



**TUGAS AKHIR - TI 091324**

**REDUKSI WASTE DAN PENINGKATAN KUALITAS PADA PROSES  
PRODUKSI *ROLL* GILINGAN TEBU DENGAN PENDEKATAN  
METODOLOGI *LEAN SIX SIGMA* (STUDI KASUS : PT. BARATA  
INDONESIA, GRESIK)**

**HYSMI RAMADAN ADI NUGROHO  
NRP 2510 100 045**

**Dosen Pembimbing  
H. Hari Supriyanto**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**



**FINAL PROJECT - TI 091324**

**WASTE REDUCTION AND QUALITY IMPROVEMENT OF CANE  
CRUSHER MILL PRODUCTION PROCESS WITH LEAN SIX SIGMA  
APPROACH (CASE STUDY : PT. BARATA INDONESIA, GRESIK)**

**HYSMI RAMADAN ADI NUGROHO  
NRP 2510 100 045**

**Supervisor  
H. Hari Supriyanto**

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**

**REDUKSI WASTE DAN PENINGKATAN KUALITAS PADA  
PROSES PRODUKSI ROLL GILINGAN TEBU DENGAN  
PENDEKATAN METODOLOGI LEAN SIX SIGMA (STUDI  
KASUS : PT. BARATA INDONESIA, GRESIK)**

**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

Oleh :

**HYSMI RAMADAN ADI NUGROHO**

**NRP. 2510 100 045**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



**H. Hari Supriyanto**

**NIP. 196002231985031002**



# **Reduksi Waste Dan Peningkatan Kualitas Pada Proses Produksi Roll Gilingan Tebu Dengan Pendekatan Metodologi *Lean Six Sigma***

(Studi Kasus : PT. Barata Indonesia, Gresik)

Nama Mahasiswa : Hysmi Ramadan A N  
NRP : 2510100045  
Jurusan : Teknik Industri FTI-ITS  
Pembimbing : H. Hari Supriyanto

## **ABSTRAK**

Seiring dengan perkembangan zaman, semakin banyak bidang-bidang industri baru yang bermunculan. Hal ini sangat baik untuk mendukung inovasi-inovasi atau ide dari anak bangsa dengan memunculkan banyak industri yang bergerak di berbagai bidang. Bidang industri *metal works* dan *engineering* merupakan salah satu bidang yang banyak dibutuhkan oleh perusahaan lain sebagai pemasok untuk membuat komponen. PT Barata Indonesia merupakan salah satu BUMN yang bergerak di bidang *metal works* dan *engineering*. Salah satu mitra dari PT Barata yang rutin melakukan order adalah perusahaan pabrik gula untuk memesan *roll* gilingan tebu baru untuk mengganti *roll* gilingan yang telah rusak.

*Roll* gilingan terdiri atas dua komponen yaitu poros dan mantel. Namun dalam proses produksinya terdapat beberapa masalah pemborosan seperti jumlah *defect* yang cukup tinggi berupa keropos dan *crack* pada mantel. Dan jika terjadi *defect* keropos yang sangat parah (hingga mencapai 90%) maka mantel akan dilebur kembali untuk dijadikan bahan baku atau melakukan pembuatan ulang mantel yang akan memakan waktu lama hingga siap untuk dilakukan proses assembly dengan poros. Untuk menyelesaikan masalah pemborosan yang terjadi pada proses produksi *roll* gilingan tersebut dilakukan penelitian dengan menggunakan konsep *six sigma* untuk mengetahui penyebab permasalahan yang terjadi dan bagaimana cara mencari solusi untuk permasalahan tersebut. Metode yang digunakan antara lain *Root Cause Analysis* untuk mencari akar permasalahan yang kemudian digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* untuk menentukan alternatif perbaikan yang dapat dilakukan. Setelah itu alternatif-alternatif yang telah disusun dicari alternatif terbaik dengan *value engineering*.

Hasil dari penelitian ini adalah ditemukan tiga *waste* kritis pada proses produksi *roll* gilingan yaitu *defect*, *waiting*, dan *excess processing*. Di mana alternatif perbaikan yang terpilih adalah alternatif 1 dengan value tertinggi sebesar 2,13 dilakukannya penjadwalan ulang *preventive maintenance* mesin *induction furnace* untuk mereduksi jumlah *defect* yang berdampak pada berkurangnya jumlah *rework* dan waktu *waiting* yang disebabkan oleh terjadinya *rework* pada mantel yang *defect*.

