperluan pelanggan.

2. *Information flow*

Menggambarkan aliran informasi dari pelanggan ke *supplier* yang berisi antara lain peramalan dan informasi pembatalan *supply* oleh pelanggan, orang atau departemen yang memberi informasi ke perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan yang disyaratkan.

3. *Physical flow*

Menggambarkan aliran fisik yang berupa aliran *material* atau produk dalam perusahaan, waktu yang diperlukan, titik terjadinya *inventory* dan inspeksi, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, berapa banyak produk dibuat dan dipindah di tiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam per hari tiap stasiun kerja beroperasi, berapa banyak produk yang diperiksa tiap titik, berapa banyak orang yang bekerja di tiap stasiun kerja, waktu berpindah di tiap stasiun, dimana *inventory* diadakan dan berapa banyak, serta titik *bottleneck* yang terjadi.

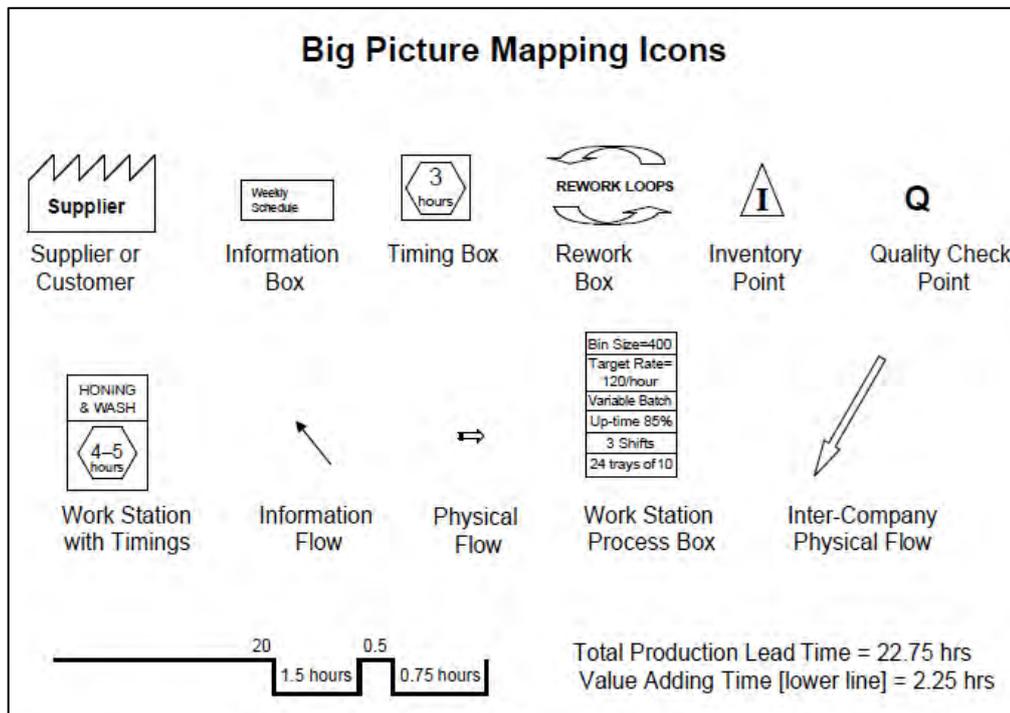
4. *Linking physical and information flow*

Menghubungkan aliran informasi dan fisik dengan anak panah yang dapat berisi informasi jadwal yang digunakan, instruksi pengiriman, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.

5. *Complete map*

Melengkapi peta atau gambar *information flow* dan *physical flow* dengan *lead time* dan *value adding time* dibawah *big picture mapping* yang telah dibuat.

Gambar 2.4 adalah simbol-simbol yang digunakan dalam menyusun *big picture mapping*.



Gambar 2.4 Simbol *Big Picture Mapping* (Hines dan Taylor, 2000)

2.7 Root Cause Analysis (RCA)

Root cause analysis (RCA) merupakan suatu metodologi untuk mengidentifikasi dan mengoreksi sebab-sebab yang penting dalam permasalahan operasional dan fungsional. Tujuan penggunaan RCA adalah untuk mengetahui penyebab masalah atau kejadian dengan mengidentifikasi akar-akar penyebab masalah tersebut. Jika akar penyebab dari suatu permasalahan tidak teridentifikasi, maka hanya dapat mengetahui gejalanya saja dan masalah sendiri itu tetap ada. (Jucan, 2005)

Jucan (2005) menyebutkan bahwa dalam memanfaatkan penggunaan *root cause analysis* (RCA) terdapat empat langkah yang harus dilakukan yaitu :

1. Mengidentifikasi dan memperjelas definisi *undesired outcome* (suatu kejadian yang tidak diharapkan),
2. Mengumpulkan data,
3. Menempatkan kejadian-kejadian dan kondisi-kondisi pada *event and causal factor table*,
4. Gunakan tabel penyebab atau metode yang lain untuk mengidentifikasi seluruh *potential causes*,

5. Mengidentifikasi mode kegagalan sampai pada mode kegagalan paling bawah.
6. Melanjutkan pertanyaan “mengapa” untuk mengidentifikasi *root causes* yang paling kritis.

Jing (2008) menjelaskan lima metode yang populer untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*) dari yang sederhana sampai dengan kompleks yaitu :

1. *Is/Is not comparative analysis*
Metode komparatif yang digunakan untuk permasalahan sederhana, dimana dapat memberikan gambaran detil apa yang terjadi dan telah sering digunakan untuk menginvestigasi akar masalah.
2. *5 Why methods*
Alat analisis sederhana yang memungkinkan untuk menginvestigasi suatu masalah secara mendalam.
3. Diagram tulang ikan (*fishbone diagram*)
Alat analisis yang populer, yang sangat baik untuk menginvestigasi penyebab dalam jumlah besar. Kelemahan utamanya adalah hubungan antar penyebab tidak langsung terlihat, dan interaksi antar komponen tidak dapat teridentifikasi.
4. *Cause and effect matrix*
Matrik sebab akibat yang dituliskan dalam bentuk tabel dan memberikan bobot pada setiap faktor penyebab masalah.
5. *Root cause tree*
Alat analisis sebab-akibat yang paling sesuai untuk permasalahan kompleks. Manfaat utamanya yaitu memungkinkan mengidentifikasi hubungan diantara penyebab masalah.

Pada penelitian ini, metode yang dipilih untuk digunakan dalam *root cause analysis* yaitu *5 why method*. *5 why* lebih dikenal sebagai *lean tools* daripada *six sigma tools*. Wedgwood (2006) mengklasifikasikan ke lima penyebab permasalahan ke dalam beberapa kelas, yaitu:

1. *Why ke-1 : symptom*
2. *Why ke-2 : excuse*
3. *Why ke-3 : blame*
4. *Why ke-4 : cause*
5. *Why ke-5 : root cause*

2.8 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure mode and effect analysis merupakan sekumpulan petunjuk, sebuah proses, dan form untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan). Dengan berdasarkan aktivitas tim pada FMEA, seorang manajer, tim perbaikan atau penanggung jawab proses dapat memfokuskan energi dan sumber daya pada pencegahan, *monitoring*, dan rencana-rencana tanggapan yang paling mungkin untuk memberikan hasil. (Pande, Peter, dkk., 2002)

Langkah-langkah dalam membuat *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah sebagai berikut (Pyzdek, 2000) :

1. Menetapkan batasan proses yang akan dianalisa, didapatkan dari tahap *define* dari proses DMAIC.
2. Melakukan pengamatan terhadap proses yang akan dianalisa.
3. Mengidentifikasi *potensial cause* berdasarkan hasil pengamatan.
4. Mengidentifikasi *effect* yang ditimbulkan.
5. Menetapkan nilai *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D) (*brainstorming*).
6. Memasukkan kriteria nilai sesuai dengan 3 kriteria yang telah dibuat sebelumnya.
7. Menghitung nilai RPN (*Risk Potential Number*) dengan mengalikan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*.

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.13)$$

8. Melakukan perbaikan terhadap *potential cause* dengan berdasarkan nilai RPN tertinggi.

2.8.1 Severity

Severity adalah perkiraan atau penilaian subjektif tentang bagaimana pengaruh buruk atau tingkat keparahan atas seberapa signifikan kegagalan tersebut bisa dalam proses produk atau jasa (Pyzdek, 2000). Penilaian dengan pemberian rating untuk *severity* bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Skala Penilaian *Severity*

Rating	Effect	Severity (S)
1	<i>Neglible severity</i>	Tidak berdampak pada kinerja produk. Pengguna produk akhir tidak akan memperhatikan kegagalan ini
2	<i>Mid severity</i>	Efek yang dirasakan bersifat ringan, pengguna akhir tidak merasakan perubahan kinerja produk
3		
4	<i>Moderate severity</i>	Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan namun masih berada dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak akan mahal, jika terjadi downtime hanya dalam waktu singkat.
5		
6		
7	<i>High severity</i>	Pengguna akhir merasakan dampak buruk yang tidak dapat diterima dan berada diluar batas toleransi
8		
9	<i>Potential safety</i>	Dampak yang ditimbulkan sangat berbahaya bagi keselamatan dan bertentangan dengan hukum yang berlaku tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu
10		

Sumber : Pyzdek, 2000

2.8.2 Occurance

Occurence adalah penilaian atas seberapa sering penyebab dari kegagalan ini terjadi (Pyzdek, 2000). Penilaian dengan pemberian *rating* untuk *Occurence* bisa dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Skala Penilaian *Occurance*

Rating	Occurrence (O)
1	Hampir tidak pernah terjadi.
2	Tingkat kegagalan yang terdokumentasi rendah.
3	Tingkat kegagalan yang tidak terdokumentasi rendah.
4	Kegagalan terjadi dari waktu ke waktu.
5	Tingkat kegagalan yang terdokumentasi sedang.
6	Tingkat kegagalan yang tidak terdokumentasi sedang.
7	Tingkat kegagalan yang terdokumentasi tinggi.
8	Tingkat kegagalan yang tidak terdokumentasi tinggi.
9	Kegagalan sangat sering terjadi.
10	Kegagalan hampir selalu terjadi.

Sumber : Pyzdek, 2000

2.8.3 Detection

Detection adalah penilaian atas seberapa mungkin penyebab kegagalan itu bisa terdeteksi atau terkontrol oleh sistem yang telah ada di perusahaan saat ini (Pyzdek, 2000). Penilaian dengan pemberian *rating* untuk *detection* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Skala Penilaian *Detection*

<i>Rating</i>	<i>Detection (D)</i>
1	Hampir pasti bisa terdeteksi sebelum sampai ke <i>customer</i> (komputerisasi). ($p \approx 0$)
2	Kemungkinan sangat rendah untuk sampai ke tangan <i>customer</i> tanpa terdeteksi (visual pada bentuk barang dan <i>double checking</i>). ($0 < p \leq 0.01$)
3	Kemungkinan rendah untuk sampai ke tangan <i>customer</i> tanpa terdeteksi (visual pada bentuk barang). ($0.01 < p \leq 0.05$)
4	Biasanya terdeteksi sebelum sampai ke tangan <i>customer</i> (visual pada bentuk barang). ($0.05 < p \leq 0.20$)
5	Kemungkinan bisa terdeteksi sebelum sampai ke tangan <i>customer</i> (visual pada susunan barang). ($0.20 < p \leq 0.50$)
6	Kemungkinan tidak terdeteksi sebelum sampai ke tangan <i>customer</i> (visual pada susunan barang). ($0.50 < p \leq 0.70$)
7	Sangat tidak mungkin terdeteksi sebelum sampai ke tangan 102 <i>customer</i> (pengamatan fisik). ($0.70 < p \leq 0.90$)
8	Kemungkinan terdeteksi buruk (perubahan warna). ($0.90 < p \leq 0.95$)
9	Kemungkinan terdeteksi sangat buruk (feeling berdasarkan pengalaman masa lalu). ($0.95 < p \leq 0.99$)
10	Hampir pasti kegagalan tidak akan terdeteksi (tidak ada alat kontrol). ($p \approx 1$)

(Catatan : p adalah perkiraan probabilitas suatu kegagalan tidak terdeteksi.)

Sumber : Pyzdek, 2000

Halaman ini sengaja dikosongkan

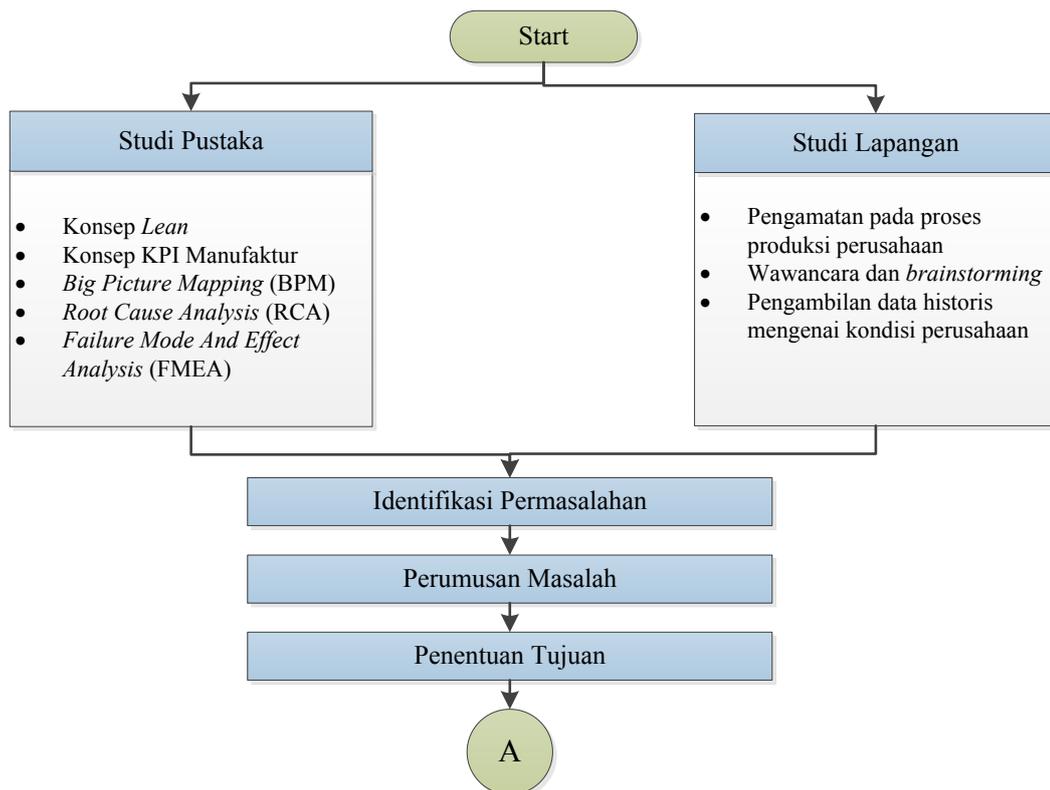
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab 3 ini membahas mengenai tahapan dari metodologi yang digunakan dalam penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan meliputi tahap identifikasi awal, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan perbaikan, serta tahap kesimpulan dan saran.

3.1 Tahap Identifikasi Awal

Langkah-langkah yang akan dilakukan pada tahap identifikasi awal dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 *Flowchart* Tahap Identifikasi Awal

3.1.1 Studi Pustaka Dan Studi Lapangan

Dalam melakukan proses penelitian, peneliti melakukan pemahaman terlebih dahulu mengenai teori yang terkait dengan penelitian (studi pustaka) serta pemahaman mengenai kondisi eksisting dari perusahaan (studi lapangan).

3.1.1.1 Studi Pustaka

Studi pustaka yaitu pemahaman yang peneliti lakukan mengenai teori yang sudah ada seperti buku, jurnal ilmiah, artikel/*paper*, tugas akhir atau disertasi, standar teknis, dokumen pemerintah atau badan dunia, dan sebagainya. Studi pustaka pada penelitian ini meliputi, konsep *lean*, konsep KPI manufaktur, *big picture mapping* (BPM), *root cause analysis* (RCA), serta *failure mode and effect analysis* (FMEA).

3.1.1.2 Studi Lapangan

Studi lapangan yaitu pemahaman yang peneliti lakukan di dalam perusahaan untuk mengetahui lebih detail terkait kondisi perusahaan. Studi lapangan yang dilakukan meliputi pengamatan pada departemen produksi, *brainstorming* dan wawancara kepada karyawan, serta pemahaman terkait data historis PG Rejo Agung Baru.

3.1.2 Identifikasi Permasalahan

Identifikasi permasalahan digunakan untuk mengetahui apa saja permasalahan yang sedang terjadi di perusahaan. Berdasarkan studi literatur dan studi lapangan yang dilakukan, menunjukkan bahwa terdapat beberapa hal terkait produksi yang masih mengalami pemborosan, seperti jam henti yang masih melebihi toleransi perusahaan serta adanya jumlah produk *defect* yang masih cukup besar.

3.1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang telah dilakukan sebelumnya, perumusan masalah yang akan dibahas oleh peneliti yaitu bagaimana mereduksi

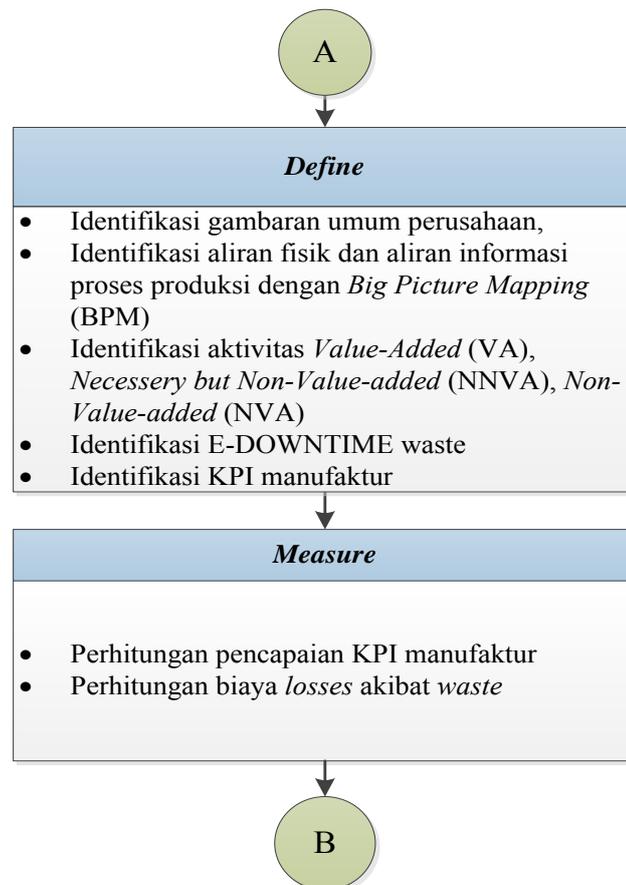
waste yang terjadi guna meningkatkan performansi sistem produksi gula PG Rejo Agung Baru dengan pendekatan *lean*.

3.1.4 Penentuan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, ditetapkan beberapa tujuan yang harus terjawab dalam penelitian. Tujuan dari penelitian ini meliputi mengidentifikasi *waste* dan KPI produksi terkait, mengetahui akar penyebab terjadinya *waste*, memberikan rekomendasi perbaikan, serta mengetahui estimasi besar pengaruh rekomendasi perbaikan terhadap *waste* dan pencapaian KPI pada proses produksi gula di PG Rejo Agung Baru.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Langkah-langkah yang akan dilakukan pada tahap pengumpulan dan pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 *Flowchart* Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Berdasarkan Gambar 3.2, tahap pengumpulan dan pengolahan data terdiri dari *define* dan *measure* yang dijelaskan sebagai berikut.

3.2.1 Define

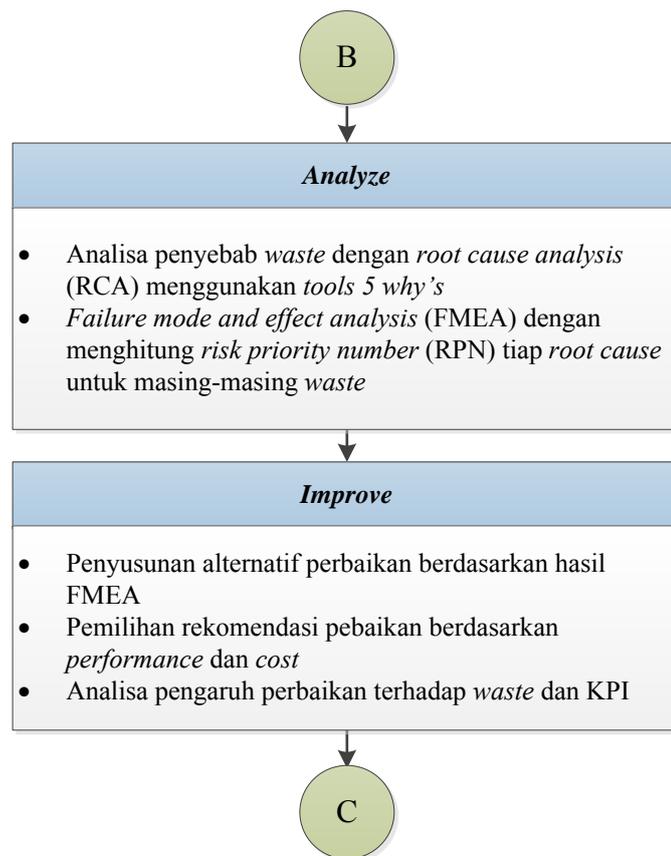
Langkah *define* yaitu proses pengumpulan data terkait permasalahan perusahaan yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan permasalahan yang terjadi di dalam perusahaan. Pertama, mengidentifikasi gambaran umum perusahaan yang meliputi profil perusahaan, visi-misi, struktur organisasi, serta proses produksi, serta proses bisnis perusahaan. Kedua, mengidentifikasi aliran fisik (*physical flow*) dan aliran informasi (*information flow*) ke dalam *big picture mapping* (BPM). Ketiga, mengidentifikasi aktivitas pada proses produksi serta mengklasifikasikan ke jenis aktivitas *value-added activity* (VA), *necessary but non-value-added activity* (NNVA), *non-value-added activity* (NVA). Keempat, mengidentifikasi 9 jenis *waste* (E-DOWNTIME) yang terjadi yang meliputi *Environmental, health, and safety* (EHS); *Defect*; *Waiting*; *Not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*; *Transportation*; *Over inventory*; *Motion*; serta *Excessive processing*. Terakhir, mengidentifikasi KPI produksi yang terkait dengan *waste* yang telah diidentifikasi.

3.2.2 Measure

Langkah *measure* yaitu proses pengolahan data yang bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting perusahaan secara kuantitatif untuk dianalisa dan dilakukan perbaikan. Pertama, melakukan perhitungan terhadap pencapaian KPI produksi pada PG Rejo Agung Baru. Kedua, melakukan perhitungan mengenai besar *losses* yang terjadi akibat adanya *waste* pada proses produksi PG Rejo Agung Baru.

3.3 Tahap Analisa dan Perbaikan

Langkah-langkah yang akan dilakukan pada tahap analisa dan perbaikan dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 *Flowchart* Tahap Analisa dan Perbaikan

Berdasarkan Gambar 3.3, tahap analisa dan perbaikan terdiri dari *analyze* dan *improve* yang dijelaskan sebagai berikut.

3.3.1 *Analyze*

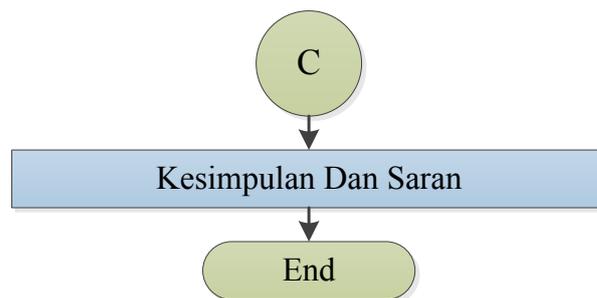
Langkah *analyze* bertujuan untuk mengetahui *critical root cause* dari *critical waste* yang telah diidentifikasi pada tahap *measure*. Pertama, membangun *root cause analysis* (RCA) dengan menggunakan *tools 5 why's*. RCA bertujuan untuk menelusuri akar penyebab (*root cause*) dari *waste*. Kedua, melakukan *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk mengetahui *critical root cause* dari *critical waste*. FMEA dilakukan dengan menghitung nilai *risk priority number* (RPN). Nilai RPN diperoleh dari perkalian *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Penentuan *critical root cause* berdasarkan *root cause* yang memiliki nilai RPN tertinggi.

3.3.2 *Improve*

Langkah *improve* bertujuan untuk menentukan rekomendasi perbaikan yang tepat pada perusahaan dalam upaya menyelesaikan permasalahan. Berdasarkan *critical root cause* yang telah teridentifikasi pada langkah *analyze*, dilakukan penyusunan beberapa alternatif perbaikan yang sesuai. Selanjutnya, dilakukan pemilihan rekomendasi perbaikan dari beberapa pilihan alternatif perbaikan yang telah disusun dengan berdasarkan *performance* dan *cost*. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap pengaruh rekomendasi perbaikan terhadap *waste* dan terhadap pencapaian KPI.

3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Langkah-langkah yang akan dilakukan pada tahap kesimpulan dan saran dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.

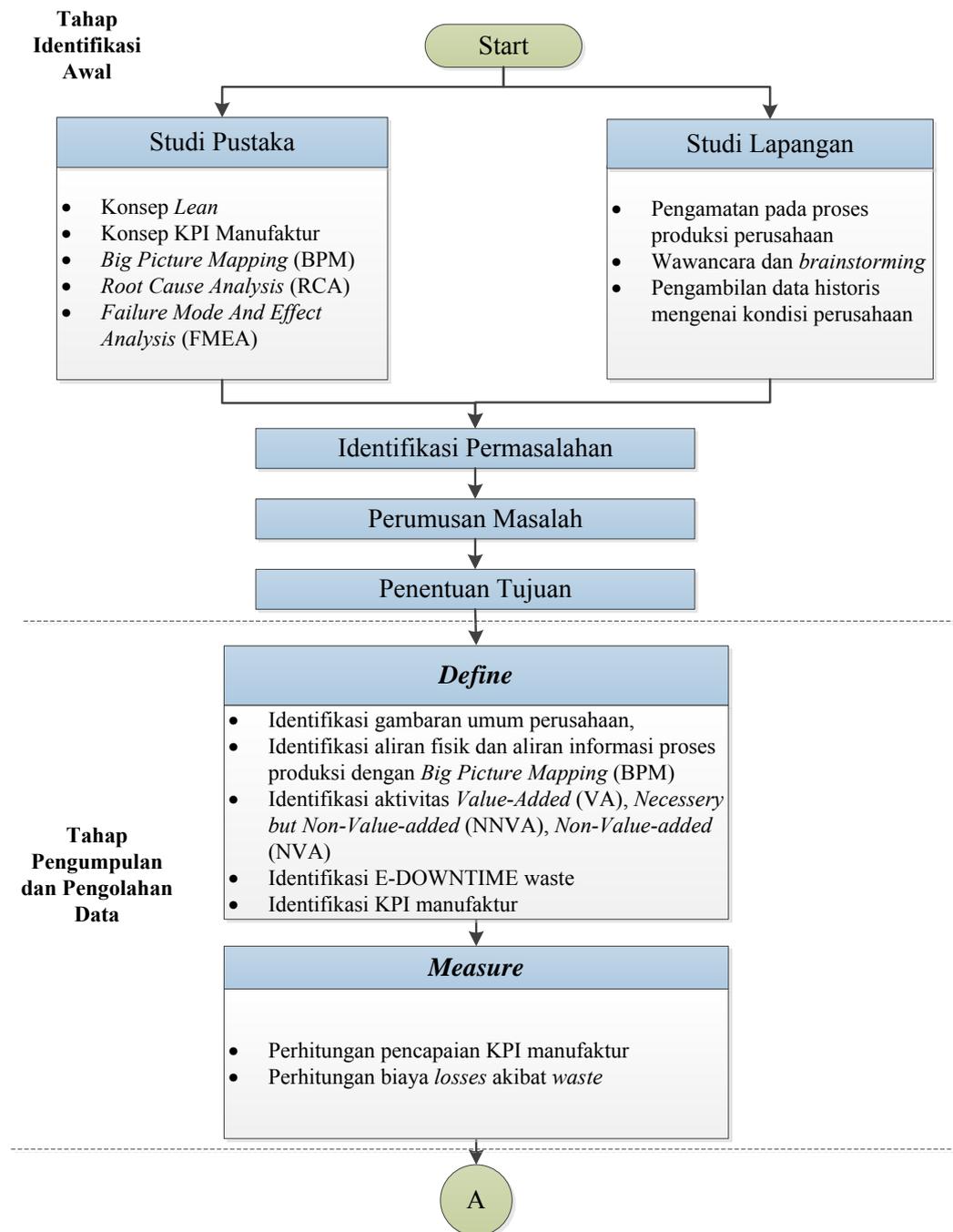


Gambar 3.4 *Flowchart* Tahap Kesimpulan dan Saran

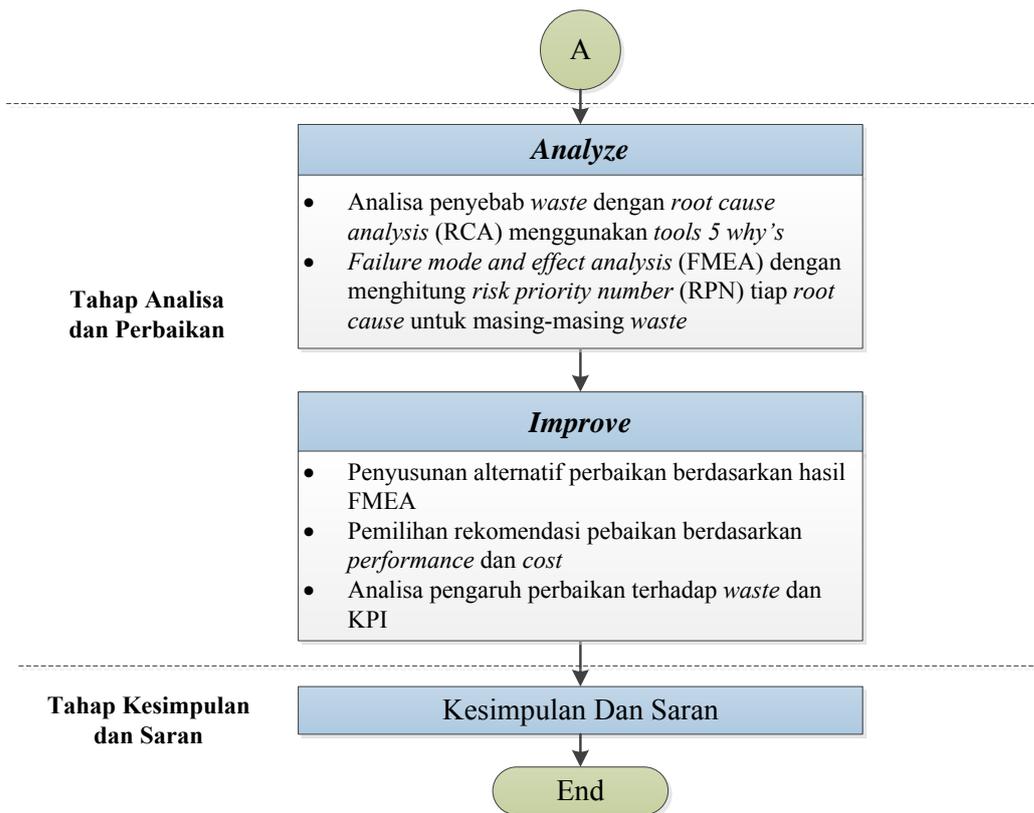
Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Kesimpulan yang disusun harus menjawab tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Pemberian saran ditujukan untuk penelitian yang akan datang dengan permasalahan yang sama.