**Kata Kunci :** *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Lean Six Sigma, Root Cause Analysis (RCA), Value Engineering, Waste*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **Waste Reduction and Quality Improvement of Cane Crusher Mill Production Process With Lean Six Sigma Approach**

(Case Study : PT. Barata Indonesia, Gresik)

Student Name : Hysmi Ramadan A N  
NRP : 2510100045  
Departement : Industrial Engineering ITS  
Preceptor : H. Hari Supriyanto

## **ABSTRACT**

There are so many new industrial segment come out over the time. That is good to support the innovation or new idea from the peoples and makes new industries in every segment. The metal works and engineering is one of the segment that needed by other industries to support with making the component for them. PT Barata Indonesia is a BUMN that works in metal works and engineering segment. One of the client that always order for PT Barata Indonesia's product is cane industries. The routine order from cane industries are for cane crusher mills to exchange their broken cane crusher mills.

Cane crusher mills are arranged by shell and a shaft. But there are some troubles in the production process like a high frequencies of defect like a porous and crack. And if the porous defect is highly rated (up to 75%) the shell need to be smelted to raw material and started to make a new shell to replace the smelted one until its ready for assembly process with the shaft. To resolve the problem on the production process of cane crusher mill, the writer do a research with six sigma concept to find the causes and how to resolve the problem. The method that used are Root Cause Analysis to find the root cause of any problems than using the Failure Mode and Effect Analysis to generate some improvement alternative that can be used to solve the problem. After the alternatives are generated, than find the best alternative by using value engineering.

As the result of this research, there are founded three critical waste in the production process of cane crusher mill, that three waste are defect, waiting, and excess processing. The selected alternative is the alternative with the highest value (2,13), alternative one. Alternative one is rescheduling the preventive maintenance of the induction furnace machine to reduce the defect that can make reduction of the rework and waiting time that caused by doing rework for the defected shell.

**Key Words : Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Lean Six Sigma, Root Cause Analysis (RCA), Value Engineering, Waste**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan petunjuk-Nya kepada penulis sehingga Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Reduksi *Waste* Dan Peningkatan Kualitas Pada Proses Produksi *Roll* Gilingan Tebu Dengan Pendekatan Metodologi *Lean Six Sigma* (studi kasus : PT Barata Indonesia)” dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis saat proses penulisan laporan tugas akhir, yaitu:

1. Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya serta junjungan Nabi Muhammad SAW sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan
2. Bapak serta Ibu sebagai orang tua penulis yang telah memberikan kasih sayang, doa, dan semangat yang tak pernah berhenti.
3. Bapak H. Hari Supriyanto, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan nasihat selama proses perkuliahan.
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan manfaat bagi penulis selama berkuliah di Teknik Industri ITS
5. Bapak Zainal, Mbak Dinar, serta Mbak Fitri selaku pembimbing dari pihak perusahaan yang senantiasa membantu penulis selama proses penyelesaian laporan tugas akhir

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, segala kritik dan saran yang bertujuan meningkatkan kualitas laporan tugas akhir ini akan diterima. Semoga penulisan laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan bagi dunia industri

Surabaya, 9 Juli 2014

Hysmi Ramadhan A N



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 <i>Waste</i> .....	9
2.2 <i>Lean Manufacturing</i> .....	11
2.3 <i>Value Stream Mapping</i> .....	13
2.4 <i>Six Sigma</i> .....	14
2.5 <i>DMAIC Six Sigma</i> .....	15
2.6 <i>FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)</i> .....	17
2.7 <i>RCA (Root Cause Analysis)</i> .....	18
2.8 <i>Lean Six Sigma</i> .....	19
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan.....	21
3.1.1 Perumusan Masalah dan Tujuan.....	21

3.1.2	Identifikasi.....	21
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	22
3.2.1	<i>Define</i> .....	22
3.2.2	<i>Measure</i> .....	22
3.3	Tahap Analisa dan Perbaikan .....	23
3.3.1	<i>Analyze</i> .....	23
3.3.2	<i>Improvement</i> .....	23
3.4	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	23
3.5	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian .....	23
<b>BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>		<b>25</b>
4.1	<i>Define</i> .....	25
4.1.1	Gambaran Umum Perusahaan .....	25
4.1.2	<i>Roll</i> Gilingan Tebu dan komponennya .....	30
4.1.3	Proses Produksi Perusahaan.....	32
4.1.4	Pendefinisian Objek Amatan.....	36
4.1.5	<i>Current State Value Stream Mapping</i> .....	37
4.1.6	<i>Activity Classification</i> .....	39
4.1.7	<i>Waste Identification</i> .....	42
4.2	<i>Measure</i> .....	47
4.2.1	<i>Waste Measurement</i> .....	47
4.2.2	Penentuan <i>Waste</i> Kritis .....	54
<b>BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....</b>		<b>57</b>
5.1	<i>Analyze</i> .....	57
5.1.1	Analisis Akar Penyebab Terjadinya <i>Waste</i> (RCA).....	57
5.1.2	<i>Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA) .....	62
5.2	<i>Improvement</i> .....	72

5.2.1 Alternatif Perbaikan .....	73
5.2.2 Kriteria Pemilihan Alternatif dan Pembobotan .....	74
5.2.3 Kombinasi Alternatif Perbaikan yang mungkin .....	75
5.2.4 Biaya Alternatif.....	76
5.2.5 Pemilihan Alternatif Perbaikan.....	78
5.2.6 Analisis Alternatif Terpilih.....	78
5.2.7 Evaluasi Proses Produksi Eksisting .....	83
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>85</b>
6.1 Kesimpulan .....	85
6.2 Saran .....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>87</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>89</b>

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jumlah Produksi <i>Roll</i> Gilingan Selama 5 Periode .....	4
Tabel 1. 2 Jenis Dan Biaya Rework Defect .....	5
Tabel 4. 1 <i>Activity Classification</i> Proses Pembuatan Model dan Cetakan.....	39
Tabel 4. 2 <i>Activity Classification</i> Proses Cor/Melting.....	40
Tabel 4. 3 <i>Activity Classification</i> Proses Pendinginan.....	40
Tabel 4. 4 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Felting</i> .....	40
Tabel 4. 5 <i>Activity Classification</i> Proses Fabrikasi .....	40
Tabel 4. 6 <i>Activity Classification</i> Proses <i>Assembly</i> .....	41
Tabel 4. 7 Jumlah <i>Defect</i> yang Terjadi Pada Mantel.....	43
Tabel 4. 8 Data Waktu <i>Downtime</i> Dalam Lima Periode.....	44
Tabel 4. 9 Jumlah dan Jenis <i>Rework</i> Pada Mantel.....	46
Tabel 4. 10 Jumlah dan Jenis <i>Rework</i> Pada Proses <i>Assembly</i> .....	46
Tabel 4. 11 Jumlah <i>Defect</i> Mantel.....	47
Tabel 4. 12 Jenis Dan Frekuensi <i>Defect</i> Pada Mantel .....	48
Tabel 4. 13 Nilai Sigma <i>Waste Defect</i> .....	49
Tabel 4. 14 Baya <i>Rework</i> Mantel <i>Defect</i> .....	49
Tabel 4. 15 Kerugian Perusahaan akibat Terjadinya <i>Defect</i> .....	50
Tabel 4. 16 Data <i>Downtime</i> Dalam Lima Periode.....	50
Tabel 4. 17 Nilai Sigma Dari <i>Waste Waiting</i> .....	51
Tabel 4. 18 Frekuensi <i>Defect</i> .....	53
Tabel 4. 19 Nilai Sigma <i>Waste Excess Processing</i> .....	53
Tabel 4. 20 Biaya Rework Mantel Untuk 5 Periode.....	54
Tabel 4. 21 Rekap data hasil kuisioner .....	55
Tabel 5. 1 <i>Root Cause Analysis Waste Defect</i> Keropos.....	58
Tabel 5. 2 <i>Root Cause Analysis Waste Defect</i> Crack .....	59
Tabel 5. 3 <i>Root Cause Analysis</i> <i>Waiting Waste</i> .....	60
Tabel 5. 4 <i>Root Cause Analysis</i> <i>Excess Processing</i> .....	61
Tabel 5. 5 Kriteria <i>Severity Defect</i> .....	62
Tabel 5. 6 Kriteria <i>Occurrence Defect</i> .....	63