3.5 Flowchart Metodologi Penelitian Secara Keseluruhan

Setelah sebelumnya telah dijelaskan mengenai setiap tahapan yang dilakukan, berikut merupakan *flowchart* secara keseluruhan dari metodologi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.5 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.5 *Flowchart* Metodologi Penelitian (Lanjutan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada Bab 4 ini membahas mengenai tahap pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan selama penelitian. Adapun tahap ini terdiri dari proses *define* dan proses *measure*.

4.1 Define

Proses *define* meliputi identifikasi gambaran umum perusahaan, gambaran proses produksi perusahaan dalam *big picture mapping* (BPM), identifikasi dan klasifikasi aktivitas pada proses produksi, identifikasi 9 *waste* (E-DOWNTIME) pada proses produksi, serta identifikasi KPI produksi.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

Gambaran umum perusahaan yang akan dijelaskan meliputi sejarah perusahaan, visi, misi, tujuan, struktur organisasi, serta proses produksi pada PG Rejo Agung Baru.

4.1.1.1 Sejarah Perusahaan

PG Rejo Agung Baru didirikan pada tahun 1894, sebagai salah satu anak perusahaan NV handel MT. Kian Gwan yang kemudian berubah menjadi Oei Tiong Ham Concern sebagai induk perusahaan dengan status kepemilikan 100 % swasta. Pada awal pendirian kapasitas pabrik didesain 2000 TCD dengan sistem pemurnian karbonatasi rangkap de haand. Pada tahun 1927 ka pasitas pabrik ditingkatkan menjadi 3000 TCD dengan menambah satu seri baterai gilingan dan peralatan lainnya. Seluruh perusahaan Oei Tiong Ham Concern pada tahun 1961 dinasionalisasikan oleh pemerintah RI dan untuk selanjutnya operasional perusahaan tetap berjalan dibawah pengawasan Menteri/Jaksa Agung RI. Pengelolaan seluruh aset perusahaan eks OTHC diserahkan pada tanggal 20 juli 1983 da ri Menteri/Jaksa Agung RI kepada Menteri Urusan pendapatan pembiayaan dan pengawasan (P3) yang sekarang disebut Departemen Keuangan

RI. Pada tahun 1964 Departemen Keuangan membentuk perusahaan dengan nama PT Perusahaan Perkembangan Ekonomi Nasional (PPEN) Rajawali Nusantara Indonesia dengan status badan usaha milik Negara dengan tugas melanjutkan aktivitas usaha eks OTHC. Sehubungan hal tersebut Badan Hukum PG. Rejo Agung Baru berubah menjadi NV PG. Rejo Agung Baru.

PT. PPEN Rajawali Nusantara Indonesia pada tahun 1974 disesuaikan badan hukumnya menjadi perusahaan perseroan dengan nama PT. Rajawali Nusantara Indonesia dan ditetapkan bahwa seluruh saham PG. Rejo Agung Baru menjadi milik PT. RNI, sedangkan nama PG. Rejo Agung Baru berubah menjadi PT. PG. Rejo Agung Baru. Tahun 1997 terjadi perubahan nama menjadi PT. Rajawali 1 Unit PG Rejo Agung Baru Madiun. Pada 1998 hingga sekarang unit PG Rejo Agung Baru setelah mengalami rehabilitasi secara bertahap, kapasitas pabrik dapat ditingkatkan menjadi 6500 TCD (*Ton Cane Day*) dan telah menggunakan sistem sulfitasi.

4.1.1.2 Visi, Misi, dan Tujuan Perusahaan

Berikut merupakan visi, misi, dan tujuan perusahaan dari PG Rejo Agung Baru Madiun.

a. Visi perusahaan

“Sebagai perusahaan terbaik dalam bidang agro industri, siap menghadapi tantangan dan unggul dalam kompetisi global, bertumpu pada kemampuan sendiri (*own capabilities*)”.

b. Misi Perusahaan

“Menjadi perusahaan dengan kinerja terbaik dalam bidang agro industri, yang dikelola secara profesional dan inovatif dengan orientasi kualitas produk dan pelayanan pelanggan yang prima (*excellent customer service*) sebagai karya sumber daya manusia yang handal, mampu tumbuh dan berkembang memenuhi harapan pihak-pihak berkepentingan terkait (*stakeholders*)”.

c. Tujuan Perusahaan

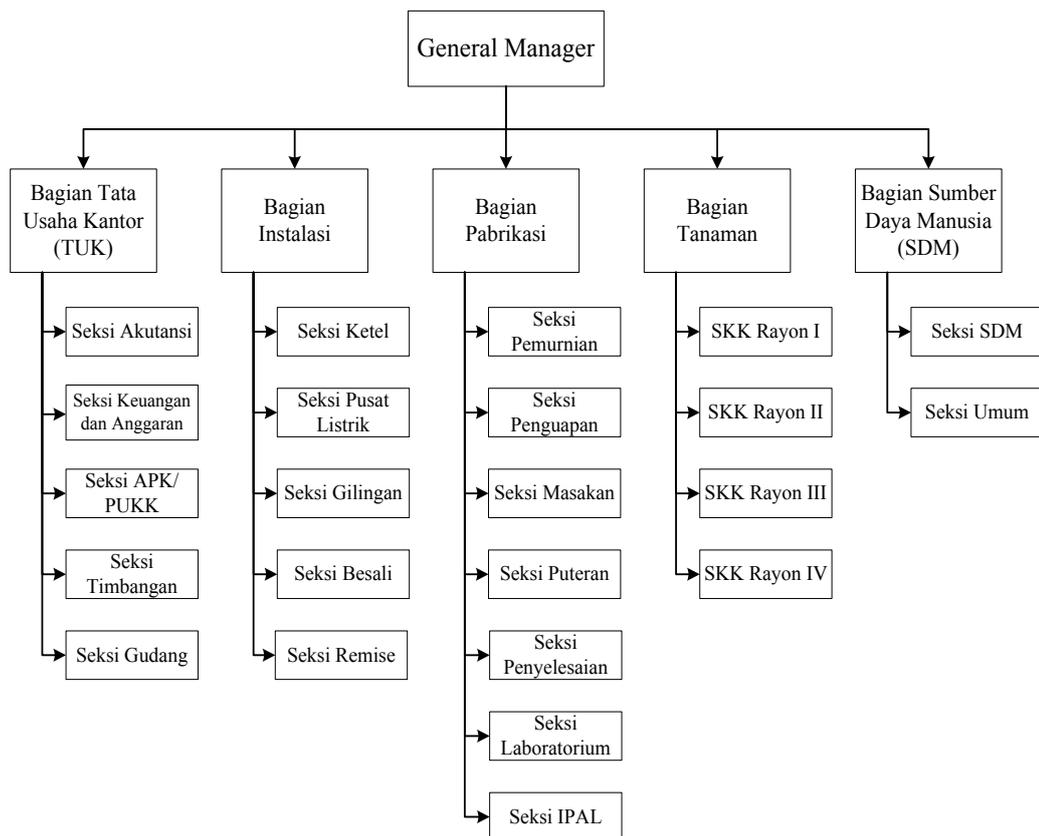
Tujuan perusahaan antara lain :

1. Turut melaksanakan dan menunjang program pembangunan ekonomi nasional yang berorientasi global khususnya di sektor agro industri.

2. Memiliki pertumbuhan *revenue* di atas rata-rata agro industri dengan kinerja sangat sehat secara berkesinambungan.
3. Menjadi 5 besar perusahaan terbaik yang bergerak di bidang agro industri.
4. Memiliki pelayanan pelanggan yang prima (*excellent customer service*).
5. Unggul dalam menghadapi kompetisi pasar bebas dalam globalisasi.
6. Menjadi tempat berkarya yang aman dan nyaman bagi profesional yang berdedikasi tinggi.

4.1.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi dari PG Rejo Agung Baru Madiun dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

PG. Rejo Agung Baru Madiun dipimpin oleh seorang *General Manager* yang bertanggung jawab langsung kepada Direksi. Seorang *General Manager* dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh beberapa kepala bagian, yaitu:

1. Kepala Bagian Tata Usaha Kantor

Kepala bagian tata usaha kantor bertugas untuk memimpin dan bertanggung jawab atas semua administrasi kantor. Bagian tata usaha kantor dalam melakukan tugasnya dibantu oleh seksi akuntansi dan seksi keuangan dan anggaran, gudang, timbangan, serta APK/PUKK.

2. Kepala Bagian Instalasi

Kepala bagian instalasi (*engineering manager*) adalah seorang ahli mesin dan bertugas mengatur serta mengawasi rencana dan pemeliharaan atau perawatan pabrik. Dalam tugasnya, kepala instalasi membawahi beberapa seksi antara lain stasiun ketel uap, pusat listrik, gilingan, besali (*workshop*).

3. Kepala Bagian Pabrikasi

Kepala bagian pabrikasi (*processing manager*) bertanggung jawab atas pengelolaan tebu sampai menjadi gula. Kepala bagian pabrikasi membawahi bagian puteran, penguapan, masakan, pemurnian, penyelesaian, laboratorium serta IPAL.

4. Kepala Bagian Tanaman

Kepala bagian tanaman (*plantation manager*) bertugas untuk mengkoordinasi, menyusun dan bertanggung jawab mengenai produksi tanaman tebu, pengukuhan teknisi tanaman, rencana tebang serta pengangkutannya, dan kegiatan lain yang berhubungan dengan tebu sebagai bahan baku pabrik gula. Kepala bagian ini bertanggung jawab membawahi bagian SKK. Rayon I, SKK Rayon II, SKK Rayon III, SKK Rayon IV, Bina Sarana Tani, dan Tebang Angkut.

5. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia (SDM)

Kepala Bagian SDM membawahi bagian SDM dan umum. Tenaga kerja di PT. PG Rejo Agung baru dibagi menjadi dua, yaitu tenaga kerja tetap dan tenaga kerja tidak tetap. Tenaga kerja tetap merupakan tenaga kerja yang bertugas pada waktu giling maupun pada waktu tidak giling (*shutdown*). Sedangkan tenaga kerja tidak tetap merupakan tenaga kerja yang dipekerjakan pada waktu tertentu, dibedakan menjadi tenaga kerja kampanye, musim tanam, harian borongan, serta musim tebang.

4.1.1.4 Proses Produksi Perusahaan

Dalam pelaksanaan proses produksi gula di PG. Rejo Agung Baru Madiun , proses pembuatan gula dibagi menjadi 7 stasiun, yaitu persiapan bahan baku, stasiun penggilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan (pengkristalan), stasiun putaran, serta stasiun penyelesaian.

1. Stasiun persiapan

Stasiun persiapan bertujuan untuk mempersiapkan tebu yang akan masuk pada penggilingan di stasiun serta menyeleksi kelayakan tebu dari kebun dan juga memperoleh berat bruto maupun netto tebu. Pertama, truk tebu masuk ke pos gawang yang bertujuan untuk mencatat asal tebu (asal, jenis, pemilik) serta untuk menyeleksi kelayakan tebu. Kelayakan tebu yang diterima di PG. Rejo Agung Baru Madiun itu harus memenuhi syarat:

- a. Manis, kadar gula (*brix*) di dalam tebu harus lebih dari 15%.
- b. Bersih, tebu itu harus bersih dari daduk (daun), tebu pucukan bersih dari akar tanah serta tidak menerima tebu lidi (tebu kecil-kecil).
- c. Segar, masa rentang dari tebang sampai masuk produksi kurang dari 36 jam.

Setelah melewati pada pos gawang, maka selanjutnya truk yang berisi tebu tersebut akan masuk pada timbangan I dan II. Pada timbangan I yang ditimbang adalah berat truk dan tebu (bruto). Setelah tebu ditimbang, tebu dipindahkan ke lori dan ada juga yang langsung menuju ke meja tebu. Tebu yang telah berada di lori kemudian di angkut ke penampungan dan diatur oleh mandor menurut datangnya tebu. Truk yang kosong selanjutnya menuju ke timbangan II. Pada timbangan II yang ditimbang adalah berat truk (*tarra*). Sehingga berat tebu (*netto*) merupakan hasil pengurangan berat bruto dengan berat *tarra*.



Gambar 4.2 Pemindahan Tebu dari Truk

2. Stasiun Gilingan

Tebu yang telah dipindahkan ke meja tebu, baik dari truk maupun lori, oleh operator dijalankan menuju *cane carrier* setelah melewati *kicker*. Dari *cane carrier I* berjalan menuju ke *cane catter*. Di sini tebu yang berbentuk batangan dipotong-potong / dicacah. Kemudian masuk ke *unigrator* untuk dicacah lebih halus lagi dibandingkan pada *cane cutter*.



Gambar 4.3 Proses pada *Cane Cutter*

Tebu dari *unigrator* yang memasuki gilingan tebu I akan menghasilkan nira mentah yang ditampung dalam bak penampung yang kemudian disaring dan dialirkan ke *bolougne*. Selanjutnya ampas dari gilingan I masuk ke gilingan II dengan ditambahkan nira imbibisi, yaitu nira hasil gilingan III. Nira dari gilingan II ditampung pada bak penampung gilingan II kemudian dipompa ke *DSM screen*, sedangkan ampasnya dari gilingan II dialirkan ke gilingan III nira imbibisi. Nira dari gilingan III dialirkan ke gilingan II sebagai imbibisi nira dan ampasnya dibawa ke gilingan IV. Nira gilingan IV digunakan sebagai imbibisi gilingan III dan ampasnya dilewatkan *baggage carrier* yang terdapat saringan untuk memisahkan ampas halus dan kasar. Ampas kasar dikirim ke ketel untuk bahan bakar, sedangkan yang halus di *blower* menuju *mixer* untuk dicampur dengan nira kotor untuk dijadikan blotong.

3. Stasiun pemurnian

Nira mentah yang telah dicampur dengan asam phospat dan susu kapur dialirkan dalam *bolougne*. Setelah timbangan terisi penuh, nira tersebut disaring dan ditampung dalam bak penampung nira, untuk kemudian dialirkan pada *juice heater*. Dalam *juice heater*, nira dipanaskan secara bertahap hingga suhu 70-90 °C

dengan tujuan untuk membunuh kuman dan mikro organisme. Kemudian masuk ke *flash tank I* dengan tujuan untuk mengeluarkan gas-gas yang ada dalam nira karena diharapkan mencapai nira murni. Selanjutnya nira masuk pada defecator I untuk mengalami defekasi, yaitu penambahan kapur sampai pH netral untuk mencegah rusaknya monosakarida dimana pH diusahakan mencapai 7,2. Kemudian masuk ke defecator II yang bertujuan untuk meningkatkan pH sampai 8,5 dengan penambahan kapur. Selanjutnya masuk *reaction tank* untuk percampuran nira dan kapur supaya homogen.

Proses selanjutnya sulfitasi yaitu penambahan gas SO₂ yang bertujuan untuk menetralkan kelebihan susu kapur. Nira yang telah tersulfitasi ini selanjutnya dialirkan ke *juice heater II* dengan suhu $\pm 105-110^{\circ}\text{C}$. setelah itu dialirkan ke *flash tank II* untuk mengeluarkan udara dan gas yang mengganggu proses pengendapan. Selanjutnya nira tersebut dialirkan dalam *Single Tray Clarified* untuk penambahan flokulan (zat pengikat endapan) guna mempercepat terjadinya pengendapan. Nira jernih disaring untuk membuang buihnya dan dimasukkan ke *clear huice tank / voor cooker* yang selanjutnya dialirkan ke stasiun penguapan. Sedangkan nira kotor dimasukkan ke *Rotary Baggase Mixer (REM)*, yang kemudian ditarik kedalam *Rotary Vacum Filter (RVF)*, untuk memisahkan kotoran padat (blotong), dan nira tapis. Nira tapis tersebut kemudian dipompa kembali ke *bolougne* untuk dimurnikan kembali.

4. Stasiun penguapan

Di PG. Rejo Agung Baru MadiunBaru terdapat 5 evaporator barat dan 5 evaporator timur yang disusun secara seri. Sebelum diuapkan, nira jernih dari stasiun pemurnian ditampung di dalam *Voor Cooker* untuk diuapkan supaya menjadi lebih kental dan membantu mempercepat proses pada evaporator. Selanjutnya nira diuapkan dalam evaporator I dengan suhu 110°C dan tekanan 0 cmHg. Nira dialirkan menuju evaporator II dengan suhu 95°C dan tekanan -20 cmHg. Nira pada evaporator II dialirkan ke evaporator III dengan suhu 75°C dan tekanan -40 cmHg. Nira pada evaporator III ini kemudian dialirkan ke evaporator IV dengan suhu 60°C dan tekanan mencapai -60 cmHg. Nira dari evaporator IV dialirkan menuju tower II, sehingga nira kental direaksikan dengan gas SO₂. Nira

kental yang telah dihasilkan dalam bejana sulfitor dipompa ke bak penampung nira kental pada stasiun masakan.



Gambar 4.4 Stasiun Penguapan

5. Stasiun masakan

Tahap-tahap yang dilalui selama proses kristalisasi adalah pemekatan nira kental, pembentukan kristal atau inti, pembesaran kristal, penuaan masakan. Terdapat tiga jenis masakan yaitu A, C, dan D. Setelah dari sulfitasi II akan masuk pertama kali pada pan masakan A dengan ditambah klare I kemudian dipanaskan dengan suhu 60- 70°C sampai keluar. Setelah itu masukan bibit gula C dan dikentalkan. Dengan menggunakan batang sogokan diamati sampai terbentuk kristal yang bagus. Apabila masih terdapat pasir palsu maka di tambah dengan air panas. Penambahan bahan maksimal 250 HL. Pan masakan A menghasilkan *masscuite* yang selanjutnya diturunkan ke palung pendingin dan masuk ke putteran A.

Pada masakan C, stroop A dimasukkan lalu dipanaskan sampai masak pekat dan keluar benang. Kemudian masukan bibit yaitu gula D₂ dan dikentalkan. Apabila masih terdapat pasir palsu maka di tambah dengan air panas penambahan bahan maksimal 300 HL. Setelah masak maka diturunkan ke palung pendingin dan menghasilkan *masscuite* C lalu masuk ke puteran C. Untuk masakan D, bahan yang digunakan yaitu stroop C dan klare III yang berisi nira kental dan grand pan masakan D. Penambahan bahan sampai volume 400 HL dan dipanaskan sampai tua, setelah tua maka diturunkan pada palung pendingin, kemudian *masscuite* dipompa ke puteran D.



Gambar 4.5 Stasiun Masakan

6. Stasiun puteran

Pada stasiun puteran bertujuan untuk memisahkan kristal gula dengan hasil samping berupa stroop, klare dan tetes yang tercampur dalam masakan. Pada stasiun puteran ini terdapat 4 unit puteran yaitu puteran A, puteran SHS, puteran C, dan puteran D. Unit puteran A merupakan puteran batch otomatis dan merupakan jenis puteran dengan kecepatan tinggi. Bahannya yaitu masscuite A dan hasilnya adalah gula A yang akan dibawa ke puteran SHS dan stroop A yang digunakan sebagai bahan untuk pan masakan C. Gula A masuk ke puteran SHS untuk menghasilkan gula SHS (gula produk) dan sisanya--klare I yang digunakan sebagai bahan untuk pan masakan A.

Sedangkan masscuite C akan masuk ke unit puteran C. Hasil pemutaran ini adalah gula yang digunakan sebagai bahan pada pan masakan A, sedangkan stroop C digunakan sebagai bahan untuk pan masakan D. Pada unit puteran D terdiri dari dua jenis puteran, yaitu unit puteran D1 dan D2. Masscuite D akan masuk ke unit puteran D1 yang selanjutnya akan menghasilkan gula D1 dan tetes. Gula D1 akan masuk ke unit puteran D2. Unit puteran D2 menghasilkan gula D2 dan klare III. Klare III digunakan sebagai bahan untuk pan masakan C, sedangkan sisanya dilebur bersama gula C.



Gambar 4.6 Stasiun Puteran

7. Stasiun penyelesaian

Gula SHS yang dihasilkan dari putaran SHS turun ke talang goyang yang berfungsi sebagai pengeringan awal dan penyaringan. Selama perjalanan pada talang goyang, gula yang kotor dan menggumpal dipisahkan dari gula-gula produk. Talang goyang ini dilengkapi dengan saringan dari anyaman kawat dengan tiga macam ukuran, yaitu :

- a. Saringan berukuran 6 *mesh* untuk memisahkan gula kasar dan gula produk. Gula kasar dan dilebur kembali.
- b. Saringan berukuran 12 *mesh* untuk memisahkan gula produk dan gula halus.
- c. Saringan berukuran 20 *mesh* untuk menghasilkan gula halus digunakan untuk kristal masakan A

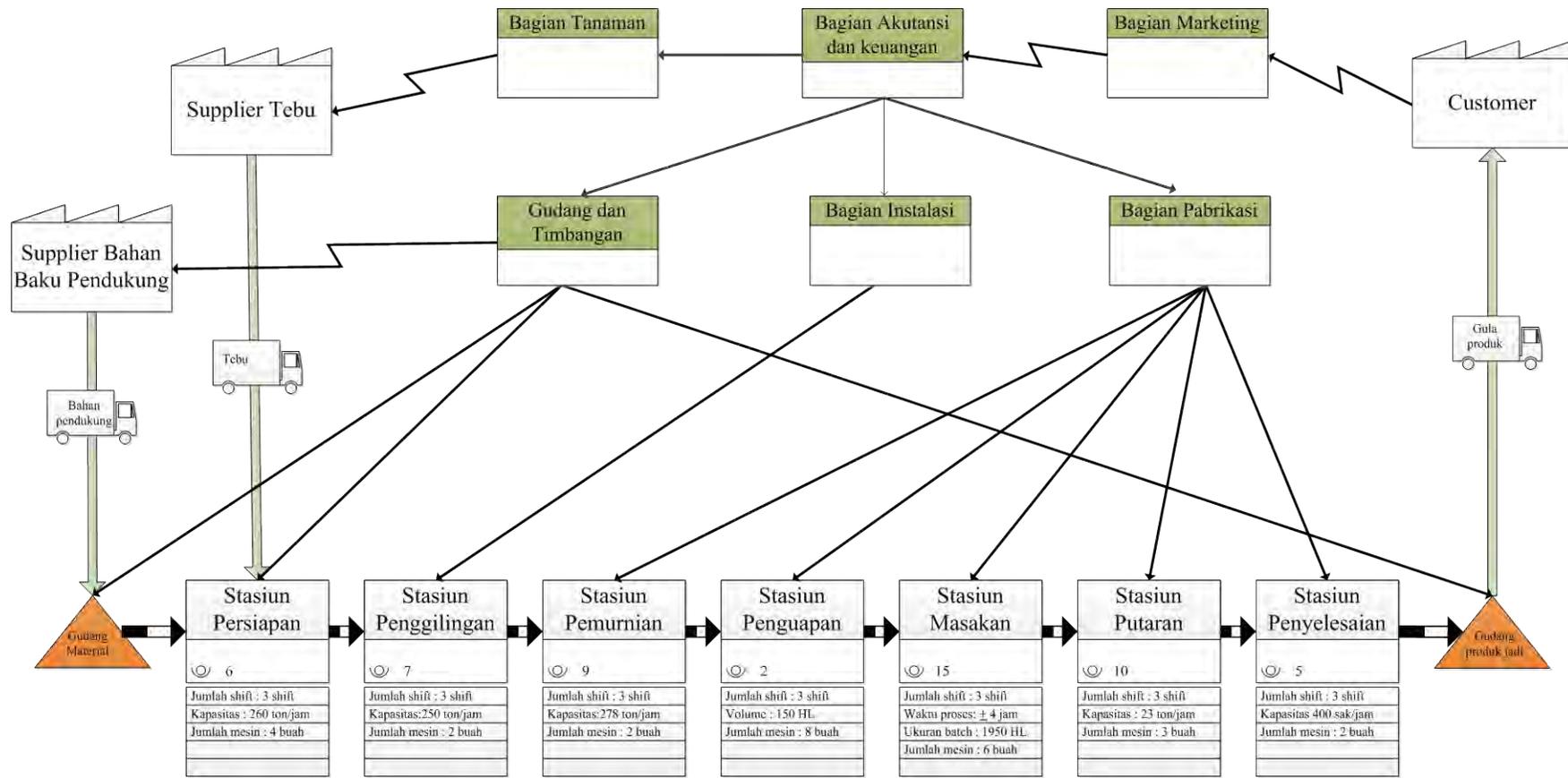


Gambar 4.7 Talang Goyang

Setelah melalui talang goyang, gula SHS (gula produk) akan dibawa oleh *bucket elevator* menuju *silo* untuk dikemas sesuai dengan ukuran. Gula produksi ditimbang dan dikemas dalam karung gula ± 50 kg yang telah disiapkan. Sebelum dipasarkan gula yang dipak disimpan dalam gudang terlebih dahulu menunggu pendistribusian ke pasaran.

4.1.2 *Big Picture Mapping* Proses Produksi Perusahaan

Big picture mapping adalah suatu *tools* yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat pada perusahaan (Hines dan Taylor, 2000). Berikut adalah *big picture mapping* dari proses produksi PG Rejo Agung Baru Madiun.



Gambar 4.8 *Big Picture Mapping* Perusahaan

Big picture mapping berisi mengenai gambaran proses produksi perusahaan yang meliputi aliran fisik (*physical flow*) maupun aliran informasi (*information flow*). Berdasarkan Gambar 4.8, berikut adalah penjelasan aliran fisik dan aliran informasi dari PG Rejo Agung Baru.

4.1.2.1 Aliran Fisik Proses Produksi

Aliran fisik (*physical flow*) pada proses produksi PG Rejo Agung Baru yaitu:

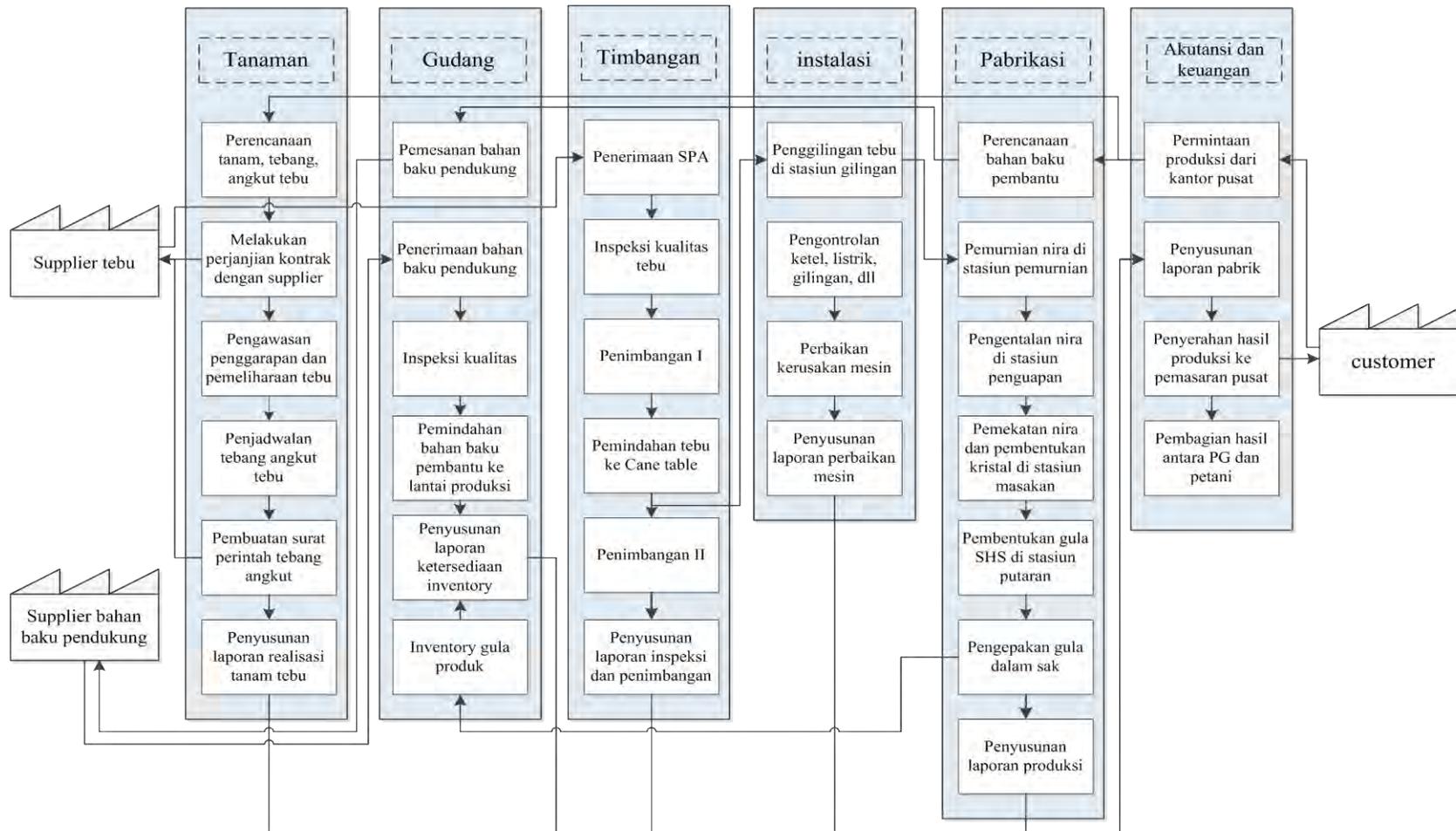
1. Tebu yang telah dilakukan penebangan akan diangkut dari lokasi penanaman tebu menuju ke pabrik dengan menggunakan truk. Ketika sampai di pabrik, truk tebu akan masuk ke stasiun persiapan. Pada stasiun ini dilakukan inspeksi dan penimbangan. Setelah lolos dari inspeksi, truk masuk ke timbangan I untuk menimbang berat truk dan tebu (bruto). Setelah itu, tebu akan dipindahkan ke *cane table* menggunakan *crane hoist* atau dipindahkan ke lori untuk sementara. Sedangkan truk akan berlanjut menuju ke timbangan II untuk ditimbang berat kosong truk (*tarra*).
2. Sedangkan untuk bahan baku pembantu yang dikirim oleh *supplier* akan diterima oleh bagian gudang untuk dilakukan inspeksi dan menjadi *inventory* pada gudang material secara sementara sebelum dikirim menuju ke lantai produksi.
3. Dari *cane table*, tebu dijalankan oleh operator menuju *cane carrier*. Lalu tebu berjalan menuju ke *cane catter* dan *unigrator* untuk dipotong-potong atau dicacah. Setelah itu, hasil cacahan berupa serabut dibawa menuju ke gilingan I, II, III, IV secara berturut-turut. Hasil dari stasiun gilingan akan menghasilkan nira mentah, sedangkan ampasnya dilewatkan *baggase carrier* untuk memisahkan ampas halus dan kasar. Ampas kasar dikirim ke ketel untuk bahan bakar, sedangkan yang halus akan dicampur dengan nira kotor untuk dijadikan blotong. Nira mentah akan dialirkan ke *bologne* sebelum masuk ke stasiun pemurnian.
4. Nira mentah dicampur dengan asam fospat dan susu kapur lalu dilakukan penambahan gas belerang dan flokulan untuk mempercepat terjadinya pengendapan. Hasil proses pemurnian adalah nira jernih yang selanjutnya

disaring dan masuk ke *voor cooker* lalu dialirkan ke stasiun penguapan. Sedangkan nira kotor dimasukkan ke *Rotary Baggase Mixer*, untuk memisahkan kotoran padat (blotong) dan nira tapis. Nira tapis akan kembali ke *bolougne*.

5. Nira jernih akan masuk ke evaporator I, II, III, dan IV secara berturut-turut untuk mengalami penguapan dan pengentalan. Selanjutnya nira kental masuk ke tower II untuk pemucatan warna gula lalu masuk ke bak penampung nira kental pada stasiun masakan.
6. Nira kental akan dimasak pada pan masakan A. Hasil dari stasiun masakan (*masscuite*) masakan A akan menuju putaran A, sedangkan sisanya akan masuk masakan C dan masakan D. Hasil masakan C dan D akan masuk ke putaran C dan D.
7. *Masscuite* A akan masuk ke putaran A sehingga menghasilkan gula A yang selanjutnya akan dibawa ke putaran SHS, sedangkan sisanya (*stroop A*) akan digunakan untuk bahan pada pan masakan C. Putaran SHS akan menghasilkan gula SHS (gula produk), sedangkan sisanya (*klare*) digunakan untuk bahan pada pan masakan A.
8. Gula SHS akan turun ke talang goyang untuk memisahkan antara gula produk, gula kasar dan gula halus. Setelah itu, gula produk akan dibawa oleh *bucket elevator* menuju *silo* untuk dikemas sesuai dengan ukuran. Gula produk ditimbang dan dikemas dalam karung gula yang telah disiapkan. Gula yang telah dikemas dibawa oleh lori ke gudang untuk menunggu pendistribusian ke pasaran.

4.1.2.2 Aliran Informasi Proses Produksi

Detail aliran informasi (*information flow*) yang terjadi pada proses produksi PG Rejo Agung Baru dapat dilihat pada Gambar 4.9 :



Gambar 4.9 Aliran Fisik Perusahaan

Berikut adalah penjelasan dari aliran informasi proses produksi PG Rejo Agung Baru:

1. PG Rejo Agung Baru menerima permintaan produksi dari *marketing* pusat. Informasi tersebut akan diteruskan ke bagian tanaman dan bagian pabrikasi. Bagian tanaman untuk perencanaan tanam, tebang, angkut tebu. Sedangkan bagian pabrikasi untuk perencanaan bahan baku pendukung
2. Setelah perencanaan, bagian tanaman akan menghubungi *supplier* tebu untuk melakukan kontrak. Ketika waktu tebang, bagian tanaman akan memberikan surat perintah tebang angkut ke *supplier* dan harus dibawa ketika tebu masuk ke pabrik untuk diserahkan dan diperiksa pada stasiun persiapan (inspeksi dan timbangan).
3. Untuk bahan baku pembantu, hasil perencanaan dari bagian pabrikasi akan diserahkan ke bagian gudang. Bagian gudang selanjutnya menghubungi *supplier* tiap bahan baku pembantu untuk melakukan *order*. Lama waktu dari pemesanan sampai bahan baku datang ke pabrik biasanya sekitar 4 hari. *supplier* harus menyerahkan bukti permintaan *order* ke bagian gudang saat pesanan datang ke pabrik.
4. Saat proses produksi berjalan, harus ada koordinasi antar setiap bagian. Bagian timbangan berkoordinasi dengan bagian instalasi untuk mengatur tebu yang akan masuk ke gilingan, serta saat mesin terjadi *breakdown*. Bagian instalasi berkoordinasi dengan bagian pabrikasi untuk pengawasan proses produksi. Bagian gudang material berkoordinasi dengan bagian pabrikasi untuk mengatur pasokan bahan baku pendukung dari gudang ke lantai produksi. Bagian pabrikasi berkoordinasi dengan gudang gula untuk pemindahan gula dari lantai produksi ke gudang dan pengaturan *inventory*.
5. Setiap bagian memiliki kewajiban untuk melaporkan hasil kerjanya ke bagian akutansi dan keuangan. Bagian akutansi dan keuangan akan menyusun laporan pabrik dan akan diserahkan ke kantor pusat. Pemasaran dan pendistribusian gula juga diserahkan ke kantor pusat. Selanjutnya pabrik akan melakukan bagi hasil dengan petani (*supplier*) berdasarkan hasil yang diperoleh dari kantor pusat. Sistem bagi hasil yang dilakukan yaitu 60% pabrik dan 40% petani.

4.1.3 Klasifikasi Aktivitas (VA, NNVA, NVA)

Klasifikasi aktivitas pada konsep *lean* menurut Hines dan Taylor (2000) yaitu *value-added activity (VA)*, *necessary but non-value-added activity (NNVA)*, dan *Non-value-added activity (NVA)*. Berikut adalah klasifikasi jenis aktivitas dari aktivitas yang teridentifikasi pada setiap stasiun PG Rejo Agung Baru.

Tabel 4.1 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Persiapan

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Stasiun Persiapan				
A1	Tebu masuk ke pabrik	✓		
A2	Inspeksi kualitas bahan baku			✓
A3	Penimbangan I (berat truk+tebu)			✓
A4	Pencatatan secara manual di penimbangan I		✓	
A5	Pemindahan tebu dari truk ke lori			✓
A6	Pemindahan tebu ke <i>cane table</i>			✓
A7	Pengambilan tebu yang jatuh saat pemindahan		✓	
A8	Penimbangan II (berat truk)			✓
A9	Pencatatan secara manual di penimbangan II		✓	

Tabel 4.2 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Gilingan

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Stasiun Gilingan				
B1	Pencacahan tebu	✓		
B2	Pengambilan cacahan tebu yang jatuh		✓	
B3	Pemerahan nira dari tebu	✓		
B4	Inspeksi pol dan <i>brix</i> nira gilingan I-IV			✓
B5	Pengontrolan putaran gilingan			✓
B6	Inspeksi pol, <i>brix</i> nira mentah			✓
B7	Pengeluaran ampas			✓
B8	Pengontrolan keluaran ampas			✓
B9	Pembersihan sisa ampas tebu		✓	
B10	Inspeksi zat kering dan pol ampas			✓

Tabel 4.3 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Pemurnian

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Stasiun Pemurnian				
C1	Penimbangan nira mentah			✓
C2	Penambahan asam fospat	✓		
C3	Pengukuran kadar asam fospat nira mentah			✓
C4	Penambahan susu kapur & gas belerang	✓		
C5	Pengontrolan PH nira kapur & nira sulfinasi			✓
C6	Penambahan flokulan	✓		
C7	Pengeluaran hasil sisa ampas (blotong)		✓	
C8	Pengontrolan proses pemurnian			✓
C9	Inspeksi pol, <i>brix</i> nira jernih			✓
C10	Pembersihan kerak nira			✓
C11	Pemindahan bahan baku pembantu dari gudang ke stasiun pemurnian		✓	

Tabel 4.4 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Penguapan

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Stasiun Penguapan				
D1	Membuka dan menutup saluran nira			✓
D2	Penguapan nira pada <i>evaporator</i> I – IV	✓		
D3	Pengontrolan proses penguapan			✓
D4	Pembersihan badan <i>evaporator</i>			✓
D5	Pengoperan <i>evaporator</i> saat pembersihan			✓
D6	Inspeksi PH nira kental			✓
D7	Pengontrolan bahan bakar ampas			✓

Tabel 4.5 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Masakan

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Stasiun Masakan				
E1	Pemucatan warna nira (sulfinasi)	✓		
E2	Pengontrolan ph nira sulfinasi			✓
E3	Membersihkan pan masakan sebelum proses			✓
E4	Pengkristalan nira kental dalam pan masakan	✓		
E5	Penambahan fondan pada pan masakan D			✓
E6	Inspeksi kristal palsu pada masakan			✓
E7	Penambahan air sampai volume tertentu	✓		

Tabel 4.4 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Masakan (lanjutan)

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
E8	Mengontrol proses pemasakan			✓
E9	Inspeksi pol, brix masakan			✓

Tabel 4.6 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Puteran

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Stasiun Puteran				
F1	Pemisahan kristal gula dengan kotoran	✓		
F2	Pengontrolan proses puteran			✓
F3	Pengontrolan keluaran tetes			✓
F4	Pembersihan badan puteran			✓
F5	Inspeksi HK <i>stroop, klare</i> , tetes			✓

Tabel 4.7 Klasifikasi Aktivitas pada Stasiun Penyelesaian

Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Stasiun Penyelesaian				
G1	Pengeringan gula SHS	✓		
G2	Penyaringan gula SHS	✓		
G3	Pemasukan gula ke dalam sak	✓		
G4	Penimbangan sak gula			✓
G5	Pengecekan ketepatan berat setiap sak gula		✓	
G6	Penjahitan sak	✓		
G7	Pemindahan gula ke gudang			✓
G8	<i>Rework</i> gula kasar dan gula halus		✓	

Tabel 4.8 Klasifikasi Aktivitas pada Proses *Maintenance*

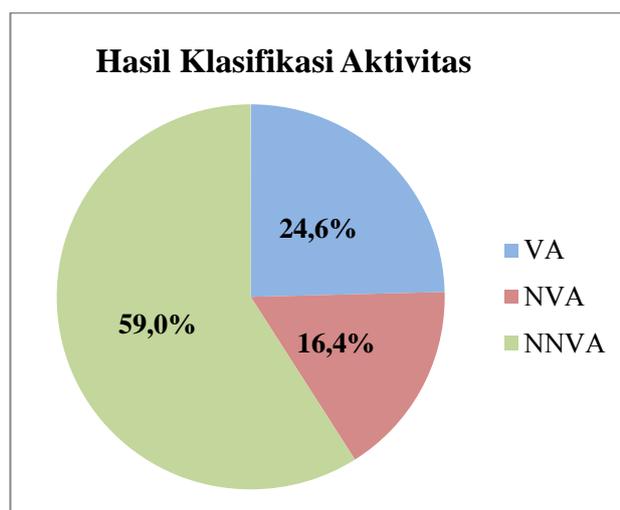
Kode	Nama Aktivitas	Jenis Aktivitas		
		VA	NVA	NNVA
Proses <i>Maintenance</i>				
H1	<i>Schedule maintenance</i> saat masa giling			✓
H2	<i>Unschedule maintenance</i> saat masa giling		✓	

Berdasarkan klasifikasi aktivitas yang telah dilakukan pada Tabel 4.1 sampai Tabel 4.8, berikut adalah rekap klasifikasi aktivitas dari setiap bagian pada PG Rejo Agung Baru.

Tabel 4.9 Rekap Klasifikasi Aktivitas

No	Bagian	VA	NVA	NNVA	Jumlah aktivitas
1	Stasiun persiapan	1	3	5	9
2	Stasiun gilingan	2	2	6	10
3	Stasiun pemurnian	3	2	6	11
4	Stasiun penguapan	1	0	6	7
5	Stasiun masakan	3	0	6	9
6	Stasiun puteran	1	0	4	5
7	Stasiun penyelesaian	4	2	2	8
8	Proses <i>maintenance</i>	0	1	1	2
Total		15	10	36	61

Berdasarkan Tabel 4.9, diperoleh bahwa terdapat 61 total aktivitas yang teridentifikasi dimana terdiri dari 15 aktivitas *value-added*, 10 aktivitas *non value-added*, dan 36 aktivitas *necessary but non value-added*. Prosentase dari setiap jenis aktivitas digambarkan seperti grafik berikut.



Gambar 4.10 Hasil Klasifikasi Aktivitas

4.1.4 Identifikasi 9 Waste

Waste dapat didefinisikan sebagai aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* (Gazpers, 2007). Identifikasi *waste* dilakukan berdasarkan 9 jenis *waste* E-DOWNTIME yang didefinisikan oleh Heizer dan Render (2009) yang meliputi EHS, *Defect*, *Overproduction*, *Waiting*, *Not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*, *Transportation*, *Over inventory*, *Motion*, serta *Excessive processing*. Berikut adalah *waste* yang teridentifikasi terjadi di PG Rejo Agung Baru.

4.1.4.1 Environmental, health, and safety (EHS)

Waste EHS adalah *waste* yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip EHS. *Waste* jenis ini dapat terindikasi dengan adanya permasalahan terkait lingkungan, seringnya terjadi kecelakaan kerja, atau terganggunya kesehatan pekerja. Untuk permasalahan *environmental*, PG Rejo Agung Baru memiliki limbah cair meliputi minyak pelumas, cecceran nira, air cucian, cecceran stroop, dsb. Sebelum limbah tersebut dibuang, dilakukan *inhouse keeping* agar kadar polutan limbah dapat seminimal mungkin. Pabrik memiliki unit pengolahan limbah cair (UPLC) sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan. Selain itu, PG Rejo Agung Baru juga memiliki limbah padat berupa hasil samping yaitu ampas, blotong, dan tetes. Namun, PG Rejo Agung Baru memiliki pengaturan pengolahan limbah yang ditimbulkan oleh proses produksi tersebut. Ampas dimanfaatkan untuk bahan bakar *boiler* dan sebagian ada yang dijual, blotong dimanfaatkan untuk dijadikan pupuk, sedangkan tetes dapat dijual ke industri lain seperti industri MSG. Dengan pengaturan tersebut diharapkan tidak ada hasil samping atau limbah yang menumpuk di wilayah pabrik atau dapat mencemari lingkungan.

Tabel 4.10 Hasil Samping Proses Produksi

No	Hasil samping	% hasil samping dari tebu digiling
1	Ampas	± 5%
2	Blotong	± 3%
3	Tetes	± 25%

Sedangkan untuk permasalahan *health and safety*, PG Rejo Agung Baru telah mewajibkan pekerjaannya untuk memakai alat pelindung diri yang telah disediakan selama berada di lingkungan produksi serta adanya *standard operational procedure* untuk setiap proses produksi. Hal tersebut menjadi salah satu faktor yang mencegah terjadinya kecelakaan kerja atau permasalahan terkait *health and safety*. Dengan begitu, *Waste EHS* tidak ditemukan pada PG Rejo Agung Baru karena pabrik telah memiliki dan menerapkan standar terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja serta memiliki pengaturan pengolahan limbah yang ditimbulkan oleh proses produksi.

4.1.4.2 Defect

Defect adalah *waste* yang terjadi karena adanya kecacatan produk sehingga perlu pengerjaan ulang terhadap produk atau bila produk cacat maka harus dimusnahkan. Pada PG Rejo Agung Baru, terdapat dua jenis *defect* yang teridentifikasi pada produk jadi yaitu gula kasar dan gula halus. Kedua jenis *defect* ini dipilah dari gula produk (produk baik) saat berada di stasiun penyelesaian dengan menggunakan talang goyang. Talang goyang dengan saringan berukuran 6 *mesh* untuk memisahkan gula kasar dengan gula produk dan saringan 12 *mesh* untuk memisahkan gula produk dengan gula halus. Pada produksi tahun 2015, terdapat produk *defect* sebesar 3,2% dari total produksi. Kedua jenis *defect* ini akan dialirkan untuk dilakukan proses kembali sehingga dapat memenuhi ukuran butir gula yang sesuai yaitu antara 0,8 s ampai 1,2 m m. Dengan begitu, tidak terdapat hasil produksi yang dimusnahkan atau dibuang karena semua *defect* (gula kasar dan gula halus) pasti akan langsung kembali ke proses. Hal ini menunjukkan bahwa *waste defect* merupakan indikator dari terjadinya *rework*. Pada tahun 2015, rincian *defect* yang terjadi sebagai berikut.

Tabel 4.11 Rincian *Defect* Produk Tahun 2015

Jenis <i>Defect</i>	<i>Defect</i> tiap Periode (ton)								Jumlah / <i>defect</i>	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Gula Halus	38,33	70,84	48,03	112,56	82,48	89,76	53,37	51,91	547,28	1592,09
Gula Kasar	73,17	135,23	91,70	214,89	157,46	171,36	101,89	99,11	1044,81	

Tabel 4.12 Identifikasi *Waste Defect* Perusahaan

Jenis <i>defect</i>	Produksi gula (ton)	Jumlah <i>defect</i> (ton)	% <i>defect</i>
Gula halus	49752,8	547,28	1,1%
Gula kasar		1044,81	2,1%
Total <i>defect</i>			3,2%
Toleransi total <i>defect</i>			1,5%

Proses *rework* yang dilakukan terhadap *defect* gula kasar yaitu gula kasar akan dikembalikan ke stasiun putaran, dimana gula kasar akan dilebur kembali dengan dimasukan ke mixer dan dialirkan ke putaran C. Sedangkan *rework* untuk gula halus yaitu gula halus akan dikembalikan ke proses masakan dan digunakan untuk kristal masakan A. Proses pengerjaan ulang ini tentu akan menambah waktu produksi yang ada karena total waktu produksi akan semakin panjang akibat tambahan waktu untuk mengerjakan *rework*.



(a)



(b)

Gambar 4.11 *Defect* Produk Berupa Gula Kasar (a) dan Gula Halus (b)

Selain itu, *defect* juga dapat terjadi apabila tidak terpenuhinya standar dari kualitas gula yang ada. Bagi pabrik yang telah menerapkan SNI, termasuk PG Rejo Agung Baru, produk yang dihasilkan harus memenuhi SNI gula yang ada. Standar tersebut meliputi warna, tingkat polarisasi, susut pengeringan, kadar SO₂, serta besar jenis butir. Pihak PG Rejo Agung Baru menyikapinya dengan melakukan inspeksi dan uji laboratorium secara ketat. Pemenuhan standar kualitas tersebut menunjukkan bahwa kualitas gula yang dihasilkan diatas standar yang ada, Hal tersebut mengakibatkan produk gula yang keluar dari proses produksi selalu memenuhi standar kualitas gula yang ada. Sehingga *defect* akibat standar kualitas gula tidak terjadi pada PG Rejo Agung Baru Madiun.

4.1.4.3 Overproduction

Overproduction adalah *waste* yang terjadi karena produksi berlebih dari kuantitas yang dipesan oleh pelanggan atau memproduksi lebih cepat dari waktu kebutuhan pelanggan. Sistem produksi dari PG Rejo Agung Baru adalah *make to stock*, dimana jumlah yang diproduksi berdasarkan hasil *forecast* yang dilakukan. Hasil *forecast* tersebut akan menentukan target produksi PG Rejo Agung Baru yang harus dicapai di setiap masa gilingnya. Target produksi tidak hanya berdasarkan *demand* kebutuhan gula saja, namun juga meliputi ketersediaan bahan baku, sarana, dan lain sebagainya. Sehingga, target produksi belum tentu dapat memenuhi *demand* secara keseluruhan.

Tabel 4.13 Identifikasi *waste Overproduction* Perusahaan

	2011	2012	2013	2014	2015
Target produksi	48000	51000	54000	58000	60000
Realisasi produksi	41197	49937,5	57277	53295,8	49752,8
% Pencapaian	85,8%	97,9%	106,1%	91,9%	82,9%

Pencapaian target produksi di PG Rejo Agung Baru tergolong fluktuatif, terkadang melebihi target produksi namun dapat pula masih kurang dari target. Ketika jumlah produksi melebihi target, hal ini dapat dikatakan sebagai *overproduction*. Namun *overproduction* yang terjadi tidak tergolong sebagai *waste*. Hal ini dikarenakan apabila terjadi *overproduction* justru akan berguna dalam memenuhi kebutuhan *demand* gula yang belum ter-cover. Dengan begitu, tidak ditemukan *waste* berupa *overproduction* yang terjadi pada proses produksi PG Rejo Agung Baru.

4.1.4.4 Waiting

Waiting merupakan kondisi tidak aktifnya manusia, informasi, atau barang dalam periode yang lama yang menyebabkan aliran terganggu dan panjangnya *lead time*. Di PG Rejo Agung Baru, *waiting* biasa disebut dengan istilah jam henti. *Waiting* yang terjadi dibagi menjadi dua yaitu *waiting* karena mesin dan *waiting* karena bahan baku.

Tabel 4.14 Identifikasi *Waste Waiting* Perusahaan

	2012	2013	2014	2015
Jam henti mesin	128,6	232,5	158,9	112,8
Jam henti bahan baku	168,7	148,0	85,5	100,1
Total Jam henti	297,3	380,6	244,4	212,8
Total Jam giling	3245,5	3885,1	3577,1	2913,8
% jam henti	9,04%	9,67%	6,74%	7,21%
% toleransi jam henti	5,00%			

Waiting karena mesin diakibatkan adanya kerusakan (*breakdown*) pada mesin di proses produksi sehingga perlu segera dilakukan perbaikan (*unschedule maintenance*). Pihak pabrik sebenarnya telah menjadwalkan perbaikan (*schedule maintenance*) dengan total 8 jam selama masa giling. Selain itu, ketika masa non-giling (saat pabrik tidak produksi) digunakan untuk aktivitas *maintenance* untuk mendukung masa giling berikutnya. Berikut adalah data *breakdown* mesin PG Rejo Agung Baru pada tahun 2015.

Tabel 4.15 Rincian *Waiting* Akibat *Breakdown* Tahun 2015

Periode	Gilingan	Pemurnian	Penguapan	Masakan	Puteran	Penyelesaian
1	7,6	0	1,3	0	0	0
2	10,2	0,5	0	0,4	0	0
3	5,1	1,6	2,7	0	0,5	0
4	20,7	1,5	1,5	0	0,8	0
5	14,5	0	0	1,3	1,2	0
6	15,1	0	2,6	0,8	0	0
7	8,2	0,8	0	2	1,2	0
8	7	0	1,9	1,8	0	0
Breakdown per stasiun	88,4	4,4	10	6,3	3,7	0
Total breakdown	112,8					

Sedangkan *waiting* karena bahan baku terjadi akibat adanya keterlambatan kedatangan bahan baku tebu. Hal tersebut mengakibatkan ketidaktersediaan bahan baku tebu yang akan diolah sehingga mesin produksi mengalami *idle* karena tidak adanya tebu yang dapat diproses. Berikut adalah data

keterlambatan bahan baku tebu PG Rejo Agung Baru pada masa produksi tahun 2015.

Tabel 4.16 Rincian *Waiting* Akibat Bahan baku Tahun 2015

Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	Total keterlambatan
Keterlambatan bahan baku (Jam)	8,5	11,4	9,4	17,8	9,0	10,3	15,5	18,2	100,1 jam

4.1.4.5 *Not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*

Not utilizing employees knowledge skill, and abilities adalah waste sumber daya manusia (SDM) yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan karyawan secara optimal. Pada PG Rejo Agung Baru, *waste* ini teridentifikasi terjadi saat proses penimbangan produk jadi. Proses penimbangan dilakukan oleh operator secara manual dengan menggunakan timbangan dimana satu sak gula berisi 50 kg gula. Karena dilakukan secara manual, akurasi berat aktual satu sak gula tidak selalu tepat 50 kg. Hal ini dapat mengakibatkan *losses* produk karena dalam kalkulasinya berat semua sak dianggap sama, yaitu 50 kg/sak. Berdasarkan *brainstorming* kepada pihak perusahaan, terdapat sekitar 0,2% gula yang *losses* dari total gula yang ada akibat proses penimbangan tersebut. Namun, diperkirakan *losses* yang terjadi dapat lebih besar dari 0,2%.

Waste ini juga dapat terjadi selama proses perbaikan dan pemeliharaan (*maintenance*) mesin yang dilakukan. Salah satu hal yang membuat lamanya proses *maintenance* yaitu kemampuan dan ketrampilan dari operator yang belum cukup baik dalam melakukan *maintenance*. Hal ini dikarenakan kurangnya pelatihan yang diberikan terhadap operator baru, khususnya untuk operator *maintenance*. Selain itu, tingkat keseringan jam henti yang terjadi juga dapat disebabkan oleh operator yang salah atau kurang tepat dalam melakukan *maintenance* sehingga kerusakan tersebut dapat muncul kembali.

4.1.4.6 Transportation

Transportation adalah *waste* yang terjadi karena transportasi yang berlebihan sepanjang proses *value stream* sehingga bisa menimbulkan kerusakan serta kemungkinan menyebabkan mutu produk menurun. Aktivitas yang berkaitan dengan *transportation* pada PG Rejo Agung Baru meliputi pemindahan tebu ke *cane table*, pemindahan bahan baku pembantu ke lantai produksi dari gudang material, pemindahan gula produk ke gudang produk jadi, dan lainnya. Dari aktivitas *transportation* yang ada, *waste* jenis ini tidak ditemukan pada PG Rejo Agung Baru. Hal ini dikarenakan proses yang terjadi sudah berjalan sesuai dengan peraturan yang ada.

4.1.4.7 Over inventory

Over inventory adalah *waste* yang terjadi karena penyimpanan secara berlebihan. Pada PG Rejo Agung Baru Madiun, *waste over inventory* ditemukan ketika terdapat sisa bahan baku pembantu yang tidak sempat terpakai pada proses produksi. Sisa bahan baku pembantu tersebut akan disimpan di gudang material dan selanjutnya akan digunakan pada masa giling berikutnya. Pada Tahun 2015, ketersediaan beberapa bahan baku pembantu yang menjadi *inventory* di akhir produksi yaitu :

Tabel 4.17 Identifikasi *Waste Over inventory* Perusahaan

Bahan baku pembantu	<i>Inventory</i> tiap periode (ton)							
	1		2		3		4	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Asam phospat	4,52	22,88	22,88	10,60	10,60	2,27	2,27	22,76
Belerang	13,80	78,30	78,30	49,65	49,65	30,22	30,22	137,70
Flokulan	0,13	0,80	0,80	0,57	0,57	1,61	1,61	1,25
Kapur tohor	12,49	63,34	63,34	147,42	147,42	122,67	122,67	64,63
Bahan baku pembantu	<i>Inventory</i> tiap periode (ton)							
	5		6		7		8	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Asam phospat	22,76	8,71	8,71	29,65	29,65	20,40	20,40	11,40
Belerang	137,70	104,98	104,98	71,68	71,68	50,10	50,10	29,10
Flokulan	1,25	0,99	0,99	0,71	0,71	0,53	0,53	0,35
Kapur tohor	64,63	140,60	140,60	92,74	92,74	64,90	64,90	37,91

Selain itu, *inventory* juga ditemukan terjadi jam henti (*breakdown*) mesin. Proses produksi PG Rejo Agung Baru menerapkan sistem FIFO (*first in first out*) dimana tebu yang datang sebisa mungkin akan langsung diproses atau tidak disimpan dalam gudang terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan tebu yang masih segar atau yang baru ditebang harus segera digiling agar kandungan nira atau mutunya tidak mengalami penurunan. Dengan adanya perbaikan akibat *breakdown* mesin, hal tersebut mengakibatkan terjadinya penumpukan bahan baku tebu yang menunggu untuk digiling.