Tabel 5. 7 Kriteria <i>Detection Defect</i> .....	63
Tabel 5. 8 FMEA <i>Waste Defect</i> .....	65
Tabel 5. 9 Kriteria <i>Severity Waiting</i> .....	67
Tabel 5. 10 Kriteria <i>Occurrence Waiting</i> .....	67
Tabel 5. 11 Kriteria <i>Detection Waiting</i> .....	68
Tabel 5. 12 FMEA <i>Waste Waiting</i> .....	69
Tabel 5. 13 Kriteria <i>Severity Waste Excess Processing</i> .....	69
Tabel 5. 14 Kriteria <i>Occurrence Waste Excess Processing</i> .....	70
Tabel 5. 15 Kriteria <i>Detection Waste Excess Processing</i> .....	71
Tabel 5. 16 FMEA <i>Waste Excess Processing</i> .....	72
Tabel 5. 17 Pengelompokan <i>Root Cause</i> Terhadap Alternatif Perbaikan .....	73
Tabel 5. 18 Alternatif Perbaikan Yang Mungkin Dilakukan .....	74
Tabel 5. 19 Kombinasi Alternatif .....	75
Tabel 5. 20 Biaya Eksisting Perusahaan .....	76
Tabel 5. 21 Perhitungan <i>Value Engineering</i> Alternatif Perbaikan .....	78
Tabel 5. 22 Data Penurunan Jumlah <i>Defect</i> .....	79
Tabel 5. 23 Peningkatan Nilai <i>Sigma Defect</i> .....	79
Tabel 5. 24 Waktu Yang Dibutuhkan Untuk <i>Rework</i> .....	80
Tabel 5. 25 Penurunan Waktu <i>Rework</i> .....	80
Tabel 5. 26 Peningkatan Nilai <i>Sigma Waiting</i> .....	81
Tabel 5. 27 Perbandingan Jumlah <i>Rework</i> .....	82
Tabel 5. 28 Perbandingan Nilai <i>Sigma Excess Processing</i> .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jumlah Produksi Per Tahun.....	2
Gambar 1. 2 Pie Chart Penggunaan Bahan Baku .....	3
Gambar 2. 1 Tipe <i>Waste</i> Pada Konsep <i>Lean</i> .....	12
Gambar 2. 2 Permasalahan Inkonsistensi Dalam Manufaktur .....	13
Gambar 2. 3 Contoh <i>Value Stream Mapping</i> .....	14
Gambar 2. 4 Contoh Penggunaan <i>5-Why's</i> .....	18
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	24
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan PT. Barata Indonesia.....	26
Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PT. Barata Indonesia .....	28
Gambar 4. 3 Struktur Organisasi Workshop 1 Pengecoran PT. Barata Indonesia	29
Gambar 4. 4 Mesin Penggilingan Tebu .....	30
Gambar 4. 5 Mantel <i>Roll</i> Gilingan <i>perforated</i> .....	31
Gambar 4. 6 Mantel <i>Roll</i> Gilingan konvensional .....	31
Gambar 4. 7 Poros <i>Roll</i> Gilingan.....	32
Gambar 4. 8 <i>Operation Process Chart</i> (OPC) <i>Roll</i> Gilingan Tebu.....	35
Gambar 4. 9 <i>Current State Value Stream Mapping</i> .....	38
Gambar 4. 10 CTQ <i>Waste Defect</i> .....	48



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan ini akan dituliskan hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian ini. Dalam bab ini akan dipaparkan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, dan manfaat penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

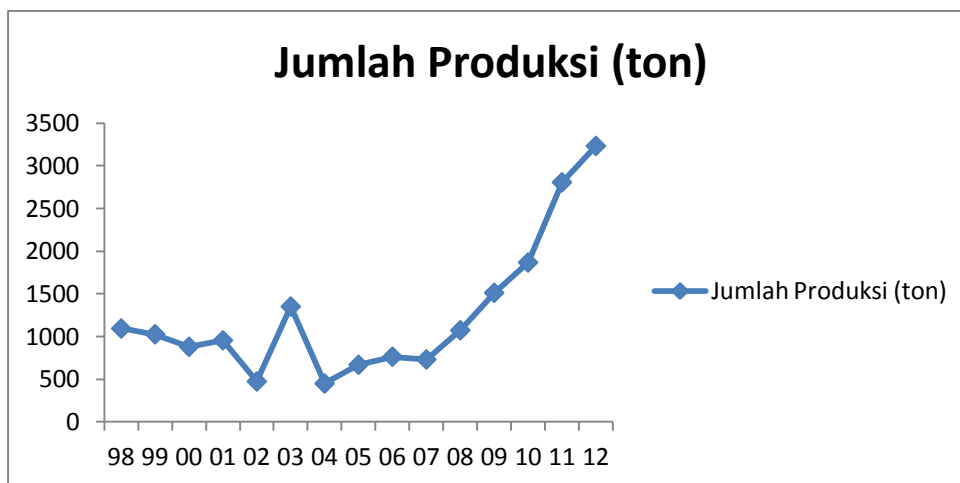
Seiring dengan perkembangan zaman, semakin banyak bidang-bidang industri baru yang bermunculan. Hal ini sangat baik untuk mendukung inovasi-inovasi atau ide dari anak bangsa dengan memunculkan banyak industri yang bergerak di berbagai bidang. Bidang industri *metal works* dan *engineering* merupakan salah satu bidang yang banyak dibutuhkan oleh perusahaan lain sebagai pemasok untuk membuat komponen dari besi dan baja yang tidak dapat diproduksi sendiri oleh perusahaan tersebut. Saat ini mulai banyak perusahaan pada bidang *metal works* dan *engineering* di Indonesia baik perusahaan BUMN maupun swasta.

Salah satu BUMN yang sudah cukup lama bergerak dalam bidang *metal works* dan *engineering* adalah PT. Barata Indonesia yang telah berdiri sejak tahun 1971 dengan nama PT. Barata Metalworks & Engineering yang merupakan merger dari beberapa perusahaan yang bergerak pada bidang yang sama sehingga dapat mendukung berdirinya suatu perusahaan yang bergerak di bidang *metal works* dan *engineering* yang mampu bersaing dengan perusahaan-perusahaan yang lebih dulu bergerak pada bidang yang sama di Indonesia.

Barata Indonesia saat ini memiliki empat buah *workshop* dengan fungsi yang berbeda. Pada *workshop* 1 dikhususkan untuk pengecoran, semua kegiatan pengecoran dilakukan pada *workshop* ini, namun pada *workshop* ini juga dilakukan pengerjaan *boggie* untuk kereta api karena hanya membutuhkan proses pengecoran dalam proses pembuatannya. Kemudian untuk *workshop* 2 digunakan secara kondisional tergantung pada proyek yang sedang dikerjakan sesuai permintaan, *workshop* 3 merupakan bagian yang dikhususkan untuk pengerjaan

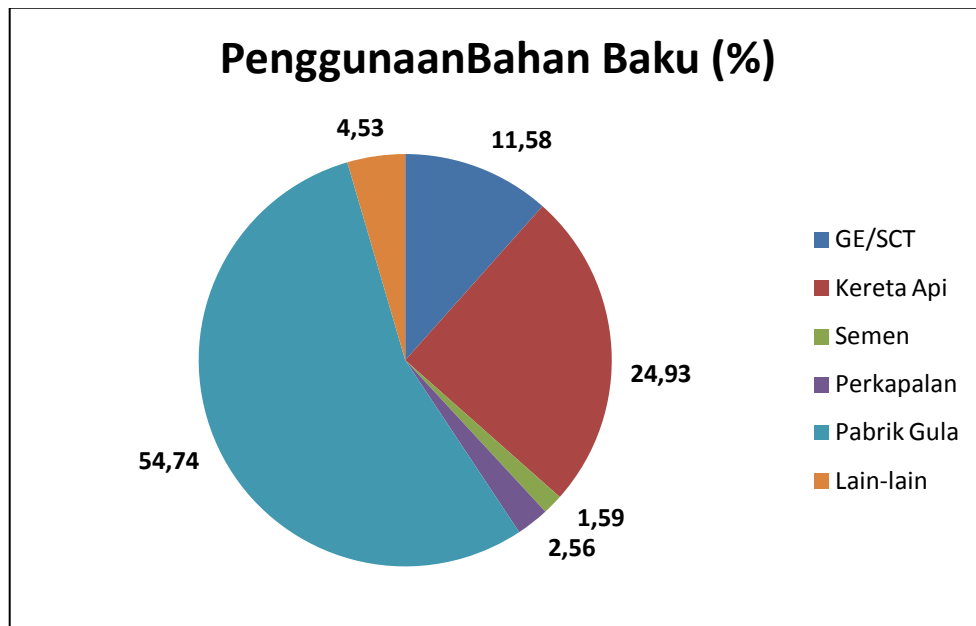
proyek dengan bahan baku berupa plat baja, dan *workshop* 4 dikhususkan untuk pengerjaan proyek yang diterima dari pabrik gula yaitu untuk pembuatan *roll* gilingan tebu yang rutin mendapat pesanan setiap periodenya.