4.1.4.8 Motion

Motion adalah *waste* yang terjadi karena banyaknya pergerakan dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream* sehingga pergerakan tersebut hanya akan menambah biaya dan waktu saja. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, *waste motion* tidak ditemukan pada PG Rejo Agung Baru. Hal ini dikarenakan proses yang terjadi sudah berjalan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

4.1.4.9 Excessive processing

Excessive processing adalah *waste* yang terjadi karena langkah proses yang panjang dari seharusnya di sepanjang *value stream*. Pada PG Rejo Agung Baru *excessive processing* ini ditemukan saat proses penimbangan tebu baik pada timbangan I maupun timbangan II. Pencatatan pada timbangan dilakukan dua kali yaitu dengan menggunakan komputer dan dengan menulis manual. Pencatatan secara manual sebenarnya digunakan untuk mengantisipasi apabila terjadi masalah pada komputer, namun hal ini tentu membuat pekerjaan operator menjadi dua kali lipat sehingga waktu pencatatan dapat lebih lama. Namun, sesuai dengan hasil wawancara ke pihak terkait di perusahaan bahwa hal tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap jalannya proses produksi sehingga tidak digolongkan sebagai *waste*.

4.1.5 Identifikasi KPI (*Key Performance Indikator*) Perusahaan

Pada Subbab 4.1.4, telah diperoleh *waste* yang berhasil teridentifikasi pada proses produksi PG Rejo Agung Baru. *Waste* tersebut meliputi *defect*, *waiting*, serta *not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*. Pada subbab ini akan diidentifikasi KPI produksi apa saja yang terkait dengan masing-masing *waste* teridentifikasi.

4.1.5.1 KPI terkait *Waste Defect*

Defect yang terjadi pada PG Rejo Agung Baru yaitu gula yang memiliki ukuran tidak sesuai spesifikasi yang ditetapkan berupa gula kasar dan gula halus. Perlakuan untuk kedua jenis *defect* tersebut yaitu dengan diproses ulang (*rework*). dari KPI produksi yang ada, adanya *defect* memiliki keterkaitan terhadap pencapaian KPI produktivitas dan KPI kualitas.

- KPI produktivitas

Adanya proses *rework* tentu akan menambah waktu produksi yang ada akibat munculnya tambahan waktu untuk mengerjakan *rework*. Selain itu, *output* hasil *rework* akan mengalami pengurangan dibanding tidak dilakukan *rework*. Dengan waktu yang bertambah namun *output* produksi tidak turut bertambah, membuat *cycle time* aktual produk per ton akan semakin besar. Hal ini berdampak pada penurunan tingkat performansi proses produksi. Adanya produk *defect* juga menunjukkan bahwa kualitas dari keluaran produksi masih belum cukup baik sehingga tingkat kualitas produksi belum optimal. Tingkat performansi dan tingkat kualitas adalah dua hal yang digunakan untuk menghitung nilai *Overall Equipment Efficiency* (OEE) sebagai indikator dari produktivitas. Oleh karena itu, adanya *defect* tentu akan berdampak pada tingkat produktivitas produksi perusahaan.

- KPI kualitas

Defect dapat menjadi salah satu indikator dari kualitas. KPI kualitas dapat diukur dari jumlah *defect* yang terjadi dibandingkan dengan *output* aktual produk. KPI kualitas memiliki prinsip *smaller is better* sehingga semakin kecil jumlah *defect* maka semakin baik. Dengan adanya gula kasar dan gula halus sebagai

defect yang masih muncul dapat menunjukkan bahwa pencapaian kualitas masih belum optimal.

4.1.5.2 KPI Terkait Waste Waiting

Waiting yang terjadi pada proses produksi yaitu akibat *breakdown* mesin dan akibat menunggu bahan baku. Dari KPI produksi yang ada, adanya *waiting* tersebut memiliki keterkaitan terhadap pencapaian KPI produktivitas.

- KPI Produktivitas

Adanya *waiting* membuat proses produksi terhenti atau *idle* sehingga saat itu tidak akan menghasilkan output produk. Selain itu, *waiting* juga akan mengakibatkan waktu produksi menjadi lebih lama dari yang dijadwalkan akibat adanya proses produksi yang tertunda. Dengan waktu yang bertambah namun output produk tidak turut bertambah, membuat *cycle time* aktual produk per ton akan semakin besar. Hal ini berdampak pada penurunan tingkat performansi proses produksi. Disamping itu, semakin lama waktu *waiting* yang terjadi akan menunjukkan bahwa tingkat avaibilitas produksi yang semakin rendah. Kedua hal tersebut, performansi dan avaibilitas, adalah komponen yang digunakan untuk menghitung nilai *Overall Equipment Efficiency* (OEE) sebagai indikator produktivitas. Oleh karena itu, adanya *waiting* tentu akan berdampak pada tingkat produktivitas produksi.

4.1.5.3 KPI Terkait Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities

Waste terkait *not utilizing employees* ditemukan saat kurang optimalnya operator saat melakukan proses penimbangan. Dampaknya yaitu terdapat *losses* gula yang terkalkulasi, sehingga adanya *waste* tersebut memiliki keterkaitan terhadap pencapaian KPI produktivitas.

- KPI Produktivitas

Losses gula yang terjadi akibat penggunaan timbangan yang masih manual sehingga tingkat akurasinya belum cukup tinggi dan perlu ketelitian yang cukup dari operator. Hal tersebut menyebabkan perbedaan antara jumlah produksi yang terkalkulasi dengan jumlah aktual. *Losses* gula tersebut akan berdampak

pada tingkat produktivitas produksi karena perhitungan produktivitas tentu akan melibatkan jumlah produksi. Dengan adanya *losses* gula, perhitungan tingkat produktivitas gula tentu masih belum cukup optimal.

4.1.5.4 KPI Terkait Waste Over inventory

Waste over inventory yang terjadi pada proses produksi yaitu ketersediaan bahan baku pembantu yang berlebihan sehingga harus menumpuk di akhir periode produksi. Dari KPI produksi yang ada, adanya *over inventory* tersebut memiliki keterkaitan terhadap pencapaian KPI biaya.

- KPI biaya

Adanya ketersediaan bahan baku pembantu yang berlebih tentu akan membuat pengeluaran biaya lebih besar dibanding yang sebenarnya dibutuhkan. dengan begitu, uang yang digunakan untuk biaya bahan baku tersebut tidak dapat berputar seluruhnya, dan harus menunggu sampai periode produksi selanjutnya. Oleh karena itu, KPI biaya digunakan untuk mengetahui bagaimana tingkat keoptimalan dari biaya bahan baku pembantu yang dikeluarkan. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan antara jumlah *inventory* dengan jumlah keseluruhan bahan baku pembantu. Semakin sedikit nilai *inventory* yang terjadi, maka biaya *inventory* yang muncul semakin kecil. Sehingga, prinsip dari KPI biaya yang digunakan yaitu *smaller is better*.

4.2 Measure

Proses *measure* yang akan dilakukan meliputi perhitungan pencapaian dari setiap KPI produksi yang teridentifikasi serta perhitungan *losses* yang muncul dari setiap *waste* terkait.

4.2.1 Perhitungan Pencapaian KPI Produksi

Berdasarkan identifikasi KPI yang telah dilakukan, terdapat tiga KPI produksi yang terkait dengan *waste* yang teridentifikasi. KPI tersebut yaitu produktivitas dan kualitas. Pada Subbab ini akan dilakukan perhitungan pencapaian dari masing-masing KPI tersebut.

4.2.1.1 Perhitungan Pencapaian KPI Produktivitas

Pencapaian dari KPI produktivitas dapat dilakukan dengan menghitung nilai *Overall Equipment Efficiency* (OEE). Semakin tinggi nilai OEE yang diperoleh, dapat menggambarkan tingkat produktivitas perusahaan yang semakin baik (*higher is better*). Perhitungan OEE dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$OEE = Availability\ rate \times Performance\ rate \times Quality\ Rate \quad (4.1)$$

Berdasarkan persamaan 4.1, perlu dicari terlebih dahulu nilai *availability rate*, *performance rate*, serta *quality rate*.

- *Availability*

$$Availability\ Rate = \frac{Operation\ Time - Downtime}{Operation\ Time} \quad (4.2)$$

$$* Operation\ time = 2913,8\ jam$$

$$* Downtime = 212,8\ jam$$

$$Availability\ Rate = \frac{2913,8\ jam - 212,8\ jam}{2913,8\ jam} = 0,927$$

- *Performance*

$$Performance\ Rate = \frac{Theoretical\ Cycle\ Time \times Actual\ Output}{Operation\ Time} \quad (4.3)$$

$$* Theoretical\ cycle\ time = 0,048\ jam/ton$$

$$* Actual\ output = 49752,8\ ton$$

$$* Operation\ time = 2913,8\ jam$$

$$Performance\ Rate = \frac{0,048\ jam/ton \times 49752,8\ ton}{2913,8\ jam} = 0,818$$

- *Quality*

$$Quality\ Rate = \frac{Actual\ Output - Defect}{Actual\ Output} \quad (4.4)$$

$$* Actual\ output = 49752,8\ ton$$

$$* Defect = 1592,09\ ton$$

$$Quality\ Rate = \frac{49752,8\ ton - 1592,09\ ton}{49752,8\ ton} = 0,968$$

Sehingga, nilai *Overall Equipment Efficiency* (OEE) yaitu:

$$\begin{aligned} OEE &= Availability\ rate \times Performance\ rate \times Quality\ Rate \\ &= 0,927 \times 0,818 \times 0,968 \\ &= 0,736 \end{aligned}$$

4.2.1.2 Perhitungan Pencapaian KPI Kualitas

Untuk menghitung pencapaian KPI kualitas, indikator yang digunakan yaitu *defect*. Sehingga, semakin kecil nilai *defect* yang muncul maka menggambarkan kualitas produk yang baik (*smaller is better*). Perhitungan dari nilai *defect* yaitu:

$$Defect = \frac{Total\ rejection}{Actual\ output} \quad (4.5)$$

$$* Total\ rejection = 1592,09\ ton$$

$$* Actual\ output = 49752,8\ ton$$

$$Defect = \frac{1592,09\ ton}{49752,8\ ton} = 0,032$$

4.2.1.3 Perhitungan Pencapaian KPI Biaya

Untuk menghitung pencapaian KPI biaya, indikator yang digunakan yaitu biaya *inventory*. Hal ini dikarenakan *waste* yang berkaitan dengan KPI biaya yaitu *waste over inventory*. Pada KPI biaya, semakin kecil nilai *inventory* yang muncul

maka menggambarkan kualitas produk yang baik (*smaller is better*). Perhitungan dari nilai *inventory* yaitu:

Tabel 4.18 Perhitungan KPI Biaya

Bahan baku pembantu	Pembelian (kg)	Penggunaan (kg)	Harga/kg	Total pembelian	Total penggunaan
Asam fosfat	101519,7	90116,7	Rp 12.100	Rp 1.228.388.370	Rp 1.090.412.070
Belerang	243801,1	214699,1	Rp 3.000	Rp 731.403.300	Rp 644.097.300
Flokulan	2133,4	1783,4	Rp 100.000	Rp 213.340.000	Rp 178.340.000
Kapur tohor	322489,5	284579,0	Rp 1.500	Rp 483.734.250	Rp 426.868.500
Total				Rp 2.656.865.920	Rp 2.339.717.870

$$\begin{aligned}
 \text{Inventory} &= \frac{\text{inventory available} - \text{production use}}{\text{inventory available}} && (4.6) \\
 &= \frac{\text{Rp } 2.656.865.920 - \text{Rp } 2.339.717.870}{\text{Rp } 2.656.865.920} \\
 &= 0,136
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, berikut adalah rekap dari perhitungan tersebut.

Tabel 4.19 Rekap Pencapaian tiap KPI Produksi

KPI	Prinsip	Nilai Pencapaian
Produktivitas	<i>Higher is better</i>	0,736
Kualitas	<i>Smaller is better</i>	0,032
Biaya	<i>Smaller is better</i>	0,136

4.2.2 Perhitungan *Losses* Akibat *Waste*

Pada Subbab ini akan dilakukan perhitungan kehilangan (*losses*) yang dapat terjadi akibat adanya *waste* yang sebelumnya telah diidentifikasi.

a. *Environmental, health, and safety* (EHS)

Waste EHS tidak ditemui pada proses produksi di PG Rejo Agung Baru. Selain itu, dalam penanganan *waste* tersebut PG Rejo Agung Baru sudah memiliki peraturan sendiri dan telah berjalan sesuai SOP sehingga tidak ditemukan *waste* jenis ini.

b. *Defect*

Defect berpengaruh terhadap jumlah produksi gula dimana gula *defect* harus dilakukan proses *rework* sehingga memakan waktu produksi. Kerugian yang muncul akibat *waste* ini yaitu berupa *losses opportunity* dari *profit* terhadap jumlah gula yang seharusnya dapat diproduksi. Sehingga dilakukan perhitungan dulu mengenai besar *profit* sebagai berikut.

Tabel 4.20 Perhitungan *profit* per Jam

Jumlah produksi (ton)	Jumlah produksi/hari (ton)	Jumlah produksi/jam (ton)	<i>profit</i> /kg	<i>Profit</i> /jam
60000	476,190	19,841	Rp 2.300	Rp 45.634.921

Berdasarkan pendekatan kapasitas proses produksi serta *brainstorming* terhadap pihak yang berkaitan langsung dengan proses *rework* diperoleh bahwa waktu *rework* untuk gula kasar sebesar 4,2 menit/ton dan gula halus sebesar 2,5 menit/ton. Gula kasar memiliki waktu *rework* lebih lama karena proses *rework* dilakukan pada stasiun putaran dan masakan, sedangkan gula halus hanya pada stasiun masakan. Dikarenakan kedua proses *rework* yang dilakukan tidak mulai dari proses awal, sehingga besar kehilangan (*losses*) per jam bukan sebesar nilai *profit*/jam seperti pada Tabel 4.20. Namun, hanya prosentase proses yang dilakukan terhadap keseluruhan proses. Sehingga *losses profit* untuk setiap jenis *defect* diperoleh dengan mengalikan hasil bagi waktu *rework* dan waktu total produksi dengan *profit*/jam. Berikut adalah perhitungan untuk *losses* dari setiap jenis *defect*.

Tabel 4.21 Perhitungan *Losses Profit* per Jam untuk Tiap Jenis *Defect*

Jenis <i>defect</i>	Proses <i>rework</i>	Waktu <i>rework</i> (menit/ton)	Waktu total produksi/ton	<i>Losses profit</i> /jam
Gula halus	masakan+putaran	4,32	15,43	Rp12.788.309,35
Gula kasar	putaran	2,61		Rp7.717.083,23

Dengan informasi tersebut, dapat dilakukan perhitungan *losses* dari *waste defect* secara keseluruhan dengan mengalikan total waktu *rework* dengan *losses* tiap jam seperti berikut.

Tabel 4.22 Perhitungan *Losses* akibat *Waste Defect*

Jenis <i>defect</i>	Jumlah <i>defect</i> (ton)	Waktu <i>rework</i> (menit/ton)	Total waktu <i>rework</i> (jam)	<i>Losses profit</i> /jam	Total <i>losses</i> tiap jenis <i>defect</i>
Gula halus	547,28	4,32	39,43	Rp 12.788.309	Rp 504.260.353
Gula kasar	1044,81	2,61	45,43	Rp 7.717.083	Rp 350.560.249
Total <i>losses</i>					Rp 854.820.602

Sesuai dengan perhitungan yang dilakukan pada Tabel 4.22, di peroleh bahwa besarnya *losses* yang muncul akibat adanya *waste* berupa produk *defect* yaitu Rp 854.820.602.

c. *Overproduction*

Overproduction terjadi ketika jumlah produksi yang semakin besar dari target. Apabila *overproduction* terjadi pada PG Rejo Agung Baru, hal ini tidak menimbulkan kerugian namun akan memberikan keuntungan yang lebih baik, sehingga *overproduction* tidak dapat dikatakan sebagai *waste*. Selain itu, pada proses produksi PG Rejo Agung Baru tidak ditemukan *waste* yang berkaitan dengan *overproduction*, dikarenakan jumlah produksi masih belum memenuhi target.

d. *Waiting*

Waiting pada PG Rejo Agung baru terjadi karena jam henti akibat adanya *breakdown* dan menunggu bahan baku. Adanya *waiting* tersebut turut mempengaruhi jumlah gula yang diproduksi. Hal ini dikarenakan proses produksi akan berhenti sehingga waktu aktif produksi akan mengalami penurunan. Hal tersebut membuat *losses* terhadap *profit* yang dapat diperoleh karena sejumlah waktu tersebut seharusnya dapat digunakan untuk produksi.

Untuk *waiting* akibat *breakdown* mesin, dikarenakan waktu proses untuk setiap stasiun berbeda-beda sehingga *losses profit* akan berbeda-beda setiap

stasiun. Oleh karena itu, dihitung terlebih dahulu nilai *profit* setiap stasiun dengan cara mengalikan hasil rasio lama proses stasiun terhadap waktu total produksi dengan *profit/jam*. Berikut merupakan perhitungan untu *profit/jam* di setiap stasiun.

Tabel 4.23 Perhitungan *Profit* per Stasiun

Stasiun	Lama proses (menit/ton)	Waktu total produksi (menit/ton)	<i>Profit</i> /jam	<i>Profit</i> per stasiun (/jam)
Gilingan	3,94	15,43	Rp 45.634.921	Rp 11.643.535
Pemurnian	3,45			Rp 10.215.420
Penguapan	3,71			Rp 10.987.657
Masakan	1,71			Rp 5.071.226
Puteran	2,61			Rp 7.717.083
Penyelesaian	3,00			Rp 8.874.646

Pada tahun 2015, *waiting* yang terjadi sepanjang periode giling akibat adanya *breakdown* mesin dapat dilihat pada Tabel 4.15. Dari Tabel 4.15 diperoleh lama *breakdown* untuk setiap stasiun yang akan digunakan untuk menghitung besar *losses profit* tiap stasiun seperti perhitungan berikut.

Tabel 4.24 Perhitungan *Losses Profit* Tiap Stasiun

Stasiun	lama <i>breakdown</i> (jam)	<i>Profit</i> per stasiun (/jam)	<i>Losses</i> profit per stasiun
Gilingan	88,4	Rp 11.643.535	Rp 1.029.288.509
Pemurnian	4,4	Rp 10.215.420	Rp 44.947.846
Penguapan	10	Rp 10.987.657	Rp 109.876.566
Masakan	6,3	Rp 5.071.226	Rp 31.948.725
Puteran	3,7	Rp 7.717.083	Rp 28.553.208
Penyelesaian	0	Rp 8.874.646	Rp 0
Total <i>losses</i> akibat <i>breakdown</i>			Rp 1.244.614.854

Sedangkan untuk *waiting* akibat keterlambatan bahan baku, total *waiting* yang terjadi sepanjang periode giling akibat keterlambatan bahan baku pada tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.16. Sesuai dengan hasil *brainstorming* ke pihak terkait di perusahaan, *losses* yang diakibatkan bahan baku diestimasikan sebesar 20% dari *profit*. Sehingga besar *losses waiting* akibat keterlambatan bahan baku yaitu :

$$\begin{aligned}
\text{Losses waiting bahan baku} &= \text{lama keterlambatan} \times (20\% \times \text{profit}) \quad (4.7) \\
&= 100,1 \text{ jam} \times (20\% \times \text{Rp } 45.634.921) \\
&= \text{Rp } 913.611.111
\end{aligned}$$

Dari perhitungan *losses* untuk kedua jenis *waiting* yang telah dilakukan, besar total *losses* akibat *waste waiting* yaitu:

$$\begin{aligned}
\text{Total Losses} &= \text{losses akibat breakdown} + \text{losses akibat bahan baku} \quad (4.8) \\
&= \text{Rp } 1.244.614.854 + \text{Rp } 913.611.111 \\
&= \text{Rp } 2.158.225.965
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan besarnya nilai *losses* yang muncul akibat adanya *waste* berupa *waiting* pada PG Rejo Agung Baru yaitu sebesar Rp 2.158.225.965

e. *Not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*

Waste jenis ini ditemui pada proses penimbangan gula, dimana yang secara manual sehingga membuat akurasi berat aktual satu sak gula tidak selalu tepat 50 k g. Hal ini dapat mengakibatkan *losses* produk karena dalam proses kalkulasinya berat semua sak dianggap sama. Dengan begitu, *not utilizing employees knowledge, skill, and abilities* berupa ketidaktelitian operator dapat berdampak pada jumlah gula yang diproduksi.

Berdasarkan *brainstorming* kepada pihak perusahaan, terdapat sekitar 0,2% gula yang *losses* dari total gula yang ada akibat proses penimbangan tersebut. Namun, diperkirakan *losses* yang terjadi dapat lebih besar dari 0,2%. Sesuai dengan informasi tersebut. besarnya perkiraan *losses* gula yang terjadi akibat adanya *waste* tersebut yaitu:

$$\begin{aligned}
\text{Losses gula} &= \% \text{ Losses gula} \times \text{Total produksi} \quad (4.9) \\
&= 0,2\% \times 49.742,8 \text{ ton} \\
&= 99,49 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Total kerugian (*losses*) akibat *not utilizing employees knowledge, skill, and abilities* dapat diperoleh dengan mengalikan besarnya *losses* gula dengan *profit* gula seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Total losses} &= \text{Losses gula} \times \text{profit gula} && (4.10) \\
 &= (99,49 \text{ ton} \times \frac{1000 \text{ kg}}{\text{ton}}) \times \text{Rp } 2.300/\text{kg} \\
 &= \text{Rp } 228.816.880
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, besar nilai *losses* yang muncul akibat adanya *waste* berupa *not utilizing employees knowledge, skill, and abilities* ini yaitu sebesar Rp 228.816.880.

f. *Transportation*

Waste transportation tidak ditemukan pada proses produksi PG Rejo Agung Baru. Aktivitas transportasi atau *material handling* yang terjadi pada proses produksi PG Rejo Agung Baru telah berjalan sesuai dengan prosedur yang ada.

g. *Over inventory*

Waste over inventory yang ditemukan di PG Rejo Agung Baru yaitu terdapat sisa bahan baku pembantu yang disimpan di gudang material untuk digunakan pada masa giling selanjutnya akibat ketersediaan bahan baku yang berlebih dari kebutuhan yang sebenarnya. Pada periode giling tahun 2015, besar *inventory* dari bahan baku pembantu di akhir produksi yaitu :

Tabel 4.25 Rekap Jumlah *Inventory* Bahan Baku Pembantu

No	Bahan baku pembantu	Jumlah <i>inventory</i> (kg)
1	Asam phospat	11403,0
2	Belerang	29102,0
3	Flokulan	350,0
4	Kapur tohor	37910,5

Berdasarkan Tabel 4.22, dapat dilakukan perhitungan mengenai besarnya *losses* yang muncul akibat *inventory* bahan baku pembantu dengan cara mengalikan jumlah *inventory* dengan harga per kg untuk setiap bahan baku pembantu seperti berikut:

Tabel 4.26 Perhitungan *Losses* akibat *Waste Over inventory*

No	Bahan baku pembantu	Jumlah <i>inventory</i> (kg)	Harga/kg	Losses tiap jenis <i>inventory</i>
1	Asam phospat	11403,0	Rp 12.100	Rp 137.976.300
2	Belerang	29102,0	Rp 3.000	Rp 87.306.000
3	Flokulan	350,0	Rp 100.000	Rp 35.000.000
4	Kapur tohor	37910,5	Rp 1.500	Rp 56.865.750
Total <i>losses inventory</i>				Rp 317.148.050

Sesuai dengan hasil dari Tabel 4.26, diperoleh bahwa besarnya *losses* yang ditimbulkan akibat adanya *waste* berupa *inventory* sisa bahan baku pembantu yaitu sebesar Rp 317.148.050.

h. *Motion*

Tidak ditemukan *waste motion* pada proses produksi di PG Rejo Agung Baru. Hal ini dikarenakan pekerjaan pada proses produksi atau aktivitas pekerja sudah diatur dan berjalan sesuai dengan SOP yang sudah ada.

i. *Excessive processing*

Waste excessive processing terjadi ketika terdapat proses yang berlebih atau proses yang seharusnya tidak dilakukan. Tidak ditemukan *waste* jenis ini pada proses produksi di PG Rejo Agung Baru.

Berdasarkan perhitungan *losses* untuk masing-masing *waste* yang teridentifikasi, berikut adalah rekapan dari perhitungan tersebut.

Tabel 4.27 Rekap *losses* tiap *Waste*

No	<i>Waste</i>	<i>Losses</i>	% <i>losses</i>
1	<i>Waiting</i>	Rp 2.158.225.965	60,64%
2	<i>Defect</i>	Rp 854.820.602	24,02%
3	<i>Over inventory</i>	Rp 317.148.050	8,91%
4	<i>Not utilizing employees knowledge, skill, and abilities</i>	Rp 228.816.880	6,43%
5	<i>Overproduction</i>	Rp 0	0,00%
6	<i>Motion</i>	Rp 0	0,00%
7	<i>Excessive processing</i>	Rp 0	0,00%
8	<i>Environmental, health, and safety</i>	Rp 0	0,00%
9	<i>Transportation</i>	Rp 0	0,00%

Sesuai dengan Tabel 4.27, didapatkan bahwa terdapat 4 *waste* yang dapat ditemukan pada proses produksi PG Rejo Agung Baru. Dari keseluruhan *waste*, *waste* yang memiliki *losses* terbesar yaitu *waiting* dengan prosentase 69,41% dari keseluruhan nilai *losses*.

BAB 5

ANALISA DAN REKOMENDASI PERBAIKAN

Pada Bab 5 ini membahas mengenai tahap analisa dan perbaikan yang dilakukan selama penelitian. Adapun tahap ini terdiri dari proses *analyze* dan proses *improve*.

5.1 Analyze

Proses *analyze* yang akan dilakukan meliputi mencari akar permasalahan yang menyebabkan *waste kritis* melalui *root cause analysis* (RCA) dan mencari penyebab paling kritis terjadinya *waste kritis* melalui *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

5.1.1 Root Cause Analysis (RCA)

Pada subbab ini akan dilakukan analisa mengenai akar penyebab dari setiap *waste*, yang sebelumnya telah diidentifikasi, menggunakan *root cause analysis* (RCA) dengan *tools* yang digunakan yaitu *5 why's tool*. Dalam menyusun tabel *5 why's* untuk tiap *waste*, dilakukan pengamatan langsung di lantai produksi PG Rejo Agung Baru serta *brainstorming* dengan operator produksi. Berikut adalah *root cause analysis* dari masing-masing *waste*.

5.1.1.1 Root Cause Analysis untuk Waste Defect

Pada subbab ini akan dicari akar penyebab permasalahan adanya *waste defect*. *Waste defect* ini terdiri dari dua *sub-waste* yaitu *defect gula kasar* dan *defect gula halus*. Dengan menggunakan *5 why's tool*, berikut adalah analisa akar penyebab dari terjadinya *waste* berupa *defect*.

Tabel 5.1 *Root Cause Analysis* untuk *Waste Defect*

<i>Waste</i>	<i>Sub-waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect</i>	Adanya cacat berupa gula kasar	Puteran tidak mampu mengeringkan gula secara optimal	Kurang tepatnya settingan pengeringan pada mesin puteran	Operator tidak menjalankan SOP dengan baik		
		Kurangnya kedisiplinan operator dalam pengolahan	Kurangnya pengawasan terhadap operator			
		Menurunnya kualitas nira	Adanya <i>breakdown</i> mesin yang lama			
			Kualitas tebu yang masuk kurang bagus	Terdapat <i>defect</i> pada tebu yang lolos (tidak terlihat) saat inspeksi awal	Kurang ketatnya inspeksi awal terhadap tebu yang masuk	
	Adanya cacat berupa gula halus	Proses pada stasiun puteran tidak optimal	Kadar air yang diberikan terlalu banyak	Operator hanya mengira-ngira takaran air yang diberikan		
		Proses masakan terlalu lama	Tekanan <i>vacuum</i> terlalu rendah	Kesalahan <i>setting</i> mesin dari operator masakan		

Tabel 5.1 *Root Cause Analysis* untuk *Waste Defect* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Sub-waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
		Menurunnya kualitas nira	Adanya <i>breakdown</i> mesin yang lama			
			Kualitas tebu yang masuk kurang bagus	Terdapat <i>defect</i> pada tebu yang lolos (tidak terlihat) saat inspeksi awal	Kurang ketatnya inspeksi awal terhadap tebu yang masuk	
		Operator kurang maksimal dalam bekerja	Kurangnya pengawasan terhadap operator			

Berdasarkan *root cause analysis* seperti Tabel 5.1, dapat diperoleh bahwa sebagian besar akar penyebab dari terjadinya *waste* berupa *defect* yaitu kurangnya pengawasan terhadap operator, *breakdown* mesin lama, operator yang tidak serius, serta kurang ketatnya inspeksi awal.

5.1.1.2 *Root Cause Analysis* untuk *Waste Waiting*

Pada subbab ini akan dicari akar penyebab permasalahan adanya *waste waiting*. *Waste defect* ini terdiri dari dua *sub-waste* yaitu *defect* gula kasar dan *defect* gula halus. Dengan menggunakan *5 why's tool*, berikut adalah analisa akar penyebab dari terjadinya *waste* berupa *defect*.

Tabel 5.2 *Root Cause Analysis* untuk *Waste Waiting*

<i>Waste</i>	<i>Sub-waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Waiting</i>	<i>Breakdown stasiun gilingan</i>	Penggilingan tebu tidak optimal	Nira pada gilingan tidak dapat mengalir lancar	<i>Baggase elevator</i> tersumbat	Terdapat ampas yang menumpuk atau menghalangi keluaran nira	Kurangnya inspeksi dari operator terhadap sisa ampas di <i>baggase elevator</i>
			<i>Feeding roll</i> macet	Terdapat kotoran atau ampas yang menempel pada <i>cutter</i>	Kurangnya inspeksi dari operator terhadap ampas pada <i>cutter</i>	
		<i>Cane cutter</i> berhenti beroperasi	Mata pisau pecah atau patah	<i>Setting</i> pisau terlalu rapat dengan rotor	Operator belum terampil melakukan <i>setting</i> pisau potong	
			Sering dilakukan <i>cane knife</i> diganti di tengah-tengah produksi	<i>Cane knife</i> tumpul atau cepat mengalami keausan dan korosi		
			<i>Disc</i> pecah	Terdapat benda asing (kerikil) yang masuk pada <i>disc</i>	Kurangnya inspeksi dari operator gilingan	

Tabel 5.2 *Root Cause Analysis* untuk *waste waiting* (lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Sub-waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
	<i>Breakdown</i> stasiun pemurnian	Pemanasan tidak berjalan dengan optimal	Terdapat penumpukan kerak -kerak nira	Pembersihan kerak nira tidak dilakukan secara rutin		
		Kebocoran tangki penampung nira	Terdapat ampas kasar sisa gilingan yang ikut tersaring			
	<i>Breakdown</i> stasiun penguapan	Proses penguapan tidak optimal	Terdapat uap air dalam <i>evaporator</i>	Operator tidak melakukan pembersihan <i>evaporator</i> secara baik		
		Proses penguapan terhambat	Kekurangan bahan bakar ampas	Kurangnya kontrol dari operator terhadap ketersediaan ampas di stasiun penguapan		
			Proses <i>switching</i> antar <i>evaporator</i> cukup lama	Operator tidak menjalankan SOP dengan baik		
	<i>Brekadown</i> stasiun masakan	Proses pembentukan kristal tidak optimal	Terdapat kotoran pada pan masakan	Krengsengan tidak dilakukan sampai pan benar-benar bersih	Operator kurang serius dalam melakukan pembersihan pan	

Tabel 5.2 *Root Cause Analysis* untuk *Waste Waiting* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Sub-waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>	
		Terjadi kebocoran pada <i>vacuum</i>	Kurangnya perawatan mesin masakan				
	Permasalahan pada stasiun ketel	<i>Boiler</i> pada stasiun ketel mengalami kebocoran	Terdapat benda asing yang masuk ke dalam boiler	Kurangnya inspeksi dari operator ketel			
		<i>Heater</i> mengalami <i>overheat</i>	Pengisian bahan bakar tidak dilakukan dengan benar	Kurangnya pengawasan terhadap operator saat pengisian bahan bakar			
		Proses produksi uap tidak optimal	Terjadi kerusakan pada <i>heater boiler</i>	Penggunaan <i>heater</i> melebihi kapasitas sebenarnya	Kurangnya inspeksi dari operator ketel		
			Terjadi kebocoran pada <i>pump injection</i>	Terdapat ampas tebu yang menumpuk pada badan <i>pump injection</i>	Kurangnya inspeksi operator ketel terhadap penumpukan ampas		
	Tidak ada bahan baku	Keterlambatan kedatangan tebu	Kesalahan perencanaan jadwal tebang oleh bagian tanaman	Kesalahan perhitungan kapasitas operasional mesin	Semakin menurunnya kapasitas operasional mesin	Kurangnya perawatan mesin produksi	

Berdasarkan *root cause analysis* yang dilakukan seperti Tabel 5.2, dapat diperoleh beberapa akar penyebab dari terjadinya *waste* dimana terdapat sebagian permasalahan yang memiliki kesamaan akar penyebab. Rata-rata *root cause* yang ditemui pada permasalahan *waiting* meliputi kurangnya inspeksi dari operator, kurangnya *controlling* dan pelatihan untuk operator, serta kurangnya perawatan mesin yang dilakukan. Kondisi mesin yang sudah cukup tua diakibatkan oleh status kepemilikan pabrik yang dimiliki oleh pemerintah sehingga terjadi permasalahan kepada birokrasi dan pengaturan anggaran yang rumit untuk melakukan rekondisi ataupun pergantian mesin. Sehingga proses perawatan dan pemeliharaan mesin sebisa mungkin dapat dilakukan dengan optimal.

5.1.1.3 Root Cause Analysis untuk Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities

Dengan menggunakan *5 why's* dalam *root cause analysis* (RCA), berikut adalah analisa akar penyebab dari terjadinya *waste* berupa *not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*.

Tabel 5.3 *Root Cause Analysis* untuk *Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities*

<i>Waste</i>	<i>Sub-waste</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Not utilizing employees knowledge, skill, and abilities</i>	Kesalahan dalam <i>maintenance</i>	Operator kurang tepat atau kurang teliti dalam melakukan <i>maintenance</i>	Kurangnya pemahaman operator terhadap <i>maintenance</i>	Masih kurangnya pelatihan terkait <i>maintenance</i> terhadap operator		
	Kesalahan dalam penimbangan	Hasil penimbangan tidak sesuai	Operator kurang teliti dalam penimbangan	Operator terburu-buru dalam menimbang	Tidak ada instruksi kerja yang jelas pada proses penimbangan	
				Timbangan yang digunakan berupa timbangan manual		

Berdasarkan *root cause analysis* yang dilakukan seperti Tabel 5.3, untuk *sub-waste* berupa kesalahan *maintenance* akar penyebabnya yaitu masih kurangnya pelatihan bagi operator terkait permasalahan *maintenance*. Sedangkan untuk *sub-waste* berupa kesalahan opator saat penimbangan diakibatkan oleh tidak adanya instruksi kerja yang jelas pada proses penimbangan, serta timbangan yang digunakan masih manual.

5.1.1.4 Root Cause Analysis untuk Waste Over inventory

Dengan menggunakan 5 why's dalam *root cause analysis* (RCA), berikut adalah analisa akar penyebab dari terjadinya *waste* berupa *over inventory*.

Tabel 5.4 *Root Cause Analysis* untuk *Waste Over inventory*

Waste	Sub-waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Inventories	Terdapat inventory bahan pembantu di akhir periode giling	Penggunaan bahan baku pembantu kurang dari yang direncanakan Jumlah bahan baku pembantu melebihi yang dibutuhkan	Jumlah bahan baku yang dicampurkan tidak sesuai dengan ukuran yang ada	Operator mengira-ngira takaran bahan baku	Kurangnya pengawasan terhadap operator	
			Kesalahan perencanaan bahan baku pembantu	Kurangnya pemahaman dan pelatihan bagi pekerja		
	Terdapat inventory tebu	Adanya penumpukan antrian tebu untuk digiling	Terjadi downtime pada proses produksi	Terdapat mesin yang mengalami kerusakan		

Berdasarkan *root cause analysis* yang dilakukan seperti Tabel 5.3, penyebab utama adanya *inventory* bahan baku pembantu yaitu diakibatkan oleh kurangnya pengawasan terhadap operator saat melakukan pengolahan serta adanya mesin pada proses produksi yang mengalami kerusakan atau *breakdown*.

5.1.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah diperoleh *root cause* setiap *waste*, langkah selanjutnya yaitu memilih penyebab permasalahan paling kritis berdasarkan kriteria *Severity*, *Occurence* dan *Detection*. Untuk setiap *waste*, dilakukan penyusunan *rating* penilaian untuk masing-masing kriteria. Penilaian nilai setiap kriteria dilakukan dengan cara *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Berikut merupakan *failure mode and effect analysis* untuk setiap *waste*.

5.1.2.1 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Waste Defect

Sebelum melakukan penilaian terhadap *waste defect*, ditentukan terlebih dahulu *rating* dari *severity*, *occurence* dan *detection* untuk *waste defect*. Penentuan *rating* ini menyesuaikan dengan kondisi eksisting perusahaan. Untuk kasus *waste defect* maka *rating* yang digunakan juga berkaitan dengan besar *defect* yang terjadi. Sehingga untuk *severity*, *rating* yang digunakan mengenai prosentase proses yang dilakukan akibat *rework* untuk mengetahui tingkat keparahan *defect*. Untuk *occurence*, *rating* yang digunakan yaitu banyaknya jumlah *defect* yang terjadi selama masa produksi untuk mengetahui tingkat keseringan *defect*. Sedangkan *detection*, *rating* yang digunakan mengenai tingkat deteksi kegagalan secara general seperti pada Tabel 2.3 namun dijelaskan dengan lebih terperinci. Berikut merupakan *rating* dari *severity*, *occurence* dan *detection* untuk *waste defect*.

Tabel 5.5 Rating Severity untuk Waste Defect

Severity	Deskripsi	Rating
Tidak ada	Tidak ada produk yang di- <i>rework</i>	1
Sangat minor	Produk harus di- <i>rework</i> 1-10% proses	2
Minor	Produk harus di- <i>rework</i> 11-20% proses	3
Sangat rendah	Produk harus di- <i>rework</i> 21-30% proses	4
Rendah	Produk harus di- <i>rework</i> 31-40% proses	5
Sedang	Produk harus di- <i>rework</i> 41-50% proses	6
Tinggi	Produk harus di- <i>rework</i> 51-70% proses	7
Sangat tinggi	Produk harus di- <i>rework</i> 71-90% proses	8
Berbahaya	Produk harus di- <i>rework</i> >90% proses	9
Sangat berbahaya	Produk langsung di- <i>reject</i>	10

Tabel 5.6 *Rating Occurence* untuk *Waste Defect*

<i>Occurence</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Tidak pernah	Tidak terdapat produk <i>defect</i>	1
Jarang	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar < 0,1%	2
	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar 0,1% - 0,5%	3
Kadang-kadang	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar 0,5% - 1%	4
	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar 1% - 1,5%	5
Cukup sering	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar 1,5% - 2%	6
	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar 2% - 3%	7
Sering	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar 3% - 5%	8
	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar 5% - 8%	9
Sangat sering	Terdapat produk <i>defect</i> sebesar >8%	10

Tabel 5.7 *Rating Detection* untuk *Waste Defect*

<i>Detection</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Pasti	Kegagalan langsung dapat terdeteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Kegagalan dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	3
	Kegagalan diketahui setelah terjadinya kegagalan	
Cukup mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	4
	Kegagalan diketahui saat proses selesai	
Sedang	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	5
	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	
Cukup sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu khusus	6
	Kegagalan terdeteksi dengan membutuhkan metode khusus	
Sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	7
	Pemborosan sulit terdeteksi	
Sangat sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Tidak terdeteksi terjadi kegagalan	10
	Hasil deteksi tidak akurat	

Berdasarkan *rating* dari *severity*, *occurence* dan *detection*, berikut adalah hasil penilaian FMEA untuk *waste defect*.

Tabel 5.8 FMEA untuk *Waste Defect*

<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended action</i>	<i>Action taken</i>
Adanya cacat berupa gula halus	Terjadi rework gula halus ke stasiun masakan	4	Operator hanya mengira-ngira takaran air yang diberikan	5	Pengawasan lapangan	4	80	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan controlling kinerja operator di lapangan
		4	Kesalahan setting mesin dari operator masakan	4	Pengawasan lapangan	4	64	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Memberikan training bagi operator terkait hal sistem produksi pabrik
		4	Adanya breakdown mesin yang lama	6	Preventive maintenance	4	96	Evaluasi maintenance yang sudah ada	Melakukan pencatatan aktivitas maintenance secara teratur untuk mempermudah penjadwalan maintenance
		4	Kurang ketatnya inspeksi awal terhadap tebu yang masuk	6	Inspeksi visual	5	120	Melakukan inspeksi secara ketat dan menyeluruh terhadap tebu yang masuk	Menambah operator inspeksi agar dapat melakukan inspeksi kembali dan sortir tebu secara menyeluruh
		4	Kurangnya pengawasan terhadap operator	4	Pengawasan lapangan	4	64	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan controlling kinerja operator di lapangan

Tabel 5.8 FMEA untuk *Waste Defect* (Lanjutan)

<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended action</i>	<i>Action taken</i>
Adanya cacat berupa gula kasar	Terjadi rework gula kasar ke stasiun puteran	5	Operator tidak menjalankan SOP dengan baik	4	Pengawasan lapangan	4	80	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan controlling kinerja operator di lapangan
		5	Kurangnya pengawasan terhadap operator	4	Pengawasan lapangan	4	80	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan controlling kinerja operator di lapangan
		5	Adanya breakdown mesin yang lama	6	Preventive maintenance	4	120	Evaluasi penjadwalan preventive maintenance yang sudah ada	Melakukan pencatatan aktivitas maintenance secara teratur untuk mempermudah penjadwalan maintenance
		5	Kurang ketatnya inspeksi awal terhadap tebu yang masuk	6	Inspeksi visual	5	150	Melakukan inspeksi secara ketat dan menyeluruh terhadap tebu yang masuk	Menambah operator inspeksi agar dapat melakukan inspeksi kembali dan sortir tebu secara menyeluruh

Berdasarkan Tabel 5.8, diperoleh beberapa *rootcause* kritis yaitu yang memiliki nilai RPN tinggi. *Rootcause* kritis tersebut meliputi lamanya breakdown mesin yang terjadi serta kurang ketatnya inspeksi awal. Beberapa *action taken* yang direkomendasikan untuk menyelesaikan permasalahan *defect* tersebut seperti membuat pencatatan aktivitas maintenance secara teratur serta menambah operator inspeksi tebu.

5.1.2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Waste waiting

Sebelum melakukan penilaian terhadap *waste waiting*, ditentukan terlebih dahulu *rating* dari *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk *waste waiting*. Penentuan *rating* ini menyesuaikan dengan kondisi eksisting perusahaan. Untuk kasus *waste waiting* maka *rating* yang digunakan juga berkaitan dengan besar *waiting* yang terjadi. Sehingga untuk *severity*, *rating* yang digunakan mengenai pengaruh *waiting* terhadap keberlangsungan proses produksi dan terhadap produk yang harus di-*rework* untuk mengetahui tingkat keparahan *waiting*. Untuk *occurrence*, *rating* yang digunakan yaitu frekuensi terjadinya *waiting* selama masa produksi untuk mengetahui tingkat keseringan *waiting*. Sedangkan *detection*, *rating* yang digunakan mengenai tingkat deteksi kegagalan secara general seperti pada Tabel 2.3 namun dijelaskan dengan lebih terperinci. Berikut merupakan *rating* dari *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk *waste waiting*.

Tabel 5.9 Rating Severity untuk Waste Waiting

Severity	Deskripsi	Rating
Tidak ada	Proses produksi tidak berhenti	1
	Tidak terdapat produk yang harus dirework	
Sangat minor	Proses produksi berhenti selama < 10 menit	2
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar < 0,1%	
Minor	Proses produksi berhenti selama 10 menit - 15 menit	3
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar 0,1% - 0,5%	
Sangat rendah	Proses produksi berhenti selama 15 menit - 30 menit	4
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar 0,5% - 1%	
Rendah	Proses produksi berhenti selama 30 menit - 1 jam	5
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar 1% - 1,5%	
Sedang	Proses produksi berhenti selama 1 jam - 3 jam	6
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar 1,5% - 2,5%	
Tinggi	Proses produksi berhenti selama 3 jam - 5 jam	7
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar 2,5% - 5%	
Sangat tinggi	Proses produksi berhenti selama 5 jam - 8 jam	8
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar 5% - 8%	
Berbahaya	Proses produksi berhenti selama 8 jam - 24 jam	9
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar 8% - 10%	
Sangat berbahaya	Proses produksi berhenti selama > 24 jam	10
	Terdapat produk yang harus dirework sebesar > 10%	

Tabel 5.10 *Rating Occurence* untuk *Waste Waiting*

<i>Occurence</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Tidak pernah	Tidak pernah terjadi kesalahan	1
Jarang	Frekuensi kesalahan 1 kali per periode giling	2
	Frekuensi kesalahan 2 kali - 3 kali per periode giling	3
Kadang-kadang	Frekuensi kesalahan 1 kali per bulan	4
	Frekuensi kesalahan 2 kali -3 kali per bulan	5
Cukup sering	Frekuensi kesalahan 1 kali per minggu	6
	Frekuensi kesalahan 2 kali - 4 kali per minggu	7
Sering	Frekuensi kesalahan 1 kali per hari	8
	Frekuensi kesalahan 2 kali - 5 kali per hari	9
Sangat sering	Kesalahan terjadi setiap saat	10

Tabel 5.11 *Rating Detection* untuk *Waste Waiting*

<i>Detection</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Pasti	Kegagalan langsung dapat terdeteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Kegagalan dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	3
	Kegagalan diketahui setelah terjadinya kegagalan	
Cukup mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	4
	Kegagalan diketahui saat proses selesai	
Sedang	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	5
	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	
Cukup sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu khusus	6
	Kegagalan terdeteksi dengan membutuhkan metode khusus	
Sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	7
	Pemborosan sulit terdeteksi	
Sangat sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Tidak terdeteksi terjadi kegagalan	10
	Hasil deteksi tidak akurat	

Berdasarkan *rating* dari *severity*, *occurence* dan *detection*, berikut adalah hasil penilaian FMEA untuk *waste waiting*.

Tabel 5.12 FMEA untuk *Waste Waiting*

<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended action</i>	<i>Action taken</i>
<i>Breakdown stasiun gilingan</i>	Waktu produksi menjadi lebih lama akibat pembersihan ampas	5	Kurangnya inspeksi dari operator terhadap sisa ampas di <i>baggage elevator</i>	5	Pengawasan lapangan	5	125	Melakukan inspeksi yang lebih ketat	Membuat perencanaan periode pembersihan sisa ampas gilingan oleh operator secara terjadwal
	Waktu produksi menjadi lebih lama akibat penggantian atau perbaikan komponen	6	Operator belum terampil melakukan setting pisau potong	3	Pengawasan lapangan	5	90	Memberikan training bagi operator	Melakukan training untuk operator mengenai penanganan terhadap permasalahan produksi atau cara <i>maintenance</i>
		6	<i>Cane knife</i> tumpul atau cepat mengalami keausan dan korosi	4	Inspeksi operator	4	96	Evaluasi terhadap <i>maintenance</i> yang dilakukan	Menggunakan kawat las <i>hardfacing</i> saat <i>maintenance</i> untuk mencegah terjadinya aus dan korosi
		6	Kurangnya inspeksi dari operator gilingan	5	Pengawasan lapangan	6	180	Melakukan inspeksi yang lebih ketat	Membuat checklist untuk pengecekan peralatan yang ada di stasiun gilingan secara berkala dan teratur oleh operator
<i>Breakdown stasiun pemurnian</i>	Waktu produksi di menjadi lebih lama akibat pembersihan	5	Pembersihan kerak nira tidak dilakukan secara rutin	4	Pengawasan lapangan	5	100	Melakukan inspeksi yang lebih ketat	Membuat perencanaan periode pembersihan kerak nira oleh operator secara terjadwal
	Waktu produksi lebih lama akibat penggantian komponen	4	Terdapat ampas kasar sisa gilingan yang ikut tersaring	5	Inspeksi operator	4	80	Melakukan inspeksi yang lebih ketat	Mengganti saringan nira dengan saringan yang memiliki <i>grid</i> yang lebih rapat

Tabel 5.12 FMEA untuk *Waste Waiting* (Lanjutan)

<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended action</i>	<i>Action taken</i>
<i>Breakdown stasiun penguapan</i>	Terdapat produk yang harus di- <i>rework</i>	5	Operator tidak melakukan pembersihan evaporator secara baik	3	Pengawasan lapangan	5	75	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan periode pembersihan <i>evaporator</i> oleh operator secara terjadwal
	Proses penguapan menjadi terhenti	4	Kurangnya kontrol dari operator terhadap ketersediaan ampas di stasiun penguapan	5	Inspeksi operator	5	100	Melakukan inspeksi yang lebih ketat	Membuat <i>checklist</i> pengecekan peralatan di stasiun penguapan secara berkala dan teratur oleh operator
	Waktu produksi menjadi lebih lama	5	Operator tidak menjalankan SOP dengan baik	4	Pengawasan lapangan	3	60	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan <i>controlling</i> kinerja operator penguapan di lapangan
<i>Brekadown stasiun masakan</i>	Terdapat produk yang harus di- <i>rework</i>	5	Operator kurang serius dalam melakukan pembersihan pan	3	Pengawasan lapangan	5	75	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan pembersihan pan masakan oleh operator secara terjadwal
	Waktu produksi menjadi lebih lama akibat penggantian atau perbaikan komponen	5	Kurangnya perawatan mesin masakan	5	<i>Preventive maintenance</i>	5	125	Evaluasi terhadap <i>maintenance</i> yang dilakukan	Membuat <i>checklist</i> untuk pengecekan peralatan yang ada di stasiun masakan secara berkala dan teratur oleh operator

Tabel 5.12 FMEA untuk *Waste Waiting* (Lanjutan)

<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended action</i>	<i>Action taken</i>
Permasalahan pada stasiun ketel	Waktu produksi menjadi lebih lama akibat penggantian atau perbaikan komponen	5	Kurangnya inspeksi dari operator ketel	4	Pengawasan lapangan	4	80	Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan inspeksi untuk stasiun ketel secara terjadwal dan rinci
		5	Kurangnya pengawasan terhadap operator saat pengisian bahan bakar	4	Pengawasan lapangan	4	80	Memberikan training bagi operator	Memberikan training bagi operator terkait sistem produksi pabrik dan melakukan pengawasan langsung saat operator melakukan pengisian bahan baku
		5	Kurangnya inspeksi dari operator ketel terhadap penumpukan ampas	5	Pengawasan lapangan	4	100	Melakukan inspeksi yang lebih ketat	Membuat perencanaan periode pembersihan ampas pada ketel oleh operator secara terjadwal
Tidak ada bahan baku	Waktu produksi menjadi lebih lama	6	Kurangnya perawatan mesin produksi	5	<i>Maintenance</i> oleh operator	6	180	Evaluasi terhadap <i>maintenance</i> yang dilakukan	Melakukan pencatatan aktivitas <i>maintenance</i> secara teratur untuk mempermudah penjadwalan <i>maintenance</i>

Berdasarkan Tabel 5.12, diperoleh beberapa *rootcause* kritis yaitu yang memiliki nilai RPN tinggi. *Rootcause* kritis tersebut meliputi kurangnya inspeksi dan kontrol dari operator terhadap mesin produksi serta kurangnya perawatan mesin yang dilakukan. Beberapa *action taken* yang direkomendasikan untuk menyelesaikan permasalahan *waiting* tersebut seperti membuat perencanaan periode pembersihan dan membuat *checklist* inspeksi dan pemeliharaan mesin, memberikan pelatihan *maintenance* kepada operator, serta melakukan *controlling* yang lebih ketat terhadap operator.

5.1.2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities

Sebelum melakukan penilaian terhadap *waste not utilizing employees*, ditentukan terlebih dahulu *rating* dari *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk *waste* ini. Penentuan *rating* ini menyesuaikan dengan kondisi eksisting perusahaan. Sehingga untuk *severity*, *rating* yang digunakan mengenai lamanya *maintenance* yang terjadi dan juga besar perbedaan (*losses*) gula yang terjadi untuk mengetahui tingkat keparahan *waste not utilizing employees*. Untuk *occurrence*, *rating* yang digunakan yaitu yaitu frekuensi terjadinya kesalahan akibat *not utilizing employees* selama masa produksi untuk mengetahui tingkat keseringan *waste* terkait. Sedangkan *detection*, *rating* yang digunakan mengenai tingkat deteksi kegagalan secara general seperti pada Tabel 2.3 namun dijelaskan dengan lebih terperinci. Berikut merupakan *rating* dari *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk *waste not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*.

Tabel 5.13 Rating Severity untuk Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities

Severity	Deskripsi	Rating
Tidak ada	Tidak ada kegiatan <i>maintenance</i>	1
	Tidak terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting	
Sangat minor	Terjadi <i>maintenance</i> selama < 10 menit	2
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar <0,01%	
Minor	Terjadi <i>maintenance</i> selama 10 menit - 15 menit	3
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar 0,01% - 0,05%	
Sangat rendah	Terjadi <i>maintenance</i> selama 15 menit - 30 menit	4
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar 0,05 - 0,1%	
Rendah	Terjadi <i>maintenance</i> selama 30 menit - 1 jam	5
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar 0,1% - 0,2%	
Sedang	Terjadi <i>maintenance</i> selama 1 jam - 3 jam	6
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar 0,2% - 0,5%	

Tabel 5.13 *Rating Severity* untuk *Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities* (Lanjutan)

<i>Severity</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Tinggi	Terjadi <i>maintenance</i> selama 3 jam - 5 jam	7
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar 0,5% - 1%	
Sangat tinggi	Terjadi <i>maintenance</i> selama 5 jam - 8 jam	8
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar 1% - 3%	
Berbahaya	Terjadi <i>maintenance</i> selama 8 jam - 24 jam	9
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar 3% - 5%	
Sangat berbahaya	Terjadi <i>maintenance</i> selama > 24 jam	10
	Terdapat perbedaan kalkulasi jumlah gula dengan jumlah eksisting sebesar > 5%	

Tabel 5.14 *Rating Occurence* untuk *Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities*

<i>Occurence</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Tidak pernah	Tidak pernah terjadi kesalahan	1
Jarang	Frekuensi kesalahan <5%	2
	Frekuensi kesalahan 5%-10%	3
Kadang-kadang	Frekuensi kesalahan 10%-20%	4
	Frekuensi kesalahan 20%-30%	5
Cukup sering	Frekuensi kesalahan 30%-50%	6
	Frekuensi kesalahan 50%-70%	7
Sering	Frekuensi kesalahan 70%-90%	8
	Frekuensi kesalahan >90%	9
Sangat sering	Kesalahan terjadi setiap saat	10

Tabel 5.15 *Rating Detection* untuk *Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities*

<i>Detection</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Pasti	Kegagalan langsung dapat terdeteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Kegagalan dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	3
	Kegagalan diketahui setelah terjadinya kegagalan	

Tabel 5.15 *Rating Detection* untuk *Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities* (Lanjutan)

<i>Detection</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Cukup mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	4
	Kegagalan diketahui saat proses selesai	
Sedang	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	5
	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	
Cukup sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu khusus	6
	Kegagalan terdeteksi dengan membutuhkan metode khusus	
Sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	7
	Pemborosan sulit terdeteksi	
Sangat sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Tidak terdeteksi terjadi kegagalan	10
	Hasil deteksi tidak akurat	

Berdasarkan rating dari *severity*, *occurrence* dan *detection*, berikut adalah hasil penilaian FMEA untuk *waste not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*.

Tabel 5.16 FMEA untuk *Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities*

<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended action</i>	<i>Action taken</i>
Kesalahan dalam <i>maintenance</i>	Waktu produksi menjadi lebih lama	4	Masih kurangnya pelatihan terkait <i>maintenance</i> terhadap operator	4	Pengawasan lapangan	4	64	Memberikan training bagi operator	Melakukan <i>training</i> untuk operator mengenai penanganan terhadap permasalahan produksi atau cara <i>maintenance</i>
Kesalahan dalam penimbangan	Jumlah gula yang terkalkulasi tidak sesuai dengan eksisting	5	Tidak ada instruksi kerja yang jelas pada proses penimbangan	5	Pengawasan lapangan	5	125	Pembuatan instruksi kerja pada proses penimbangan	Menyusun instruksi kerja untuk proses penimbangan secara jelas dan rinci
		5	Timbangan yang digunakan berupa timbangan manual	6	Penimbangan dilakukan dalam beberapa kali	5	150	Evaluasi penggunaan timbangan manual	Penggantian timbangan manual menjadi digital sehingga penimbangan lebih akurat dan lebih cepat

Berdasarkan Tabel 5.16, dikarenakan jumlah *rootcause* sama dengan tiga, maka semua *rootcause* ditetapkan sebagai *rootcause* kritis. *Rootcause* kritis tersebut meliputi instruksi kerja yang tidak jelas pada proses timbangan, serta timbangan yang digunakan masih manual. Beberapa *action taken* yang direkomendasikan untuk menyelesaikan permasalahan *not utilizing employees knowledge, skill, and abilities* tersebut seperti menyusun instruksi kerja proses penimbangan secara jelas, serta penggantian timbangan manual menjadi digital.

5.1.2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Waste Over inventory

Sebelum melakukan penilaian terhadap *waste over inventory*, ditentukan terlebih dahulu *rating* dari *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk *waste over inventory*. Penentuan *rating* ini menyesuaikan dengan kondisi eksisting perusahaan. Untuk kasus *waste over inventory* maka *rating* yang digunakan juga berkaitan dengan besar kelebihan *inventory* yang terjadi. Sehingga untuk *severity*, *rating* yang digunakan mengenai banyaknya sisa bahan baku pembantu dan lama terhentinya proses produksi untuk mengetahui tingkat keparahan *waste over inventory*. Untuk *occurrence*, *rating* yang digunakan yaitu yaitu frekuensi terjadinya kelebihan *inventory* selama masa produksi untuk mengetahui tingkat keseringan *waste over inventory*. Sedangkan *detection*, *rating* yang digunakan mengenai tingkat deteksi kegagalan secara general seperti pada Tabel 2.3 namun dijelaskan dengan lebih terperinci. Berikut merupakan *rating* dari *severity*, *occurrence* dan *detection* untuk *waste over inventory*.