Proses pengecoran dapat dikatakan sebagai bisnis yang terus berkembang, karena pada lima belas tahun terakhir grafik menunjukkan pola *demand* yang terus meningkat khususnya pada lima tahun terakhir seperti ditunjukkan pada gambar 1.1 di bawah ini. Yang ditunjukkan pada grafik tersebut adalah jumlah bahan baku yang digunakan setiap tahunnya di mana peningkatan terbesar terjadi pada tahun 2010-2011 yaitu meningkat hingga hampir mencapai 1000 ton.



Gambar 1. 1 Jumlah Produksi Per Tahun  
(sumber: PT. Barata Indonesia)

Untuk produk-produk yang membutuhkan proses pengecoran dapat dilihat pada gambar 1.2 dalam bentuk *pie chart* dan juga prosentase penjualannya, dalam gambar tersebut terlihat bahwa bahan baku pengecoran banyak digunakan pada pembuatan *roll* gilingan yaitu mencapai 54,7% dari produksi keseluruhan produk. Untuk itu semakin banyak defect yang terjadi, maka akan semakin banyak juga material yang digunakan.



Gambar 1. 2 Pie Chart Penggunaan Bahan Baku  
(sumber : PT. Barata Indonesia)

Penelitian Tugas Akhir yang akan dilakukan berkaitan dengan *roll* gilingan tebu untuk Pabrik Gula. Dalam satu periode produksi *roll* gilingan pada umumnya terdapat hingga seratus atau lebih *order* pembuatan *roll* gilingan dari berbagai pabrik gula di Indonesia. Dalam satu Pabrik Gula setidaknya terdapat lima buah mesin penggiling tebu di mana setiap mesinnya terdapat tiga buah *roll* gilingan. Perusahaan yang mampu melakukan produksi *roll* gilingan atau memperbaiki hanya ada dua yaitu PT. Boma Bisma Indra (BBI) dan PT. Barata Indonesia. Namun untuk kapasitas pembuatannya PT. Barata masih lebih tinggi karena dalam satu periode produksi, PT. BBI hanya mampu memproduksi 80-90 buah *roll* gilingan dari kebutuhan nasional hingga 230. Artinya, PT. BBI hanya mampu memproduksi 35% dari kebutuhan *roll* gilingan tebu dan PT. Barata Indonesia menutupi sisanya yaitu mencapai 65%. Tabel 1.1 menunjukkan jumlah order yang diterima oleh perusahaan selama 5 periode hingga tahun 2012.

Tabel 1. 1 Jumlah Produksi *Roll* Gilingan Selama 5 Periode

Periode	Jumlah Defect	Jumlah Produksi	%
1	42	150	28,00
2	32	130	24,62
3	23	100	23,00
4	30	125	24,00
5	37	133	27,82
<b>Total</b>	164	638	25,71

Untuk pembuatan *roll* gilingan, proses inti yang dilakukan adalah proses pengecoran. Proses pengecoran dilakukan oleh untuk membuat mantel dari *roll* gilingan. Pada proses pengecoran ini dilakukan pada *workshop* 1 dan membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu hingga hampir mencapai 10 hari. Dan pada proses pengecoran ini terdapat potensi terjadinya *defect* pada mantel. Dalam proses produksi mantel untuk *roll* gilingan tidak hanya dilakukan proses pengecoran saja, namun juga dilakukan proses fabrikasi yang terletak di *workshop* 4. Pada proses fabrikasi terdapat inspeksi yang dilakukan yakni inspeksi baru dapat dilihat apakah hasil pengecoran yang dilakukan sebelumnya sudah cukup baik dengan memeriksa cacat keropos dan juga *crack* pada mantel. Jika cacat keropos tersebut masih di bawah batas toleransi yaitu 20%, maka proses produksi akan dilanjutkan, namun jika keropos mencapai 75% atau lebih maka mantel akan dilebur kembali dan dijadikan bahan baku pengecoran dan membuat ulang mantel yang rusak tersebut. Hal ini tentu akan merugikan perusahaan karena dalam satu periode kegagalan tersebut bisa terjadi hingga dua atau tiga kali. Dan jenis kegagalan lain adalah terjadinya *crack* yang diakibatkan terjadinya kesalahan pengecoran dan selain itu juga dapat dikarenakan tertabraknya mantel ketika dilakukan pemindahan dengan *crane*. Dan kegagalan terakhir adalah ketika terjadi pecah mantel ketika dilakukan proses *assembly* yang dampaknya sama dengan terjadinya keropos lebih dari 75% yaitu dilakukan peleburan kembali mantel. Jika terjadi keropos di atas 20%, maka akan dilakukan *rework* berupa pengelasan. Pada *workshop* 4 ini juga dilakukan proses fabrikasi untuk poros. Poros merupakan komponen penyusun lain untuk *roll* gilingan. Dalam pembuatan poros baru bahan