Tabel 5.17 Rating Severity untuk Waste Over inventory

Severity	Deskripsi	Rating
Tidak ada	Tidak terdapat sisa bahan baku pembantu	1
	Proses produksi tidak berhenti	
Sangat minor	Terdapat sisa bahan baku pembantu < 0,5%	2
	Proses produksi berhenti selama < 10 menit	
Minor	Terdapat sisa bahan baku pembantu 0,5% - 1%	3
	Proses produksi berhenti selama 10 menit - 15 menit	
Sangat rendah	Terdapat sisa bahan baku pembantu 1% - 2,5%	4
	Proses produksi berhenti selama 15 menit - 30 menit	
Rendah	Terdapat sisa bahan baku pembantu 2,5% - 5%	5
	Proses produksi berhenti selama 30 menit - 1 jam	
Sedang	Terdapat sisa bahan baku pembantu 5% - 7,5%	6
	Proses produksi berhenti selama 1 jam - 3 jam	
Tinggi	Terdapat sisa bahan baku pembantu 7,5% - 10%	7
	Proses produksi berhenti selama 3 jam - 5 jam	
Sangat tinggi	Terdapat sisa bahan baku pembantu 10% - 15%	8
	Proses produksi berhenti selama 5 jam - 8 jam	
Berbahaya	Terdapat sisa bahan baku pembantu 15% - 25%	9
	Proses produksi berhenti selama 8 jam - 24 jam	
Sangat berbahaya	Terdapat sisa bahan baku pembantu > 25%	10
	Proses produksi berhenti selama > 24 jam	

Tabel 5.18 *Rating Occurence* untuk *Waste Over inventory*

<i>Occurence</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Tidak pernah	Tidak pernah terjadi kesalahan	1
Jarang	Frekuensi kesalahan <5%	2
	Frekuensi kesalahan 5%-10%	3
Kadang-kadang	Frekuensi kesalahan 10%-20%	4
	Frekuensi kesalahan 20%-30%	5
Cukup sering	Frekuensi kesalahan 30%-50%	6
	Frekuensi kesalahan 50%-70%	7
Sering	Frekuensi kesalahan 70%-90%	8
	Frekuensi kesalahan >90%	9
Sangat sering	Kesalahan terjadi setiap saat	10

Tabel 5.19 *Rating Detection* untuk *Waste Over inventory*

<i>Detection</i>	Deskripsi	<i>Rating</i>
Pasti	Kegagalan langsung dapat terdeteksi	1
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Kegagalan dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	3
	Kegagalan diketahui setelah terjadinya kegagalan	
Cukup mudah	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	4
	Kegagalan diketahui saat proses selesai	
Sedang	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu	5
	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	
Cukup sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu khusus	6
	Kegagalan terdeteksi dengan membutuhkan metode khusus	
Sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	7
	Pemborosan sulit terdeteksi	
Sangat sulit	Kegagalan terdeteksi dengan menggunakan alat bantu canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Ekstrim	Kegagalan diketahui setelah dilakukan perbaikan	9
	Alat bantu tidak dapat digunakan	
Hampir tidak mungkin	Tidak terdeteksi terjadi kegagalan	10
	Hasil deteksi tidak akurat	

Berdasarkan rating dari *severity*, *occurence* dan *detection*, berikut adalah hasil penilaian FMEA untuk *waste over inventory*.

Tabel 5.20 FMEA untuk *Waste Over inventory*

<i>Potential failure mode</i>	<i>Potential effect</i>	<i>S</i>	<i>Potential causes</i>	<i>O</i>	<i>Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>	<i>Recommended action</i>	<i>Action taken</i>
Terdapat <i>inventory</i> bahan pembantu di akhir periode giling	Penumpukan bahan baku pembantu di gudang material	5	Kurangnya pengawasan terhadap operator	4	Pengawasan lapangan	5	100	Kepala stasiun melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap operator	Membuat perencanaan <i>controlling</i> kinerja operator di lapangan
		5	Kurangnya pemahaman dan pelatihan bagi pekerja	4	Pengawasan lapangan	4	80	Memberikan training bagi operator	Melakukan training untuk operator mengenai efektifitas sistem produksi
Terdapat <i>inventory</i> tebu	Waktu produksi menjadi tertunda	7	Terdapat mesin yang mengalami kerusakan	5	<i>Preventive maintenance</i>	6	210	Evaluasi penjadwalan <i>preventive maintenance</i> yang sudah ada	Melakukan pencatatan aktivitas <i>maintenance</i> secara teratur untuk mempermudah penjadwalan <i>maintenance</i>

Berdasarkan Tabel 5.20, dikarenakan jumlah *rootcause* sama dengan tiga, maka semua *rootcause* ditetapkan sebagai *rootcause* kritis. *Rootcause* kritis tersebut meliputi kurangnya pengawasan operator serta adanya *breakdown* mesin. Beberapa *action taken* yang direkomendasikan untuk menyelesaikan permasalahan *over inventory* tersebut seperti membuat perencanaan *controlling* kinerja operator serta melakukan pencatatan aktivitas *maintenance* secara teratur.

5.2 *Improve*

Pada tahap ini akan dilakukan pemilihan rekomendasi perbaikan dimulai dari penyusunan alternatif perbaikan, pemilihan alternatif terbaik, serta perbandingan alternatif terbaik dengan kondisi eksisting. Alternatif terbaik yang terpilih akan digunakan sebagai rekomendasi perbaikan untuk dapat diimplementasikan oleh perusahaan.

5.2.1 Penyusunan Alternatif Perbaikan

Pada subbab ini akan dilakukan penyusunan alternatif perbaikan berdasarkan hasil dari FMEA yang sebelumnya telah dilakukan.

5.2.1.1 Daftar Alternatif Perbaikan

Berdasarkan hasil FMEA, telah diperoleh *action taken* untuk setiap *rootcause* permasalahan. *Action taken* tersebut digunakan dalam menyusun beberapa alternatif perbaikan yang diimplementasikan perusahaan. Adapun alternatif perbaikan tersebut adalah

1. Alternatif 1 : Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan

Salah satu *rootcause* yang sering muncul yaitu proses inspeksi yang tidak optimal dari operator terutama saat pembersihan mesin sehingga menyebabkan terganggunya proses pada mesin terkait yang akhirnya berdampak *breakdown*. Selain itu, proses *maintenance* yang belum optimal juga menjadi *rootcause* yang beberapa kali muncul akibat kurang optimalnya *maintenance* yang dilakukan dan tidak terjadwal dengan baik sehingga menyebabkan munculnya mesin yang kembali mengalami kerusakan (*breakdown*). Adapun langkah perbaikan yang dilakukan pada alternatif ini yaitu:

- a. Menyusun *checklist* untuk inspeksi dan pemeliharaan di setiap stasiun produksi
- b. Menyusun *form* aktivitas *maintenance*
- c. Memberikan pelatihan untuk operator *maintenance*

2. Alternatif 2 : Melakukan perbaikan pada proses penimbangan produk

Permasalahan yang muncul pada proses penimbangan gula yaitu penggunaan timbangan yang masih manual sehingga keakuratannya tidak cukup tinggi dan operator memerlukan waktu yang lebih lama. Selain itu, instruksi kerja untuk proses penimbangan masih belum cukup jelas. Adapun langkah perbaikan yang dilakukan pada alternatif ini yaitu:

- a. Mengganti timbangan manual dengan digital
- b. Menambahkan instruksi kerja untuk proses penimbangan

3. Alternatif 3 : Memperbaiki atau meningkatkan kinerja operator

Hampir sebagian besar *waste* memiliki akar permasalahan pada sisi operator seperti operator yang kurang serius, kurang terampil, atau tidak mematuhi SOP. Peningkatan kinerja dari operator diharapkan dapat pula meningkatkan performansi proses produksi. Adapun langkah perbaikan yang dilakukan pada alternatif ini yaitu:

- a. Menyusun *form controlling* terkait kinerja operator
- b. Menambahkan operator pada proses inspeksi awal tebu masuk

5.2.1.2 Hubungan Root Cause dengan Alternatif Perbaikan

Pada subbab ini akan dilakukan pengecekan apakah alternatif perbaikan yang telah disusun dapat meng-*cover* semua *rootcause* permasalahan yang ada. Berikut ini keterkaitan *root cause* tiap *waste* dengan alternatif perbaikan.

Tabel 5.21 Hubungan *Root Cause Waste Defect* dengan Alternatif Perbaikan

<i>Root cause</i>	<i>Alternatif</i>		
	1	2	3
Operator tidak menjalankan SOP dengan baik			✓
Kurangnya pengawasan terhadap operator			✓
Adanya breakdown mesin yang lama	✓		
Kurang ketatnya inspeksi awal terhadap tebu yang masuk			✓
Operator hanya mengira-ngira takaran air yang diberikan			✓
Kesalahan setting mesin dari operator masakan			✓

Tabel 5.22 Hubungan *Root Cause Waste Waiting* engan Alternatif Perbaikan

<i>Root cause</i>	Alternatif		
	1	2	3
Kurangnya inspeksi dari operator terhadap sisa ampas di <i>baggage elevator</i>	✓		
Operator belum terampil melakukan setting pisau potong			✓
<i>Cane knife</i> tumpul atau cepat mengalami keausan dan korosi	✓		
Kurangnya inspeksi dari operator gilingan	✓		
Pembersihan kerak nira tidak dilakukan secara rutin	✓		
Terdapat ampas kasar sisa gilingan yang ikut tersaring	✓		
Operator tidak melakukan pembersihan <i>evaporator</i> secara baik	✓		
Kurangnya kontrol dari operator terhadap ketersediaan ampas di stasiun penguapan			✓
Operator tidak menjalankan SOP dengan baik			✓
Operator kurang serius dalam melakukan pembersihan pan	✓		
Kurangnya perawatan mesin masakan	✓		
Kurangnya inspeksi dari operator ketel	✓		
Kurangnya pengawasan terhadap operator saat pengisian bahan bakar			✓
Kurangnya inspeksi dari operator ketel terhadap penumpukan ampas	✓		
Kurangnya perawatan mesin produksi	✓		

Tabel 5.23 Hubungan *Root Cause Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities* dengan Alternatif Perbaikan

<i>Root cause</i>	Alternatif		
	1	2	3
Masih kurangnya pelatihan terkait <i>maintenance</i> terhadap operator			✓
Tidak ada instruksi kerja yang jelas pada proses penimbangan		✓	
Timbangan yang digunakan berupa timbangan manual		✓	

Tabel 5.24 Hubungan *Root Cause Waste Over inventory* dengan Alternatif Perbaikan

<i>Root cause</i>	Alternatif		
	1	2	3
Kurangnya pengawasan terhadap operator			✓
Kurangnya pemahaman dan pelatihan bagi pekerja			✓
Terdapat mesin yang mengalami kerusakan	✓		

Berdasarkan Tabel 5.21 – Tabel 5.24, dapat disimpulkan bahwa seluruh *root cause* permasalahan yang muncul dapat ter-cover oleh ketiga alternatif perbaikan yang telah disusun.

5.2.2 Pemilihan Rekomendasi Perbaikan

Alternatif perbaikan yang sudah disusun sebelumnya akan dilakukan pemilihan alternatif terbaik untuk dijadikan rekomendasi bagi perusahaan. Pada penelitian ini penentuan alternatif terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan performansi dan *cost* dari tiap alternatif.

5.2.2.1 Kombinasi Alternatif

Sebelum melakukan pemilihan rekomendasi perbaikan, disusun terlebih dahulu kombinasi dari alternatif perbaikan yang mungkin terjadi. Sehingga, alternatif yang terpilih dapat lebih dari satu buah alternatif. Dikarenakan terdapat 3 alternatif perbaikan yang diajukan, maka terdapat 7 kombinasi alternatif perbaikan yang muncul. ketujuh kombinasi alternatif tidak hanya dibandingkan satu sama lain namun juga dengan kondisi eksisting sehingga akan muncul 8 kombinasi alternatif sebagai berikut.

Tabel 5.25 Kombinasi Alternatif

No	Kombinasi alternatif	Deskripsi
1	0	Kondisi eksisting
2	1	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan
3	2	Melakukan perbaikan proses penimbangan produk
4	3	Memperbaiki kinerja operator
5	1,2	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan dan melakukan perbaikan proses penimbangan produk
6	1,3	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan dan memperbaiki kinerja operator
7	2,3	Melakukan perbaikan proses penimbangan produk dan memperbaiki kinerja operator
8	1,2,3	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan, melakukan perbaikan proses penimbangan produk, dan memperbaiki kinerja operator

5.2.2.2 Performansi Alternatif

Sebelum melakukan perhitungan performansi, dilakukan terlebih dahulu penentuan kriteria yang akan digunakan dalam penilaian performansi alternatif. Kriteria performansi diperoleh berdasarkan KPI produksi yang berhasil

teridentifikasi sebelumnya yaitu produktivitas, kualitas, serta biaya. Namun karena biaya telah menjadi salah satu variabel dalam menentukan alternatif terbaik, sehingga kriteria biaya akan diganti dengan *cycle time*.

Ketiga kriteria tersebut dianggap dapat mewakili alternatif-alternatif yang diusulkan sehingga dapat memberi peningkatan terhadap performansi produksi perusahaan. Selanjutnya dilakukan pembobotan terhadap ketiga kriteria tersebut berdasarkan hasil *brainstorming* kepada pihak produksi perusahaan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Perhitungan pembobotan dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut adalah hasil dari pembobotan yang dilakukan :

1. Lama *breakdown* (0,54)
2. *Defect* (0,30)
3. Jumlah produksi (0,16)

Selanjutnya akan dilakukan pengukuran nilai performansi alternatif dari ketiga parameter performansi yang telah ditetapkan. Nilai performansi alternatif didapatkan dari hasil kuisioner yang telah diisi oleh perusahaan. Kuisioner ini dibagikan kepada 4 orang karyawan dari departemen pabrikasi dan departemen instalasi. Rekap nilai performansi yang diberikan oleh tiap responden dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut merupakan hasil dari perhitungan nilai performansi yang diperoleh.

Tabel 5.26 Hasil Performansi tiap Alternatif

Alternatif	Kriteria			Performansi (P)
	Lama <i>breakdown</i>	<i>Defect</i>	Jumlah produksi	
	0,54	0,30	0,16	
0	28	26	29	27,56
1	30	29	34	30,34
2	32	28	31	30,64
3	31	32	33	31,62
1,2	33	28	34	31,66
1,3	31	31	35	31,64
2,3	32	29	34	31,42
1,2,3	35	33	34	34,24

5.2.2.3 *Biaya Alternatif*

Besarnya biaya yang dihitung adalah biaya untuk delapan kombinasi alternatif yang telah disusun. Berikut ini parameter perhitungan biaya alternatif perbaikan :

- a. Biaya tenaga kerja
- b. Biaya energi
- c. Biaya investasi

Sehingga perhitungan *cost* untuk alternatif perbaikan adalah sebagai berikut :

1. Biaya alternatif 0

Alternatif 0 merupakan kondisi eksisting di perusahaan sebelum mendapatkan pengaruh dari alternatif perbaikan. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan biaya produksi eksisting perusahaan.

- Biaya tenaga kerja

Tenaga kerja atau operator pada proses produksi PG Rejo Agung Baru terbagi menjadi 3 shift setiap harinya.

* Kebutuhan tenaga kerja : 150 orang

* Upah tenaga kerja : Rp 1.394.000/orang

Sehingga biaya tenaga kerja yang dibutuhkan untuk alternatif 0 yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Biaya tenaga kerja} &= 150 \text{ orang} \times \text{Rp } 1.394.000/\text{orang} \\ &= \text{Rp } 209.100.000 \end{aligned}$$

- Biaya energi

Energi yang digunakan untuk kebutuhan proses produksi yaitu dengan menggunakan diesel, sehingga biaya yang dikeluarkan untuk energi yaitu biaya kebutuhan solar dan pelumas.

* kebutuhan solar : 12 liter/jam

* Harga solar : Rp 8.400/liter

* kebutuhan pelumas : 0,12 liter/jam (1% kebutuhan solar)

* Harga pelumas: Rp 15.000/liter

* Jam operasi : 744 jam

Sehingga biaya energi yang dibutuhkan untuk alternatif 0 yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya energi} &= \text{biaya solar} + \text{biaya pelumas} \\
 &= (12 \times 744 \times \text{Rp } 8.400) + (0,12 \times 744 \times \text{Rp } 15.000) \\
 &= \text{Rp } 76.334.400
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan total biaya untuk alternatif 0 atau kondisi eksisting perusahaan.

Tabel 5.27 Perhitungan Biaya Eksisting

Deskripsi	Biaya eksisting
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000
Biaya energi	Rp 76.334.400
Biaya investasi	-
Total biaya	Rp 285.434.400

2. Biaya alternatif 1

Alternatif 1 yaitu memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan. Perhitungan biaya untuk alternatif 1 meliputi biaya pembuatan *form* serta biaya pelatihan *maintenance*. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan biaya untuk alternatif 1.

- Biaya pembuatan *form*

Biaya pembuatan *form* terdiri dari kebutuhan operasional seperti kertas, tinta, dan bolpoin.

- * Kebutuhan kertas : 30 kertas/hari
- * Harga kertas : Rp 80/kertas
- * Harga tinta : Rp 50/kertas
- * Kebutuhan bolpoin : 10 bolpoin
- * Harga bolpoin : Rp 5.000/bolpoin

Sehingga biaya pembuatan *form* untuk alternatif 1 yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pembuatan form} &= \text{biaya kertas} + \text{biaya tinta} + \text{biaya bolpoin} \\
 &= (30 \times \text{Rp } 80 \times 30 \text{ hari}) + (30 \times \text{Rp } 50 \\
 &\quad \times 30 \text{ hari}) + (10 \times \text{Rp } 5.000) \\
 &= \text{Rp } 167.000
 \end{aligned}$$

- Biaya pelatihan
Pelatihan pada alternatif 1 yaitu berupa pelatihan mengenai *maintenance* bagi operator.

* Kebutuhan operator : 4 orang

* Biaya pelatihan : Rp 1.500.000/operator

Sehingga biaya pelatihan untuk alternatif 1 yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Biaya pelatihan} &= 4 \text{ orang} \times \text{Rp } 1.500.000/\text{orang} \\ &= \text{Rp } 6.000.000 \end{aligned}$$

Berikut merupakan total biaya yang diperkirakan untuk alternatif 1 perusahaan.

Tabel 5.28 Perhitungan Biaya Alternatif 1

Deskripsi	Biaya eksisting	Biaya alternatif 1
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000	
Biaya energi	Rp 76.334.400	
Biaya investasi		
* Biaya pembuatan <i>form</i>		Rp 167.000
* Biaya pelatihan		Rp 6.000.000
Total biaya	Rp 285.434.400	Rp 6.167.000
Total keseluruhan	Rp 291.601.400	

3. Biaya alternatif 2

Alternatif 2 yaitu memperbaiki proses penimbangan produk. Perhitungan biaya untuk alternatif 2 meliputi biaya penyusunan instruksi kerja serta biaya pengadaan timbangan digital. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan biaya untuk alternatif 2.

- Biaya penyusunan instruksi kerja
Perkiraan biaya dari proses penyusunan instruksi kerja untuk proses penimbangan sekitar Rp 1.000.000.
- Biaya pengadaan timbangan
Pengadaan timbangan digital untuk mengganti timbangan manual yang digunakan dalam kondisi eksisting.
 - * Kebutuhan timbangan : 2 buah
 - * Harga timbangan : Rp 2.450.000/buah

Sehingga biaya pengadaan timbangan yang dibutuhkan untuk alternatif 2 yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Biaya pengadaan timbangan} &= 2 \times \text{Rp } 2.450.000 \\ &= \text{Rp } 4.900.000 \end{aligned}$$

Berikut merupakan total biaya yang diperkirakan untuk alternatif 2 perusahaan.

Tabel 5.29 Perhitungan Biaya Alternatif 2

Deskripsi	Biaya eksisting	Biaya alternatif 2
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000	
Biaya energi	Rp 76.334.400	
Biaya investasi		
* Biaya penyusunan instruksi kerja		Rp 1.000.000
* Biaya pengadaan timbangan		Rp 4.900.000
Total biaya	Rp 285.434.400	Rp 5.900.000
Total keseluruhan	Rp 291.334.400	

4. Biaya alternatif 3

Alternatif 3 yaitu memperbaiki kinerja operator. Perhitungan biaya untuk alternatif 3 meliputi biaya pembuatan *form* serta biaya penambahan operator. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan biaya untuk alternatif 3.

- Biaya pembuatan *form*

Biaya pembuatan *form* penilaian kerja operator terdiri dari kebutuhan operasional seperti kertas, tinta, dan bolpoin.

- * Kebutuhan kertas : 150 kertas
- * Harga kertas : Rp 80/kertas
- * Harga tinta : Rp 50/kertas
- * Kebutuhan bolpoin : 10 bolpoin
- * Harga bolpoin : Rp 5.000/bolpoin

Sehingga biaya pembuatan *form* untuk alternatif 1 yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembuatan form} &= \text{biaya kertas} + \text{biaya tinta} + \text{biaya bolpoin} \\ &= (150 \times \text{Rp } 80) + (150 \times \text{Rp } 50) + \\ &\quad (10 \times \text{Rp } 5.000) \\ &= \text{Rp } 69.500 \end{aligned}$$

- Biaya penambahan operator
Penambahan operator dilakukan pada proses inspeksi awal tebu masuk sebanyak 1 orang per shift.

* Kebutuhan operator : 3 orang

* Upah tenaga kerja : Rp 1.394.000/orang

Sehingga biaya tenaga kerja yang dibutuhkan untuk alternatif 3 yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Biaya tenaga kerja} &= 3 \text{ orang} \times \text{Rp } 1.394.000/\text{orang} \\ &= \text{Rp } 4.182.000 \end{aligned}$$

Berikut merupakan total biaya yang diperkirakan untuk alternatif 3 perusahaan.

Tabel 5.30 Perhitungan Biaya Alternatif 3

Deskripsi	Biaya eksisting	Biaya alternatif 3
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000	Rp 4.182.000
Biaya energi	Rp 76.334.400	
Biaya investasi		
* Biaya pembuatan <i>form</i>		Rp 69.500
Total biaya	Rp 285.434.400	Rp 4.301.500
Total keseluruhan	Rp 289.685.900	

5. Biaya alternatif 1 dan 2

Berikut ini merupakan biaya yang diestimasikan untuk penggunaan kombinasi alternatif 1 dan alternatif 2.

Tabel 5.31 Perhitungan Biaya Alternatif 1 dan 2

Deskripsi	Biaya eksisting	Biaya alternatif 1	Biaya alternatif 2
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000		
Biaya energi	Rp 76.334.400		
Biaya investasi			
* Biaya pembuatan form		Rp 167.000	
* Biaya pelatihan		Rp 6.000.000	
* Biaya penyusunan instruksi kerja			Rp 1.000.000
* Biaya pengadaan timbangan			Rp 4.900.000
Total biaya	Rp 285.434.400	Rp 6.167.000	Rp 5.900.000
Total keseluruhan	Rp 297.501.400		

6. Biaya alternatif 1 dan 3

Berikut ini merupakan biaya yang diestimasikan untuk penggunaan kombinasi alternatif 1 dan alternatif 3.

Tabel 5.32 Perhitungan Biaya Alternatif 1 dan 3

Deskripsi	Biaya eksisting	Biaya alternatif 1	Biaya alternatif 3
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000		Rp 4.182.000
Biaya energi	Rp 76.334.400		
Biaya investasi			
* Biaya pembuatan form		Rp 167.000	Rp 69.500
* Biaya pelatihan		Rp 6.000.000	
* Biaya penyusunan instruksi kerja			
* Biaya pengadaan timbangan			
Total biaya	Rp 285.434.400	Rp 6.167.000	Rp 4.251.500
Total keseluruhan	Rp 295.852.900		

7. Biaya alternatif 2 dan 3

Berikut ini merupakan biaya yang diestimasikan untuk penggunaan kombinasi alternatif 2 dan alternatif 3.

Tabel 5.33 Perhitungan Biaya Alternatif 2 dan 3

Deskripsi	Biaya eksisting	Biaya alternatif 2	Biaya alternatif 3
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000		Rp 4.182.000
Biaya energi	Rp 76.334.400		
Biaya investasi			
* Biaya pembuatan form			Rp 69.500
* Biaya pelatihan			
* Biaya penyusunan instruksi kerja		Rp 1.000.000	
* Biaya pengadaan timbangan		Rp 4.900.000	
Total biaya	Rp 285.434.400	Rp 5.900.000	Rp 4.251.500
Total keseluruhan	Rp 295.585.900		

8. Biaya alternatif 1, 2, dan 3

Berikut ini merupakan biaya yang diestimasikan untuk penggunaan kombinasi alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3.

Tabel 5.34 Perhitungan Biaya Alternatif 1, 2, dan 3

Deskripsi	Biaya eksisting	Biaya alternatif 1	Biaya alternatif 2	Biaya alternatif 3
Biaya tenaga kerja	Rp 209.100.000			Rp 4.182.000
Biaya energi	Rp 76.334.400			
Biaya investasi				
* Biaya pembuatan form		Rp 167.000		Rp 69.500
* Biaya pelatihan		Rp 6.000.000		
* Biaya penyusunan instruksi kerja			Rp 1.000.000	
* Biaya pengadaan timbangan			Rp 4.900.000	
Total biaya	Rp 285.434.400	Rp 6.167.000	Rp 5.900.000	Rp 4.251.500
Total keseluruhan	Rp301.752.900			

5.2.2.4 Penentuan Rekomendasi Perbaikan

Pemilihan rekomendasi perbaikan dilakukan berdasarkan perhitungan *value* dari tiap kombinasi alternatif. *Value* diperoleh dari rasio antara nilai *performance* dengan *cost* yang pada subbab sebelumnya telah dilakukan perhitungan.

$$Value = \frac{Performance (P)}{Cost (C)} \quad (5.1)$$

Untuk mempermudah pemilihan, besar *value* untuk alternatif 0 (kondisi eksisting) di-*set* dengan angka 1 sehingga nilai performansi harus dikalikan dahulu dengan faktor kali performansi.

Tabel 5.35 Perhitungan *Value* tiap Kombinasi Alternatif

Alternatif	<i>Performance (P)</i>	<i>Cost (C)</i>	<i>Value (V)</i>
	11.308.811	1	
0	25,24	Rp 285.434.400	1,000
1	30,94	Rp 291.601.400	1,200
2	30,64	Rp 291.334.400	1,189
3	31,32	Rp 289.685.900	1,223
1,2	32,26	Rp 297.501.400	1,226
1,3	31,64	Rp 295.852.900	1,209
2,3	31,72	Rp 295.585.900	1,214
1,2,3	34,24	Rp 301.752.900	1,283

Berdasarkan Tabel 5.35, alternatif yang memiliki *value* tertinggi yaitu kombinasi alternatif 1,2, dan 3. Meskipun *cost* dari kombinasi alternatif ini paling tinggi dibanding yang lain, namun besar *performance* yang dihasilkan juga memiliki nilai yang tinggi dibanding lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa *benefit* yang diperoleh dari penggunaan alternatif 1,2, dan 3 lebih besar walaupun biaya yang dikeluarkan juga paling besar. Sehingga, alternatif 1, 2, dan 3 dijadikan alternatif terpilih yang akan direkomendasikan untuk diimplementasikan di perusahaan.

5.2.3 Rincian Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan pemilihan alternatif yang dilakukan, diperoleh bahwa semua alternatif terpilih sebagai rekomendasi perbaikan bagi perusahaan. Dikarenakan semua alternatif yang diajukan terpilih menjadi rekomendasi perbaikan, semua alternatif akan dilakukan perincian lebih lanjut. Berikut merupakan rincian dari setiap alternatif terpilih.

1. Alternatif 1 : Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan

Berikut merupakan rincian atau bentuk dari langkah-langkah perbaikan yang telah disusun dari alternatif 1.

a. Menyusun *checklist* untuk inspeksi dan pemeliharaan di setiap stasiun produksi

Pada kondisi eksisting, belum terdapat *form* yang digunakan dalam melakukan inspeksi dan pemeliharaan. Hanya terdapat daftar aktivitas atau pekerjaan yang harus dilakukan untuk proses inspeksi dan pemeliharaan. Sehingga hal ini, membuat para pekerja menjadi kurang serius dan tidak rutin melakukan pekerjaan tersebut sesuai jadwal yang ditentukan. Hal ini berdampak pada kondisi mesin yang tidak optimal dan dapat mengakibatkan *breakdown*.

Oleh karena itu, dilakukan pembuatan *form checklist* untuk inspeksi dan pemeliharaan. Penyusunan *form* tersebut terdiri dari *form* inspeksi dan pemeliharaan harian dan *form* inspeksi dan pemeliharaan mingguan. Bentuk *form* inspeksi dan pemeliharaan yang telah disusun terlampir pada Lampiran 2.

Pembuatan *checklist* inspeksi dan pemeliharaan dilakukan di semua stasiun produksi meliputi stasiun gilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan, serta stasiun puteran.

Dengan adanya *form* inspeksi dan pemeliharaan diharapkan aktivitas pembersihan dan pemeliharaan dapat berjalan sesuai dengan periode rutusnya. *Form* tersebut juga dapat dijadikan indikasi apabila terdapat periode inspeksi dan pemeliharaan yang tidak dilakukan. Selain itu, apabila operator mengisi *form* dengan lengkap namun masih dijumpai permasalahan maka dapat menjadi indikasi bahwa operator tersebut tidak melakukan pekerjaan namun berkata lain pada *form*. Misalkan, pembersihan kerak harus dilakukan rutin 1 jam sekali dan pada *form* tercantum bahwa operator telah melakukannya dengan rutin, namun ternyata timbul kerusakan atau kebocoran pada mesin produksi akibat kerak nira yang menumpuk. Sehingga hal tersebut dapat menunjukkan kinerja operator yang masih belum cukup baik.

b. Menyusun *form* aktivitas *maintenance*

Selama ini, aktivitas *maintenance* kurang tercatat secara teratur dan rinci. Pada kondisi eksisting, pencatatan aktivitas *maintenance* hanya berisi tanggal, mesin/komponen bermasalah, lama perbaikan. Hal ini dirasa belum terlalu *detail*, sehingga pihak perusahaan merasa sedikit kesulitan dalam menyusun kegiatan *preventive maintenance* dan perencanaan *preventive maintenance* kurang terlalu memperhatikan data historis kerusakan mesin. Hal tersebut berdampak pada tidak optimalnya *preventive maintenance* yang dilakukan.

Oleh karena itu, dilakukan pembuatan *form* untuk aktivitas *maintenance* bagi tiap stasiun produksi. Bentuk *form* untuk aktivitas *maintenance* yang telah disusun terlampir pada Lampiran 3. Adanya perbaikan tersebut diharapkan dapat *me-record* data historis kerusakan dengan baik. Sehingga perencanaan *preventive maintenance* dapat dilakukan dengan lebih optimal.

Adanya *form* tersebut juga dapat berfungsi sebagai indikasi apabila ada kerusakan kembali dengan permasalahan yang sama. Dari data historis yang ada apakah kerusakan kembali tersebut disebabkan oleh kesalahan/kurang terampilnya operator, kesalahan jenis tindakan yang dilakukan, atau penyebab lainnya.

c. Memberikan pelatihan untuk operator *maintenance*

Pelatihan terkait *maintenance* diberikan untuk 4 orang operator *maintenance*. Keempat operator tersebut yaitu operator muda pada bagian *maintenance*, sehingga masih perlu pelatihan untuk menambah ketrampilan dan pengetahuan di bidang *maintenance*. Pelatihan akan diberikan oleh *expert* dibidang *maintenance* dan diestimasikan dilakukan selama 1 minggu. Pelatihan direkomendasikan untuk dilakukan di luar masa giling, sehingga tidak mengurangi ketersediaan operator *maintenance* saat proses produksi sedang berlangsung. Dengan diberikannya pelatihan tersebut diharapkan pengetahuan dan ketrampilan operator terhadap *maintenance* menjadi lebih baik.

Berdasarkan rincian rekomendasi perbaikan untuk alternatif 1 yang telah diuraikan sebelumnya, berikut adalah keunggulan dan kelemahan dari implementasi alternatif 1.

- Keunggulan :
 1. Aktivitas inspeksi dan pemeliharaan lebih terkontrol dan terjadwal.
 2. Dapat memacu keseriusan operator sehingga kinerja operator dapat meningkat.
 3. Historis aktivitas perbaikan mesin dapat terdata dengan baik.
 4. Dapat mereduksi terjadinya *breakdown* mesin.
 5. Mempermudah dalam proses penjadwalan *preventive maintenance*.
 6. Meningkatkan ketrampilan dan pengetahuan operator *maintenance* sehingga kesalahan *maintenance* dapat tereduksi.
- Kelemahan :
 1. Terdapat tambahan pengeluaran untuk biaya pembuatan *form* secara rutin, baik *form* inspeksi dan pemeliraan maupun *form* laporan aktivitas *maintenace*.
 2. Terdapat potensi bahwa operator tidak menjalankan aktivitas inspeksi dan pemeliharaan namun mengisi *form* secara rutin dan baru terdeteksi setelah terjadinya kerusakan.
 3. Terdapat biaya yang harus dikeluarkan untuk biaya pelatihan operator.

2. Alternatif 2 : Melakukan perbaikan pada proses penimbangan produk

Berikut merupakan rincian atau bentuk dari langkah-langkah perbaikan yang telah disusun dari alternatif 2.

a. Mengganti timbangan manual dengan digital

Penggantian dengan timbangan digital bertujuan untuk meningkatkan akurasi berat produk sehingga jumlah gula yang hilang dapat tereduksi serta mempersingkat waktu di proses penimbangan. Kebutuhan timbangan yang harus diganti sebanyak 2 buah.

Apabila dengan timbangan manual operator harus melakukan beberapa kali pengecekan, dengan perbaikan ini akan dapat mengurangi beban dan kejenuhan operator. Dengan tingkat ketelitian timbangan yang lebih baik, kinerja operator dalam bekerja diharapkan dapat meningkat. Apabila ditemui kesalahan penimbangan yang melebihi toleransi, maka hal ini dapat langsung dikatakan akibat ketidakseriusan operator dalam menimbang.

Jenis timbangan yang direkomendasikan yaitu timbangan digital duduk dengan spesifikasi kapasitas timbang sampai 60 kg, ukuran *platform* 40 cm x 50 cm, dan dengan *power rechargeable*. Berikut merupakan gambar dari timbangan digital yang direkomendasikan.



Gambar 5.1 Rekomensi timbangan digital

b. Menambahkan instruksi kerja untuk proses penimbangan

Pada kondisi eksisting, proses penimbangan masih belum terdapat instruksi kerja yang jelas bagi operator. Disamping itu, penggantian jenis timbangan dari manual menjadi digital tentu memiliki mekanisme yang berbeda. Sehingga walaupun pada kondisi eksisting sudah terdapat instruksi kerja maka masih perlu dilakukan perbaikan instruksi kerja untuk menyesuaikan penggunaan timbangan digital tersebut. Bentuk instruksi kerja untuk proses penimbangan yang telah disusun terlampir pada Lampiran 4.

Berdasarkan rincian rekomendasi perbaikan untuk alternatif 2 yang telah diuraikan sebelumnya, berikut adalah keunggulan dan kelemahan dari implementasi alternatif 2.

- Keunggulan :

1. Proses penimbangan lebih akurat sehingga jumlah *losses* gula dapat tereduksi.
2. Proses penimbangan lebih cepat karena operator tidak perlu melakukan pengecekan berulang-ulang.
3. Meringankan beban kerja operator sehingga diharapkan operator tidak mudah lelah dan kinerjanya meningkat.
4. Adanya pedoman yang jelas selama proses penimbangan.

- Kelemahan :

1. Adanya biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli timbangan digital.
2. Perlu penyesuaian dari operator terhadap penggunaan timbangan digital dalam beberapa waktu.

3. Alternatif 3 : Memperbaiki atau meningkatkan kinerja operator

Berikut merupakan rincian atau bentuk dari langkah-langkah perbaikan yang telah disusun dari alternatif 3.

a. Menyusun *form controlling* terkait kinerja operator

Pada kondisi eksisting, tidak terdapat penilaian kinerja operator secara tertulis. Pengawasan operator hanya dilakukan secara langsung di lapangan dan

tidak terlalu ketat. Hal ini menyebabkan operator yang kurang serius dalam melakukan pekerjaannya seperti kurang rutinnnya inspeksi, kesalahan *maintenance*, pencampuran bahan baku pembantu yang tidak sesuai takaran, dan lain sebagainya.

Oleh karena itu, dilakukan pembuatan *form controlling* kinerja operator. *Form controlling* ini bertujuan untuk meningkatkan pengawasan terhadap kinerja operator. Dimana orang yang bertugas untuk mengisi *form controlling* tersebut adalah kepala stasiun terkait. Hal ini dikarenakan salah satu kewajiban kepala stasiun yaitu melakukan pengawasan terhadap operator. Bentuk *form* untuk aktivitas *controlling* yang telah disusun terlampir pada lampiran 5.

Dengan adanya *form controlling* tersebut diharapkan operator lebih merasa terpacu untuk melaksanakan pekerjaannya dengan baik dan sesuai SOP yang ada. Dari *form controlling* tersebut juga dapat digunakan untuk pemetaan bagaimana perkembangan kinerja operator dari periode ke periode.

b. Menambahkan operator pada proses inspeksi awal tebu masuk

Penambahan operator ditujukan untuk memperbaiki kinerja operator sehingga proses inspeksi tebu awal dapat lebih menyeluruh. Penambahan operator berjumlah 3 orang, dimana terbagi menjadi ke semua *shift*. Sehingga setiap *shift* akan ditambah operator 1 orang.

Berdasarkan rincian rekomendasi perbaikan untuk alternatif 3 yang telah diuraikan sebelumnya, berikut adalah keunggulan dan kelemahan dari implementasi alternatif 3.

- Keunggulan :
 1. Aktivitas pengawasan operator menjadi lebih jelas dan terarah.
 2. Dapat memacu keseriusan operator dalam melakukan pekerjaannya.
 3. Membantu mencegah terjadinya permasalahan produksi akibat kesalahan operator.
 4. Meringankan beban kerja operator inspeksi sehingga diharapkan kinerjanya meningkat.

5. Proses inspeksi dapat dilakukan lebih menyeluruh sehingga dapat mereduksi jumlah tebu yang cacat
- Kelemahan :
 1. Terdapat tambahan pengeluaran untuk biaya pembuatan *form controlling* secara rutin.
 2. Terdapat tambahan pengeluaran untuk biaya (upah) tenaga kerja akibat penambahan operator.

5.2.4 Target Perbaikan Terhadap Waste

Pada subbab sebelumnya, kombinasi alternatif terpilih yaitu alternatif 1,2, dan 3. Adanya rekomendasi perbaikan diharapkan dapat meningkatkan performansi atau mereduksi pemborosan pada proses produksi perusahaan.

5.2.4.1 Target Perbaikan terhadap Waste Defect

Untuk mengetahui pengaruh perbaikan terhadap *waste defect*, harus diketahui terlebih dahulu kondisi eksisting dari *defect* yang terjadi sebagai berikut.

Tabel 5.36 Kondisi Eksisting dari *Defect*

Jenis <i>defect</i>	Jumlah produksi	Jumlah <i>defect</i>	% terhadap produksi	% proporsi <i>defect</i>
Gula halus	49742,8	547,281	1,10%	34,37%
Gula kasar		1044,809	2,10%	65,63%
Total	49742,8	1592,090	3,20%	100,00%

Dari kondisi eksisting tersebut, adanya perbaikan seperti peningkatan kinerja operator dan perbaikan waktu *downtime* diharapkan dapat menaikkan kadar nira yang diperoleh sehingga jumlah produksi dapat ikut meningkat. Selain itu, adanya perbaikan berupa penggunaan timbangan digital dapat turut meningkatkan jumlah produksi yang terkalkulasi. Diestimasikan bahwa jumlah produksi akan mengalami peningkatan sebesar 5% apabila alternatif perbaikan benar-benar diimplementasikan di perusahaan. Apabila jumlah produksi mengalami peningkatan, jumlah *defect* yang terjadi turut meningkat sesuai

perbandingan yang ada. Berikut adalah kondisi perbaikan setelah adanya peningkatan jumlah produksi.

Tabel 5.37 Kondisi Perbaikan dari *Defect* Setelah Peningkatan Produksi

Jenis <i>defect</i>	Jumlah produksi	Jumlah <i>defect</i>	% terhadap produksi	% proporsi <i>defect</i>
Gula halus	52229,9	574,645	1,10%	34,37%
Gula kasar		1097,049	2,10%	65,63%
Total	52229,9	1671,694	3,20%	100,00%

Selain terdapat peningkatan jumlah produksi, implementasi perbaikan juga akan mengurangi jumlah *defect* yang diperkirakan sebesar 25%. Berikut adalah kondisi perbaikan setelah adanya penurunan jumlah *defect*.

Tabel 5.38 Kondisi Perbaikan dari *Defect* Setelah Penurunan *Defect*

Jenis <i>defect</i>	Jumlah produksi	Jumlah <i>defect</i>	% terhadap produksi	% proporsi <i>defect</i>
Gula halus	52229,9	430,984	0,83%	34,37%
Gula kasar		822,787	1,58%	65,63%
Total	52229,9	1253,771	2,40%	100,00%

Berdasarkan Tabel 5.38, dapat diketahui prosentase *defect* setelah perbaikan yaitu sebesar 2,40%. Besar prosentase perbaikan tersebut mengalami penurunan dari kondisi eksisting yang sebesar 3,2%.

Dari analisa perbaikan yang dilakukan, berikut adalah nilai *losses* yang muncul setelah perbaikan.

Tabel 5.39 Perhitungan *Losses Defect* Setelah Perbaikan

Jenis <i>defect</i>	Jumlah <i>defect</i> (ton)	Waktu <i>rework</i> (menit/ton)	Total waktu <i>rework</i> (jam)	<i>Losses profit</i> /jam	<i>Losses</i> tiap jenis <i>defect</i>
Gula halus	430,984	4,32	31,05	Rp 12.788.309	Rp 397.105.754
Gula kasar	822,787	2,61	35,77	Rp 7.717.083	Rp 276.065.932
<i>Losses</i> setelah perbaikan					Rp 673.171.686
<i>Losses</i> eksisting					Rp 854.820.602
% reduksi <i>losses</i>					21,25%

5.2.4.2 Target Perbaikan Terhadap Waste Waiting

Untuk Mengetahui pengaruh perbaikan terhadap *waste waiting*, harus diketahui terlebih dahulu kondisi eksisting dari *waiting* yang terjadi yaitu sebagai berikut.

Tabel 5.40 Kondisi Eksisting dari *Waiting*

Sebab <i>waiting</i>	Waktu produksi	Waktu aktual	Lama <i>waiting</i>	% dari waktu produksi	% proporsi <i>waiting</i>
<i>Breakdown</i>	2913,8	2700,9	112,8	3,87%	52,98%
Bahan baku			100,1	3,44%	47,02%
Total	2913,8	2700,9	212,9	7,31%	100,00%

Dengan adanya perbaikan seperti peningkatan kinerja operator dan perbaikan waktu *downtime* diharapkan dapat menurunkan waktu *waiting* yang terjadi. Diestimasikan bahwa perbaikan yang dilakukan dapat membantu dalam menurunkan *waiting* sebesar 20%. Adanya penurunan lama *waiting* akan turut menurunkan total waktu produksi. Berikut adalah hasil dari pengolahan untuk kondisi perbaikan setelah adanya penurunan *waiting*.

Tabel 5.41 Kondisi Perbaikan dari *Waiting* Setelah Penurunan *Waiting*

Sebab <i>waiting</i>	Waktu produksi	Waktu aktual	Lama <i>waiting</i>	% dari waktu produksi	% proporsi <i>waiting</i>
<i>Breakdown</i>	2871,22	2700,9	90,24	3,14%	52,98%
Bahan baku			80,08	2,79%	47,02%
Total	2871,22	2700,9	170,32	5,93%	100,00%

Berdasarkan Tabel 5.41, dapat diketahui total prosentase dari *waste waiting* yang terjadi setelah adanya perbaikan yaitu sebesar 5,93%. Besar prosentase perbaikan tersebut mengalami penurunan dari kondisi eksisting yang sebesar 7,31%.

Dari analisa perbaikan yang dilakukan, berikut adalah nilai *losses* yang muncul untuk *waste waiting* setelah perbaikan.

Tabel 5.42 Perhitungan *Losses Waiting* Setelah Perbaikan

Sebab <i>waiting</i>	Lama <i>waiting</i> eksisting	Lama <i>waiting</i> perbaikan	<i>Losses</i> tiap jenis <i>waiting</i> eksisting	<i>Losses</i> tiap jenis <i>waiting</i> perbaikan
<i>Breakdown</i>	112,8	90,24	Rp 1.244.614.854	Rp 995.691.883
Bahan baku	100,1	80,08	Rp 913.611.111	Rp 730.888.889
<i>Losses</i> setelah perbaikan				Rp1.726.580.772
<i>Losses</i> eksisting				Rp2.158.225.965
% reduksi <i>losses</i>				20,00%

5.2.4.3 Target Perbaikan Terhadap Waste Not Utilizing Employees Knowledge, Skill, and Abilities

Waste ini terjadi akibat adanya kesalahan penimbangan oleh operator terhadap gula produk. Untuk mengetahui pengaruh perbaikan terhadap *waste not utilizing employees*, harus diketahui terlebih dahulu kondisi eksisting dari *waste* tersebut yang terjadi yaitu sebagai berikut.

Tabel 5.43 Kondisi Eksisting dari *Waste Not Utilizing Employees*

Jumlah produksi terkalkulasi	% <i>losses</i> gula	Jumlah <i>losses</i> gula	Estimasi jumlah produksi aktual
49742,8	0,2%	99,49	49842,29

Dengan adanya kenaikan jumlah produksi akibat perbaikan, jumlah *losses* gula yang terjadi turut meningkat sesuai perbandingan yang ada. Selain itu, adanya perbaikan berupa penggantian timbangan manual dengan timbangan digital diharapkan prosentase *losses* yang terjadi dapat berkurang. Apabila perbaikan tersebut diimplementasikan, estimasi prosentase *losses* akan berkurang menjadi 0,05%. Berikut adalah kondisi perbaikan setelah adanya penurunan *losses* gula.

Tabel 5.44 Kondisi Perbaikan dari *Waste Not Utilizing Employees* Setelah Penurunan *Losses* Gula

Jumlah produksi terkalkulasi	% <i>losses</i> gula	Jumlah <i>losses</i> gula	Estimasi jumlah produksi aktual
52229,9	0,05%	26,11	52256,05

Dari analisa perbaikan yang dilakukan, berikut adalah nilai *losses* yang muncul untuk *waste not utilizing employees* setelah perbaikan.

Tabel 5.45 Perhitungan *Losses Not Utilizing Employees* Setelah Perbaikan

Jumlah <i>losses</i> gula	Profit/kg	Total <i>losses</i>
26,11 ton	Rp 2.300	Rp 60.064.431
<i>Losses</i> setelah perbaikan		Rp 60.064.431
<i>Losses</i> eksisting		Rp 228.816.880
% reduksi <i>losses</i>		73,75%

5.2.4.4 Target Perbaikan Terhadap *Waste Over inventory*

Untuk mengetahui pengaruh perbaikan terhadap *waste over inventory*, harus diketahui terlebih dahulu kondisi eksisting dari *inventories* yang terjadi yaitu sebagai berikut.

Tabel 5.46 Kondisi Eksisting dari *Inventories*

Bahan baku pembantu	Jumlah <i>inventory</i> (kg)
Asam phospat	11403,0
Belerang	29102,0
Flokulan	350,0
Kapur tohor	37910,5

Adanya perbaikan seperti peningkatan kinerja operator diharapkan akan membuat operator lebih serius dan mengikuti SOP yang ada, khususnya pada takaran bahan baku pembantu yang dicampurkan. Perbaikan tersebut diestimasikan dapat mengurangi jumlah *inventory* sebesar 10%.

Tabel 5.47 Kondisi Perbaikan dari *Over inventory* Setelah Pengurangan *Inventory*

Bahan baku pembantu	Jumlah <i>inventory</i> (kg)
Asam phospat	10262,7
Belerang	26191,8
Flokulan	315,0
Kapur tohor	34119,5

Selain itu, adanya kenaikan jumlah produksi, tentu membuat kebutuhan bahan baku pembantu mengalami penambahan. Bahan baku pembantu tambahan tersebut dapat diambil dari *inventory* yang ada sehingga dapat mengurangi jumlah *inventory* di gudang. Berikut merupakan kondisi *inventory* setelah adanya kenaikan jumlah produksi.

Tabel 5.48 Kondisi Perbaikan dari *Over inventory* Setelah Kenaikan Jumlah Produksi

Bahan baku pembantu	Tambahan produksi (ton)	Kebutuhan /ton (kg)	Tambahan bahan baku pembantu	<i>Inventory</i> awal	<i>Inventory</i> perbaikan	% perbaikan
Asam fosfat	31475,7	0,15	4721,4	10262,7	5541,3	46,01%
Belerang		0,35	11016,5	26191,8	15175,3	42,06%
Flokulan		0,003	94,4	315,0	220,6	29,98%
Kapur tohor		0,5	15737,9	34119,5	18381,6	46,13%

Berdasarkan Tabel 5.48, rata-rata besar penurunan *inventory* sekitar 40%. Dari analisa perbaikan yang dilakukan, berikut adalah nilai *losses* yang muncul untuk *waste over inventory* setelah perbaikan.

Tabel 5.49 Perhitungan *Losses Over inventory* Setelah Perbaikan

Bahan baku pembantu	<i>Inventory</i> perbaikan	Harga bahan baku pembantu /kg	<i>Losses</i> tiap jenis <i>inventory</i>
Asam fosfat	5541,3	Rp 12.100	Rp 67.050.219
Belerang	15175,3	Rp 3.000	Rp 45.525.883
Flokulan	220,6	Rp 100.000	Rp 22.057.281
Kapur tohor	18381,6	Rp 1.500	Rp 27.572.377
<i>Losses</i> setelah perbaikan			Rp 162.205.760
<i>Losses</i> eksisting			Rp 275.639.125
% reduksi <i>losses</i>			48,85%

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diperoleh estimasi besar pengaruh dari implementasi rekomendasi perbaikan terhadap masing-masing *waste*. Berikut adalah perbandingan antara *losses* eksisting dan *losses* perbaikan dari setiap *waste*.

Tabel 5.50 Perbandingan *Losses* Eksisting dengan Perbaikan

<i>Waste</i>	<i>Losses</i> eksisting	<i>Losses</i> perbaikan	Besar reduksi
<i>Waiting</i>	Rp 2.158.225.965	Rp 1.726.580.772	20,0%
<i>Defect</i>	Rp 854.820.602	Rp 673.171.686	21,25%
<i>Not utilizing employees knowledge, skill, and abilities</i>	Rp 228.816.880	Rp 61.330.938	73,2%
<i>Over inventory</i>	Rp 317.148.050	Rp 162.205.760	48,9%

5.2.5 Analisa KPI Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan, tentu indikator-indikator dari KPI mengalami perubahan. Oleh karena itu, perlu dilakukn perhitungan kembali untuk mengetahui bagaimana perubahan nilai masing-masing KPI.

5.2.5.1 Perbaikan KPI Produktivitas

Pada kondisi eksisiting, KPI produktivitas dihitung melalui nilai *Overall Equipment Efficiency* (OEE) yaitu sebesar 0,772. Berikut adalah perhitungan OEE setelah dilakukan perbaikan.

- *Availability*

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Operation Time} - \text{Downtime}}{\text{Operation Time}}$$

$$* \text{Operation time} = 2913,8 \text{ jam} \rightarrow 2871,22 \text{ jam}$$

$$* \text{Downtime} = 212,8 \text{ jam} \rightarrow 170,32 \text{ jam}$$

$$\text{Availability Rate} = \frac{2871,22 \text{ jam} - 170,32 \text{ jam}}{2871,22 \text{ jam}} = 0,941$$

- *Performance*

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Theoretical Cycle Time} \times \text{Actual Output}}{\text{Operation Time}}$$

$$* \text{Theoretical cycle time} = 0,048 \text{ jam/ton}$$

$$* \text{Actual output} = 49752,8 \text{ ton} \rightarrow 52229,9 \text{ ton}$$

* *Operation time* = 2913,8 jam → 2871,22 jam

$$\text{Performance Rate} = \frac{0,048 \text{ jam/ton} \times 52229,9 \text{ ton}}{2871,22 \text{ jam}} = 0,871$$

- *Quality*

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Actual Output} - \text{Defect}}{\text{Actual Output}}$$

* *Actual output* = 49752,8 ton → 52229,9 ton

* *Defect* = 1592,09 ton → 1253,771 ton

$$\text{Quality Rate} = \frac{52229,9 \text{ ton} - 1253,771 \text{ ton}}{52229,9 \text{ ton}} = 0,976$$

Sehingga, nilai *Overall Equipment Efficiency* (OEE) yaitu:

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability rate} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 0,941 \times 0,871 \times 0,976 \\ &= 0,800 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, nilai OEE perbaikan yaitu sebesar 0,800. Nilai ini mengalami kenaikan sebesar 0,066 atau 9,01% dari nilai OEE eksisting. Dikarenakan prinsip dari KPI produktivitas adalah *higher is better*, adanya kenaikan tersebut menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan memiliki efek yang baik bagi perusahaan.

5.2.5.2 Perbaikan KPI Kualitas

Pada kondisi eksisting, KPI kualitas dihitung melalui nilai *defect* yaitu sebesar 0,032. Berikut adalah perhitungan *defect* setelah dilakukan perbaikan.

$$\text{Defect} = \frac{\text{Total rejection}}{\text{Actual output}}$$

* *Total rejection* = 1592,09 ton → 1253,771 ton

* *Actual output* = 49752,8 ton → 52229,9 ton

$$Defect = \frac{1253,771 \text{ ton}}{52229,9 \text{ ton}} = 0,024$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, nilai *defect* perbaikan yaitu sebesar 0,024. Nilai ini mengalami penurunan sebesar 0,008 atau 24,98% dari nilai *defect* eksisting. Dikarenakan prinsip dari KPI kualitas adalah *smaller is better*, adanya penurunan tersebut menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan memiliki efek yang baik bagi perusahaan.

5.2.5.3 Perbaikan KPI Biaya

Pada kondisi eksisting, KPI kualitas dihitung melalui nilai *inventory* yaitu sebesar 0,109. Berikut adalah perhitungan *inventory* setelah perbaikan.

Tabel 5.51 Perhitungan KPI Biaya Perbaikan

Bahan baku pembantu	Pembelian (kg)	Penggunaan (kg)	Harga/kg	Total pembelian	Total penggunaan
Asam fospat	101499,8	95978,4	Rp 12.100	Rp 1.228.388.370	Rp 1.161.338.151
Belerang	252000,0	228625,8	Rp 3.000	Rp 731.403.300	Rp 685.877.417
Flokulan	2268,0	1912,8	Rp 100.000	Rp 213.340.000	Rp 191.282.719
kapur tohor	363628,7	304107,9	Rp 1.500	Rp 483.734.250	Rp 456.161.873
Total				Rp 2.656.865.920	Rp 2.494.660.160

$$\begin{aligned}
 Inventory &= \frac{\text{inventory available} - \text{production use}}{\text{inventory available}} \\
 &= \frac{Rp2.656.865.920 - Rp 2.494.660.160}{Rp 2.656.865.920} \\
 &= 0,065
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, nilai *inventory* perbaikan yaitu sebesar 0,065. Nilai ini mengalami penurunan sebesar 0,071 atau 52,19% dari nilai *inventory* eksisting. Dikarenakan prinsip dari KPI biaya adalah *smaller is better*, adanya penurunan tersebut menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan memiliki efek yang baik bagi perusahaan.

Berikut adalah perbandingan antara pencapaian masing-masing KPI produksi eksisting dengan sesudah dilakukan perbaikan.

Tabel 5.52 Perbandingan KPI Produksi Eksisting dengan Perbaikan

KPI	Prinsip	Nilai eksisting	Nilai perbaikan	% perbaikan
Produktivitas	<i>Higher is better</i>	0,736	0,8	8,7%
Kualitas	<i>Smaller is better</i>	0,032	0,024	25,0%
Biaya	<i>Smaller is better</i>	0,136	0,065	52,2%

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab 6 ini membahas mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta pemberian saran untuk keberlangsungan penelitian berikutnya.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang disusun harus menjawab tujuan penelitian yang sebelumnya telah dikemukakan. Berikut merupakan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

1. Berdasarkan identifikasi *waste E-DOWNTIME* yang dilakukan, terdapat 4 jenis *waste* yang ditemukan di perusahaan meliputi *defect, waiting, not utilizing employees knowledge, skill, and abilities*, serta *over inventory*. Sedangkan KPI produksi yang terkait dengan *waste* yang teridentifikasi tersebut yaitu KPI produktivitas, KPI kualitas, dan KPI biaya.
2. *Root cause* utama yang menimbulkan *waste defect* yaitu lamanya *breakdown* mesin serta kurang ketatnya inspeksi awal bahan baku. *Root cause* utama yang menimbulkan *waste waiting* yaitu kurangnya inspeksi dari operator serta kurangnya perawatan terhadap mesin. *Root cause* utama yang menimbulkan *waste not utilizing employees knowledge, skill, and abilities* yaitu kurangnya pelatihan *maintenance*, tidak adanya instruksi kerja yang jelas pada proses penimbangan, serta penggunaan timbangan yang masih manual. *Root cause* utama dari *waste over inventory* yaitu kurangnya pengawasan terhadap operator, serta adanya mesin yang mengalami kerusakan.
3. Terdapat tiga rekomendasi perbaikan yang diusulkan ke perusahaan yang meliputi:
 - a. Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan, berupa menyusun *checklist* untuk inspeksi dan pemeliharaan di setiap stasiun produksi, menyusun *form* aktivitas *maintenance*, serta memberikan pelatihan untuk operator *maintenance*.

- b. Melakukan perbaikan pada proses penimbangan produk, berupa mengganti timbangan manual dengan digital dan menambahkan instruksi kerja untuk proses penimbangan
 - c. Memperbaiki atau meningkatkan kinerja operator, berupa menyusun *form controlling* terkait kinerja operator dan menambahkan operator pada proses inspeksi awal tebu masuk
4. Adanya rekomendasi perbaikan yang dilakukan diharapkan dapat mereduksi *waste* dan dapat meningkatkan performansi. Implementasi rekomendasi perbaikan diestimasikan dapat mereduksi *losses* dari *waste defect* sebesar 21,25%, *waste waiting* sebesar 20,0%, *waste not utilizing employees knowledge, skill, and abilities* sebesar 73,75%, serta *waste over inventory* sebesar 48,45%. Sedangkan untuk pencapaian performansinya, diestimasikan dapat memperbaiki pencapaian KPI produktivitas sebesar 9,01%, KPI kualitas sebesar 24,98%, serta KPI biaya sebesar 52,19%.

6.2 Saran

berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan, berikut adalah saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Lingkup penelitian tidak hanya sebatas pada faktor *off-farm* (dalam pabrik) namun juga memperhatikan faktor *on-farm* (luar pabrik seperti kualitas tebu) sehingga analisa dapat dilakukan dengan lebih mendalam.
2. Penelitian dapat dilakukan hingga tahap *control* sehingga dapat mengetahui hasil nyata terhadap rekomendasi perbaikan yang diberikan.

LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 : Kuisoner Pembobotan Kriteria Performansi
- LAMPIRAN 2 : Kuisoner Pemilihan Alternatif Perbaikan
- LAMPIRAN 3 : Perhitungan Performansi Alternatif Perbaikan
- LAMPIRAN 4 : Form Inspeksi dan Pemeliharaan
- LAMPIRAN 5 : Form Aktivitas Perbaikan Mesin
- LAMPIRAN 6 : Perbaikan Proses Penimbangan
- LAMPIRAN 7 : Form *Controlling* Kinerja Operator

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 1

Kuisoner Pembobotan Kriteria Performansi

KUISONER PEMBOBOTAN KRITERIA PENILAIAN PERFORMANSI ALTERNATIF PERBAIKAN DI PG REJO AGUNG BARU

Penulis mengharapkan kesediaan bapak/ibu/saudara untuk mengisi kuisoner ini yang bertujuan untuk mengetahui bobot kriteria penilaian performansi alternatif perbaikan untuk meningkatkan performansi dan kinerja proses produksi PG Rejo Agung Baru.

Skala Penilaian:

- 1 = Kedua kriteria dianggap sama penting
- 3 = Kriteria yang satu sedikit lebih penting dari kriteria yang lain.
- 5 = Kriteria yang satu lebih penting dari kriteria yang lain
- 7 = Satu kriteria jelas lebih mutlak penting dari kriteria yang lain
- 9 = Satu kriteria mutlak penting daripada kriteria yang lain
- 2,4,6,8 = Nilai diantara dua pertimbangan yang ada

Contoh pengisian

Apabila dianggap kriteria pertama lebih penting dari kriteria kedua maka lingkari angka 5 pada sisi kiri.

Kriteria Penilaian	Bobot																Kriteria Penilaian	
Kriteria 1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriteria 2

Apabila dianggap kriteria pertama lebih penting dari kriteria kedua maka lingkari angka 5 pada sisi kanan.

Kriteria Penilaian	Bobot																Kriteria Penilaian	
Kriteria 1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriteria 2

Bapak/ibu/saudara dapat mengisi penilaian kriteria alternatif perbaikan pada *form* berikut.

Kriteria Penilaian	Bobot																Kriteria Penilaian	
Lama <i>downtime</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah <i>defect</i>
Lama <i>downtime</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah produksi
Jumlah <i>defect</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah produksi

Madiun, Juni 2016

()

LAMPIRAN 2

Kuisiener Pemilihan Alternatif Perbaikan

KUISONER PEMILIHAN ALTERNATIF PERBAIKAN DI PG REJO AGUNG BARU

Kuisiener ini dilakukan untuk memilih rekomendasi alternatif perbaikan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan penulis. Berikut ini adalah daftar rekomendasi alternatif perbaikan yang diajukan ke perusahaan.

No	Kombinasi Alternatif	Keterangan
1	0	Kondisi eksisting
2	1	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan
3	2	Melakukan perbaikan proses penimbangan produk
4	3	Memperbaiki kinerja operator
5	1,2	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan dan melakukan perbaikan proses penimbangan produk
6	1,3	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan dan memperbaiki kinerja operator
7	2,3	Melakukan perbaikan proses penimbangan produk dan memperbaiki kinerja operator
8	1,2,3	Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan, melakukan perbaikan proses penimbangan produk, dan memperbaiki kinerja operator

1. Alternatif 1 : Memperbaiki proses inspeksi dan pemeliharaan
 - Menyusun *checklist* untuk inspeksi dan pemeliharaan setiap stasiun
 - Menyusun *form* aktivitas *maintenance*
 - Memberikan pelatihan untuk operator *maintenance*
2. Alternatif 2 : Melakukan perbaikan pada proses penimbangan produk
 - Mengganti timbangan manual dengan digital
 - Menambahkan SOP untuk proses penimbangan
3. Alternatif 3 : Memperbaiki atau meningkatkan kinerja operator
 - Menyusun *form controlling* terkait kinerja operator
 - Menambahkan operator pada proses inspeksi awal tebu masuk

Kemudian, Bapak/Ibu/Saudara dimohon untuk mengisi kolom berikut sesuai tingkat kepentingan dari skala 1- 9. Berikut ini adalah tabel kepentingan untuk pengisian pemilihan alternatif perbaikan.

Skala Prioritas	Keterangan
1	Sama pentingnya
2	Sama hingga sedikit lebih penting
3	Sedikit lebih penting
4	Sedikit lebih hingga jelas lebih penting
5	Jelas lebih penting
6	Jelas hingga sangat jelas lebih penting
7	Sangat jelas lebih penting
8	Sangat jelas lebih penting hingga mutlak lebih penting
9	Mutlak lebih penting

Berikut adalah tabel pemilihan rekomendasi alternatif perbaikan.

Kombinasi Alternatif	Kriteria		
	Lama <i>downtime</i>	Jumlah <i>defect</i>	Jumlah Produksi
0			
1			
2			
3			
1,2			
1,3			
2,3			
1,2,3			

Madiun, Juni 2016

()

LAMPIRAN 3

Perhitungan Pemilihan Alternatif Perbaikan

a. Pembobotan parameter performansi

Kriteria	Tingkat kepentingan																	Kriteria
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lama maintenance																		Defect
Lama maintenance																		Jumlah produksi
Defect																		Jumlah produksi

b. Input pada Software Expert Choice

	Lama Breakdown	Defect	Jumlah Produksi
Lama Breakdown		2,0	3,0
Defect			2,0
Jumlah Produksi	Incon: 0,01		

c. Output pada Software Expert Choice



d. Rekap penilaian kombinasi alternatif terhadap parameter : lama *downtime*

Alternatif 0

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												6
2												5
3												6
4												7
Total Nilai												24

Alternatif 1,2

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												9
2												7
3												8
4												8
Total Nilai												32

Alternatif 1

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												7
3												8
4												7
Total Nilai												30

Alternatif 1,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												7
3												8
4												8
Total Nilai												31

Alternatif 2

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												9
2												8
3												7
4												8
Total Nilai												32

Alternatif 2,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												8
3												7
4												9
Total Nilai												32

Alternatif 3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												8
3												7
4												8
Total Nilai												31

Alternatif 1,2,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												9
2												9
3												8
4												9
Total Nilai												35

e. Rekap penilaian kombinasi alternatif terhadap parameter : *defect*

Alternatif 0

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												7
2												6
3												6
4												7
Total Nilai											26	

Alternatif 1,2

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												7
3												7
4												8
Total Nilai											30	

Alternatif 1

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												8
3												7
4												8
Total Nilai											31	

Alternatif 1,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												7
2												8
3												7
4												9
Total Nilai											31	

Alternatif 2

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												7
2												7
3												6
4												8
Total Nilai											28	

Alternatif 2,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												7
2												8
3												7
4												9
Total Nilai											31	

Alternatif 3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												7
2												8
3												7
4												9
Total Nilai											31	

Alternatif 1,2,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												8
3												7
4												9
Total Nilai											32	

f. Rekap penilaian kombinasi alternatif terhadap parameter : jumlah produksi

Alternatif 0

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												6
2												7
3												7
4												6
Total Nilai											26	

Alternatif 1,2

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												9
3												8
4												9
Total Nilai											34	

Alternatif 1

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												9
3												8
4												9
Total Nilai											34	

Alternatif 1,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												9
3												8
4												9
Total Nilai											34	

Alternatif 2

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												7
2												8
3												8
4												8
Total Nilai											31	

Alternatif 2,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												9
3												8
4												8
Total Nilai											33	

Alternatif 3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												9
3												8
4												8
Total Nilai											33	

Alternatif 1,2,3

Responden	Skala penilaian										Nilai	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1												8
2												9
3												9
4												9
Total Nilai											35	

LAMPIRAN 4
Form Inspeksi dan Pemeliharaan

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER SHIFT

STASIUN : GILINGAN
OPERATOR :

TANGGAL :
SHIFT :

No	MESIN / PERALATAN	PEKERJAAN	Frekuensi pekerjaan	JAM KE-								Keterangan	
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Crane tebu	Pengecekan minyak pelumas	8 jam sekali										
2		Pengecekan stall drad kabel	1 jam sekali										
3		Pengecekan kampas rem	8 jam sekali										
4	Meja tebu	Penambahan minyak pelumas gear box	8 jam sekali										
5		Pelumasan rantai penggerak roda gigi	8 jam sekali										
6	Unigator	Pengecekan baut – baut yang kendur	8 jam sekali										
7		Pengecekan kopling unigrator	8 jam sekali										
8		Pengecekan pelumas block bearing	8 jam sekali										
9	Gilingan	Pengecekan bukaan kerja roll depan dan roll belakang	8 jam sekali										
10		Pengecekan pelumas bantalan dan roda gigi pemerah	8 jam sekali										
11		Pengecekan benda yang lolos dari plat engine	1 jam sekali										
12	Penggerak gilingan	Pengecekan kecepatan putar	1 jam sekali										
13	Krepyak Tebu	Penambahan minyak pelumas gear box	8 jam sekali										
14		Pengecekan sambungan rantai dan plat krepyak	8 jam sekali										
15	Elevator	Penambahan minyak pelumas gear box	8 jam sekali										
16	Final bagase carrier	Pelumasan bearing garu ampas dengan albania grease	8 jam sekali										
17	Hidrolik sistem	Pengecekan saluran pipa minyak	8 jam sekali										
18	Saringan nira mentah	Pembersihan ampas yang masuk pada bak nira mentah	1 jam sekali										
19		Pengecekan kebocoran dan kinerja pompa	1 jam sekali										

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER SHIFT

STASIUN : PEMURNIAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Jam ke-								Keterangan
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Timbangan nira mentah	Pengecekan kebenaran timbangan	8 jam sekali									
2		Pengecekan as klep	8 jam sekali									
3	Pompa nira tertimbang	Pengecekan packing	8 jam sekali									
4		Pelumasan bearing pompa dengan alvania grease	8 jam sekali									
5	Peti karbonatasi i	Pembersihan pada masing-masing peti	8 jam sekali									
6	Peti tunggu nira karbonatasi	Pengecekan kapasitas nira yang tertampung	1 jam sekali									
7		Pembersihan saringan nira	1 jam sekali									
8	Pompa nira karbonatasi i	Pengecekan uap agar tetap stabil	1 jam sekali									
9		Pelumasan pada bagian engkol dengan oli	8 jam sekali									
10		Pengecekan keadaan klep	8 jam sekali									
11	Penapis nira	Pelumasan pada pemutar dan baut-baut pengikat	8 jam sekali									
12		Pembersihan blotong dari hasil penyaringan	1 jam sekali									
13		Pengecekan dan penggantian kain press bila rusak	8 jam sekali									
14	Tangki sulfitasi nira encer	Pengecekan kondisi sekat parabolik	1 jam sekali									
15		Pengecekan kondisi payung SO2.	1 jam sekali									
16		Pengecekan kondisi over flow/luapan.	1 jam sekali									
17		Pembersihan area tangki	8 jam sekali									
18	Tobong gamping	Pelumasan dear lift tobong gamping dengan oil SM	8 jam sekali									
19		Pengecekan batu tahan api	8 jam sekali									

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER SHIFT

STASIUN : PENGUAPAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Jam ke-								Keterangan
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Badan evaporator	Pembersihan pipa-pipa calandria	8 jam sekali									
2	Kondensor	Pengecekan kapasitas air injeksi	1 jam sekali									
3		Pengecekan kebocoran vacuum	1 jam sekali									
4	pompa air kondensor	Pengecekan kecepatan putar disesuaikan penggunaan	1 jam sekali									
5	Pompa kondensat pan penguapan	Pelumasan pada metal-metal dengan oli selinap	8 jam sekali									
6		Pengecekan kecepatan putaran	1 jam sekali									
7		Pengecekan air yang dipompa	1 jam sekali									
8	Pompa vacuum pan penguapan	Pembersihan minyak pada metal-metal dengan oli selinap	8 jam sekali									
9		Pengecekan kecepatan putaran disesuaikan penggunaan	1 jam sekali									
10	Pompa nira kental	Pelumasan pada metal-metal dengan oli sabana	8 jam sekali									
11		Pengecekan kecepatan putaran disesuaikan penggunaan	1 jam sekali									
12	Tangki sulfitasi	Pengecekan kapasitas nira yang tertampung	1 jam sekali									
13		Pembersihan pipa SO2 yang tersumbat	8 jam sekali									
14	Pompa air injeksi	Pelumasan pada metal-metal dengan oli sabana	8 jam sekali									
15		Pengecekan kecepatan putaran disesuaikan penggunaan	1 jam sekali									

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER SHIFT

STASIUN : MASAKAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Jam ke-								Keterangan
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Pan masakan	Pengecekan kebocoran vaccum	1 jam sekali									
2		Pengecekan kebocoran/tumpahan nira quite	1 jam sekali									
3		Pengecekan kinerja manometer/thermometer	1 jam sekali									
4		Pengecekan ampere motor pengaduk	1 jam sekali									
5		Pembersihan area pan masakan	8 jam sekali									
6	Kondensor Masakan	Pembersihan area kondenser	8 jam sekali									
7	Pompa Injeksi	Pengontrolan kecepatan disesuaikan penggunaan	1 jam sekali									
8		Pengecekan baut-baut pondasi	8 jam sekali									
9		Pengecekan dan penambahan pelumas	8 jam sekali									
10		Pengecekan kebocoran packing dan kondisi V-belt	1 jam sekali									
11		Pengecekan badan motor dan adanya getaran	1 jam sekali									
12		Pengecekan kelancaran air pendingin	1 jam sekali									
13		Pembersihan area pompa	8 jam sekali									
14	Peti Nira Kental	Pembersihan area tangki	8 jam sekali									
15	Peti Stroop	Pembersihan area tangki	8 jam sekali									
16	Palung Pendingin	Pelumasan rantai dan roda gigi pengaduk	8 jam sekali									
17		Pengecekan saluran air pendingin	1 jam sekali									
18	Talang Ulir	pembersihan talang ulir magma	8 jam sekali									
19	Pompa Rota	Pelumasan roda penggerak	8 jam sekali									

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Jam ke-								Keterangan	
				1	2	3	4	5	6	7	8		
20	Pompa	Pelumasan bearing pompa dengan alvania grease	8 jam sekali										
21	Kondensat	Pengecekan suara dan getaran pompa	1 jam sekali										
22	Pompa vacum	Pelumasan bearing-bearing pompa	8 jam sekali										
23		Pengecekan air pendingin pompa dan seal water pump	1 jam sekali										
24		Pengecekan getaran pompa	1 jam sekali										

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER SHIFT

STASIUN : PUTARAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	MESIN / PERALATAN	PEKERJAAN	Frekuensi pekerjaan	JAM KE-								Keterangan	
				1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Putaran Gula	Pengecekan kondisi talang	1 jam sekali										
2	SHS	Pengecekan getaran putaran motor	1 jam sekali										
3	Putaran Gula A dan C	Pengecekan kondisi talang	1 jam sekali										
4		Pengecekan getaran putaran motor	1 jam sekali										
5	Putaran Gula D	Pengecekan kondisi talang	1 jam sekali										
6		Pengecekan getaran putaran motor	1 jam sekali										
7	Talang Goyang	Pengecekan kekencangan baut pondasi	8 jam sekali										
8		Pengecekan kondisi pegas	8 jam sekali										
10	Air Drying (pengering)	Pembersihan saringan	8 jam sekali										
11		Pengecekan baut-baut pengikat pegas	8 jam sekali										
13		Pelumasan bearing motor penggerak	8 jam sekali										

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER MINGGU

STASIUN : GILINGAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Check	Keterangan
1	Crane tebu	Pelumasan roda jalan	1x seminggu		
2	Meja tebu	Pemberian pelumas pada roda gigi dengan minyak SM	1x seminggu		
3	Penggerak gilingan	Pemberian minyak pelumas dengan minyak selinap	1x seminggu		
4	Krepyak tebu	Pengecekan pelumas pada roda rantai dengan minyak SM	1x seminggu		
5	Elevator	Pelumasan rantai penggerak dengan minyak atau oli	1x seminggu		
6	Final bagase	Pelumasan roda penggerak dengan minyak	1x seminggu		
7	carrier	Perbaiki garu yang bengkok	1x seminggu		
8	Hidrolik sistem	Perbaiki packing pipa yang bocor	1x seminggu		

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER MINGGU

STASIUN : PEMURNIAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Check	Keterangan
1	Timbangan Nira Mentah	Pelumasan pada tiap-tiap klepnya dengan alvania grease	1x seminggu		
2	Juice Heater	Penyekrapan pipa nira	1x seminggu		
3		Perbaiki packing-packing deksel	1x seminggu		
4		Pengantian pipa-pipa nira bila bocor	1x seminggu		
5	Peti Karbonatasi II	Mengganti klep afslouter bila sudah rusak	1x seminggu		

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER MINGGU

STASIUN : PENGUAPAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Check	Keterangan
1	Badan evaporator	Perbaikan packing yang bocor	1x seminggu		
2		Penggantian pipa calandria yang bocor	1x seminggu		
3		Pembersihan seluruh badan penguapan	1x seminggu		
4	Pompa air kondensor	Pelumasan dalam metal-metal agar tidak aus dengan oli	1x seminggu		
5	Pompa vacum pan penguapan	Penggantian klep-klep pompa bila rusak.	1x seminggu		

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER MINGGU

STASIUN : MASAKAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Check	Keterangan
1	Kondensor Masakan	Perbaikan pipa <i>vacum</i> dan packing yang rusak atau bocor	1X seminggu		
2	Talang Ulir	Perbaikan packing yang bocor	1X seminggu		
3	Pompa Rota	Perbaikan packing yang bocor	1X seminggu		

FORM INSPEKSI DAN PEMELIHARAAN MESIN DAN PERALATAN PER MINGGU

STASIUN : PUTARAN
 OPERATOR :

TANGGAL :
 SHIFT :

No	Mesin / peralatan	Pekerjaan	Frekuensi pekerjaan	Check	Keterangan
1	Putaran Gula SHS	Pelumasan pada block bearing	1x seminggu		
2	Putaran Gula A dan C	Pelumasan pada block bearing	1x seminggu		
3	Putaran Gula D	Pelumasan pada block bearing	1x seminggu		
4	Talang Goyang	Pengecekan dan penambahan pelumas	1x seminggu		
5	Air Drying (pengering)	Pelumasan engkol penggerak saringan	1x seminggu		

LAMPIRAN 5
Form Aktivitas Perbaikan Mesin

LAPORAN AKTIVITAS PERBAIKAN MESIN STASIUN _____

No	Mesin	Tgl	Komponen rusak	Deskripsi kerusakan	Jam kerusakan		Tindakan perbaikan	Jam perbaikan		Operator	Keterangan
					Mulai	Selesai		Mulai	Selesai		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 6

Perbaikan Instruksi Kerja Proses Penimbangan

INSTRUKSI KERJA

PROSES PENIMBANGAN

PENANGGUNG JAWAB : KEPALA GUDANG DAN TIMBANGAN

DESKRIPSI :

1. Sambungkan kabel pada stop kontak apabila baterai sudah hampir habis
2. Nyalakan timbangan digital dengan menekan panel on/off
3. Pastikan angka digital menunjukkan angka 0 (nol)
4. Letakkan karung berisi gula keatas timbangan
5. Tunggu sampai angka digital benar-benar berhenti
6. Pastikan berat beban (karung + gula) antara 50,2 - 50,25 kg
 - Apabila melebihi toleransi, kurangi gula sampai berat beban berada antara 50,2 -50,25 kg
 - Apabila kurang beban kurang dari toleransi, tambahkan gula sampai berat beban berada antara 50,2 -50,25 kg
7. Pindahkan karung ke proses penjahitan
8. Matikan timbangan dengan menekan panel on/off, apabila sudah tidak digunakan
9. Lepas kabel dari stop kontak apabila indikator baterai sudah menunjukkan baterai penuh

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN 7

Form *Controlling* Kinerja Operator

LEMBAR PENILAIAN KINERJA OPERATOR

Nama Operator : _____ Stasiun/Departemen : _____

Nama Penilai : _____ Tanggal : _____

No	Uraian penilaian	Penilaian				
		0-20	21-40	41-60	61-80	81-100
1	Aspek ketepatan Kerja					
a	Menjalankan pekerjaan sesuai dengan SOP					
b	Melakukan pencatatan pengontrolan dengan baik					
c	Mematuhi atau menjalankan instruksi dari atasan					
d	Tidak terjadi permasalahan akibat kelalaian operator					
e	Mengambil keputusan di lapangan dengan tepat					
2	Aspek kedisiplinan					
a	Kehadiran tepat waktu					
b	Menjaga kebersihan dan kerapian lingkungan kerja					
c	Rasa tanggung jawab terhadap pekerjaan					
d	Menyelesaikan pekerjaan dengan tepat waktu					
3	Aspek sosial					
a	Mampu bekerja sama antar operator					
b	Mampu berkoordinasi dengan pekerja stasiun/departemen lain					

Sistem penilaian :

Skala penilaian	Deskripsi
0-20	Kinerja operator sangat buruk, hasil pekerjaan tidak memuaskan
21-40	Kinerja operator cukup buruk, hasil pekerjaan cukup tidak memuaskan
41-60	Kinerja operator sedang, hasil pekerjaan cukup memuaskan
61-80	Kinerja operator cukup baik, hasil pekerjaan memuaskan
81-100	Kinerja operator sangat baik, hasil pekerjaan sangat memuaskan

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab 6 akan dibahas mengenai kesimpulan dan saran terkait dengan penelitian ini. kesimpulan akan menjawab tujuan dan saran diberikan untuk penelitian selanjutnya.

5.3 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Aktivitas di rantai produksi MSK dan MSB dibagi ke dalam tiga klasifikasi yaitu *value added* (VA), *necessary but non value added* (NNVA), dan *non value added* (NVA). Masing-masing persentase dari aktivitas tersebut untuk keseluruhan aktivitas di rantai produksi MSK dan MSB yaitu 42% VA, 53% NNVA, dan 5% NVA.
2. Pada rantai produksi MSK dan MSB di PT Maya Muncar teridentifikasi 4 jenis *waste* yang menimbulkan pemborosan di rantai produksi. *Waste* tersebut diantaranya *waste transportation*, *defect*, *waiting*, dan inventori WIP. Total nilai kerugian biaya dari keempat *waste* tersebut sebesar Rp 910.668.860.
3. Performansi perusahaan saat ini dapat dilihat dari nilai *sigma* setiap elemen *waste* yang teridentifikasi. Nilai *sigma waste transportation* yaitu 4,35 *sigma*, nilai *sigma waste defect* yaitu 5,22 *sigma* untuk MSK dan 4,97 *sigma* untuk MSB, nilai *sigma waste waiting* sebesar 4,47 *sigma* untuk MSK dan 4,62 *sigma* untuk MSB, dan nilai *sigma* inventori sebesar 4,65 *sigma*.
4. Akar permasalahan dari *waste* yang teridentifikasi dengan nilai RPN ≥ 125 yaitu diantaranya tidak ada konveyor di area *cutting – packing*, *packaging* produk jadi masih manual, masih ada timbangan yang analog pada proses *packing*, tidak ada alat ukur ketebalan cat kaleng, waktu penyimpanan ikan yang terlalu lama, kapabilitas mesin *exhaust box* menurun, tidak ada QC di proses *decanting*, dan pekerja kurang teliti.

5. Rekomendasi perbaikan yang diberikan yaitu berdasarkan *action taken* yang dikembangkan dari RCA pada FMEA dengan nilai RPN ≥ 125 . Rekomendasi perbaikan tersebut yaitu 1. peningkatan kualitas *raw material*, 2. Pengurangan *defect* proses, 3. pengurangan *defect* produk jadi. Alternatif perbaikan dipilih berdasarkan *value management* dengan *value* sebesar 1,092 yaitu kombinasi antara alternatif 1 dan 2.
6. Setelah alternatif perbaikan 1, 2 diimplementasikan didapatkan nilai *sigma* perbaikan yaitu nilai *sigma waste transportation* menjadi 4,48 *sigma*, nilai *sigma waste defect* menjadi 5,31 *sigma* untuk MSK dan 5,06 untuk MSB, nilai *sigma waste waiting* menjadi 4,69 *sigma* untuk MSK dan 4,74 *sigma* untuk MSB, dan nilai *sigma waste inventori* menjadi 4,75 *sigma*. Total reduksi biaya setelah alternatif perbaikan 1, 2 diimplementasikan yaitu sebesar Rp 284.138.288.

5.4 Saran

Setelah dilakukan penelitian Tugas Akhir ini, kemudian diberikan saran terkait dengan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan komunikasi dengan semua pihak departemen PT Maya Muncar agar informasi yang didapatkan lebih banyak.
2. Penelitian selanjutnya seharusnya menghitung *incremental NPV* dan ROR agar diketahui *payback periode* jika dilakukan investasi perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bortolott, T., Danese, P., & Romano, P. (2013). Assessing The Impact of Just-in-time on Operational Performance at Varying Degrees of Repetitiveness. *International Journal of Production Research*, Vol. 51(Iss. 4), Hal. 1117-1130.
- Breyfogle, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods, Second Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Dell'Isola, D. H. (1986). *Quality Control, 2nd edition*. Prentice-Hall International.
- Dogget, M. (2005). Root Causes Analysis: A Framework for Tool Selection. *QMJ*, Vol. 12, hal. 35.
- Fanani, Z. (2011). Implementasi Lean Manufaktur untuk Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus pada PT Ekamas Fortuna Malang). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi*, Vol. 44, Hal. 2.
- Gaspersz, V. (2006). *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*. U.S.: McGraw-Hill.
- Gorantiwar, V., & Shrivastava, R. (2014). Identification of Critical Success Factors for Quality Productivity Management Approach in Different Industries. *International Journal of Productivity and Quality Management*, Vol. 14 No. 1, Hal. 66-106.
- Haefner, B., Kraemer, A., Stauss, T., & Lanza, G. (2014). Quality Value Stream Mapping. *Procedia CIRP*, Hal. 254-259.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. United Kingdom: Lean Enterprise Research Centre.
- Hofer, C., Eroglu, C., & Hofer, A. R. (2012). The Effect of Lean Production on Financial Performance The mediating Role of Inventory Leanness. *International Journal of Production Economics*, Vol. 138(Iss. 2), Hal. 242–253.

- Ishikawa, K. (1992). *Pengendalian Mutu Terpadu. Diterjemahkan oleh Budi Santoso*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Karlsson, C., & Ahlstrom, P. (1996). Assessing Changes Toward Lean Production. *International Journal of Operation & Production Management*, Vol. 16(Iss 2), hal. 24-41.
- Latino, R. J., & Latino, K. C. (2002). *Root Cause Analysis*. U.S.: CRC Press.
- Monden, Y. (1993). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, second edition*. GA: Industrial Engineering and Management Press.
- Pande, P. S., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2000). *The Six Sigma Way: Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta: Penerbit Anda.
- Piercy, N., & Rich, N. (2009). Lean Transformation in The Pure Service Environment: The Case of Call Service Centre. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29 No. 1, Hal 54-76.
- Psychogios, A., Atanasovski, J., & Tsironis, L. (2012). Lean Six Sigma in Service Context: A Multifactor Application Approach in The Telecommunication Industry. *International Journal of Quality and Reliability Managment*, Vol. 29 No. 1, hal. 122-139.
- Tangkap, D. J. (2013). *Jumlah Perusahaan Penangkapan Ikan Menurut Status Permodalan*. BPS.
- Tjahjono, B., Ball, P., Vitanov, V., Scorzafave, C., Nogueira, J., Calleja, J., et al. (2010). Six Sigma: Literature Review. *International Journal of Lean Six Sig*, Vol. 1(Iss 3), Hal. 216-233.
- Wignjosoebroto, S. (1995). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta: Guna Widya.
- Wijayanti, T. N. (2014). Analisis Value Stream Mapping (VSM) untuk Mengidentifikasi Non Added Value pada Sistem Produksi Tambang Batu Andesit pada P.D Budi Utomo di Purwokerto, Provinsi Jawa Tengah. *Thesis (S1)*, Hal 41-42.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Schuster.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Niken Wahyuningrum merupakan putri bungsu (tiga bersaudara) dari pasangan suami istri Bapak Karmani dan Ibu Sunarsih. Penulis lahir di Kabupaten yang dijuluki sebagai Sunrise of Java yaitu Banyuwangi pada tanggal 05 November 1994. Sampai tahun 2016 ini penulis telah menempuh jenjang pendidikan formal sekolah di SDN 07 Sumberberas, SMPN 1 Muncar, dan SMAN 1 Genteng tepatnya di Kabupaten Banyuwangi. Mulai tahun 2012 penulis mulai mengambil jenjang pendidikan di perguruan tinggi di Surabaya tepatnya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya program S1 Teknik Industri angkatan 2012.

Selama di perguruan tinggi ITS ini, penulis berkesempatan menjadi anggota dari Masyarakat Studi Islam TI (MSI Ulul Ilmi) di departemen Syiar. Selain itu penulis juga berkesempatan menjadi finalis Juara 2 Lomba LKTI UM pada Oktober 2014. Penulis juga aktif mengikuti kepanitiaan kegiatan yang diadakan oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Industri dan MSI Ulul Ilmi. Pada Semester 7, penulis berkesempatan melaksanakan Kerja Praktek di GMF (*Garuda Maintenance Facility*) Tangerang. Penulis dapat dihubungi terkait dengan penelitian ini pada +6282330446224 atau email niken015@gmail.com.