baku yang digunakan harus diimport dari luar negeri dan dalam prosesnya jarang terjadi kecacatan Selama proses fabrikasi. Berikut adalah jenis kecacatan yang mungkin terjadi pada mantel dan biaya *rework* yang dikeluarkan.

Tabel 1. 2 Jenis Dan Biaya Rework Defect

<i>Defect</i>	Jenis Rework	Biaya
<b>Keropos</b>		
20-40%	Las	Rp 2.000.000
41-60%	Las	Rp 2.000.000-4.000.000
61-75%	Las	Rp 4.000.000-6.000.000
75-90%	Lebur Kembali	Rp 200.000.000
<b>Crack</b>	Las	Rp 2.000.000
<b>Mantel Pecah</b>	Lebur Kembali	Rp 200.000.000

Selain terjadinya *defect*, permasalahan lain yang terjadi adalah terdapat *waste waiting* yang cukup tinggi. *Waiting* yang terjadi disebabkan oleh terjadinya kerusakan mesin *induction furnace* dan yang paling sering terjadi adalah dikareakan adanya mantel yang keropos sehingga memerlukan proses *rework* yang cukup lama. Jika proses *rework* yang dilakukan adalah pembuatan ulang mantel yang disebabkan tingkat keropos tinggi (75-90%) atau mantel pecah pada proses *assembly*, maka waktu *waiting* dapat mencapai 392 jam untuk membuat ulang satu mantel.

Mengingat proses pengecoran merupakan proses utama dalam proses produksi *roll* gilingan tebu ini, maka diperlukan proses pengecoran yang baik untuk meminimalisir terjadinya kesalahan-kesalahan atau kegagalan produk yang pada akhirnya memerlukan *rework*. Usaha-usaha improvisasi serta perbaikan kualitas telah dilakukan perusahaan dengan menggunakan beberapa metode. Penggunaan metode *Lean Six Sigma* dirasa tepat dalam mengatasi permasalahan yang dialami oleh PT. Barata Indonesia. Dengan pendekatan *Lean Six Sigma* akan dilakukan identifikasi *waste* apa saja yang terjadi pada PT. Barata Indonesia yang kemudian dilakukan penentuan *waste* kritis. Selain itu juga dilakukan klasifikasi aktivitas untuk mencari *non value added activity* selama berejalannya proses

produksi *roll* gilingan dan terakhir dilakukan analisis akar penyebab dari permasalahan-permasalahan (RCA dan FMEA) yang terjadi pada perusahaan yang kemudian akan ditentukan langkah improvement yang sesuai untuk dilakukan oleh perusahaan.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan Latar Belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah bagaimana cara mereduksi *waste* yang terjadi selama proses produksi *roll* gilingan serta meningkatkan kualitas proses produksi dengan menerapkan konsep dan metodologi *lean six sigma*.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi pada proses produksi *roll* gilingan
2. Mengetahui penyebab terjadinya *waste*
3. Memberikan alternatif perbaikan pada perusahaan untuk mereduksi *waste*

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diperoleh dari pengerjaan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat mengetahui *waste* apa saja yang terjadi selama proses produksi *roll* gilingan
2. Memberikan alternatif bagi perusahaan untuk meningkatkan kualitas proses produksi *roll* gilingan tebu.
3. Perusahaan dapat mereduksi *waste* yang terjadi pada proses produksi *roll* gilingan tebu.
4. Perusahaan mendapatkan evaluasi proses produksi *roll* gilingan tebu.

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

### 1. Batasan:

- Penelitian difokuskan pada proses produksi *roll* gilingan tebu (meliputi proses pengecoran, fabrikasi, dan *assembly*)
- Penelitian dilakukan hingga fase *Improvement* dan tidak dilakukan implementasi atau fase *Control*
- Data yang digunakan adalah data sekunder selama 5 periode produksi (2008-2012)

### 2. Asumsi:

- Aliran proses produksi tidak berubah selama penelitian berlangsung

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian ini terdiri atas beberapa bab di mana setiap babnya akan membahas penelitian ini secara sistematis. Berikut ini adalah susunan atau sistematika penulisan penelitian tugas akhir ini:

- Bab I Pendahuluan

Pada bab pendahuluan ini dibahas hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian ini, yaitu tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, dan manfaat penelitian.

- Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dibahas mengenai teori-teori atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian ini. Teori-teori yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini bersumber dari berbagai literatur seperti jurnal, artikel, dan penelitian sebelumnya.

- Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang langkah atau alur serta penggunaan metode pada setiap langkah yang disusun secara sistematis dan saling berhubungan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.



- Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai pengolahan data yang dilakukan dengan mulai memasuki metodologi *six sigma* yaitu fase *define* dan *measure*. Data yang diolah didapatkan dari perusahaan tempat penelitian.

- Bab V Analisis dan Interpretasi Data

Pada bab ini dilakukan fase selanjutnya, yaitu fase *analyze*, dan *improvement*. Input dari bab ini adalah hasil dari fase sebelumnya yang kemudian dilakukan analisa penyebab-penyebab terjadinya permasalahan yang kemudian diberikan usulan-usulan perbaikan.

- Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan memaparkan kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan menjawab tujuan yang dari penelitian. Selain itu juga diberikan saran-saran atau rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab tinjauan pustaka ini akan diuraikan teori, temuan, dan bahan yang akan digunakan di dalam penelitian serta digunakan sebagai landasan dalam pengerjaan tugas akhir. Teori-teori ini bersumber dari berbagai literatur, penelitian-penelitian terdahulu, jurnal, dan artikel. Tinjauan pustaka yang akan dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini meliputi sejarah pabrik gula di Indonesia, Pabrik Gula yang ada di Indonesia, konsep *lean manufacturing*, *waste*, *Big Picture Mapping*, *Operation Process Chart* (OPC) konsep *six sigma*, DMAIC *six sigma*, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), RCA (*Root Cause Analysis*).

#### **2.1 Waste**

Menurut Vincent Gasperz (2006) terdapat sembilan *waste* yang selalu ada dalam suatu perusahaan atau yang biasa disingkat dengan E-DOWNTIME. Berikut adalah penjelasan E-DOWNTIME:

##### **1. Environmental, Health and Safety (EHS)**

*Environmental, Health and Safety* (EHS) Adalah jenis pemborosan yang terjadi karena kelalaian dalam memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan prinsip-prinsip EHS

##### **2. Defects**

Jenis pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk (barang dan/atau jasa). *Defect* merupakan salah satu *waste* yang selalu terlihat pada perusahaan manufaktur karena bersentuhan langsung dengan *profit* dan *cost* perusahaan.

### **3. *Overproduction***

Jenis pemborosan yang terjadi karena produksi berlebih dari kuantitas yang dipesan oleh pelanggan. Pemborosan ini akan menyebabkan banyaknya sumber daya (waktu, biaya, bahan baku) yang terbuang karena produk yang telah dihasilkan tidak dapat terjual di pasar.

### **4. *Waiting***

*Waiting* adalah jenis pemborosan yang terjadi karena menunggu. Penyebab dari pemborosan ini bermacam-macam, salah satunya adalah terjadinya *bottleneck* pada suatu mesin sehingga mesin berikutnya yang digunakan untuk proses harus menunggu produk dari mesin sebelumnya.

### **5. *Not Utilizing employees knowledge, skill and abilities***

Jenis pemborosan Sumber Daya Manusia (SDM) yang terjadi karena tidak menggunakan pengetahuan, ketrampilan dan kemampuan karyawan secara optimal.

### **6. *Transportation***

*Transportation* adalah jenis pemborosan yang terjadi karena transportasi yang berlebihan sepanjang proses *value stream*.

### **7. *Inventory***

Jenis pemborosan yang terjadi karena *inventory* yang berlebihan. Hal ini selain boros dalam hal tempat juga akan terjadi pemborosan karena penurunan nilai barang yang disimpan.

### **8. *Motion***

Jenis pemborosan yang terjadi karena banyaknya pergerakan dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*.

## **9. Excess Processing**

Jenis pemborosan yang terjadi karena langkah-langkah proses yang panjang dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*. *Waste* kategori ini meliputi proses atau prosedur yang tidak perlu seperti pengerjaan ulang (*rework*) merupakan salah satu penyebab terbesar dari terjadinya *excess processing*.

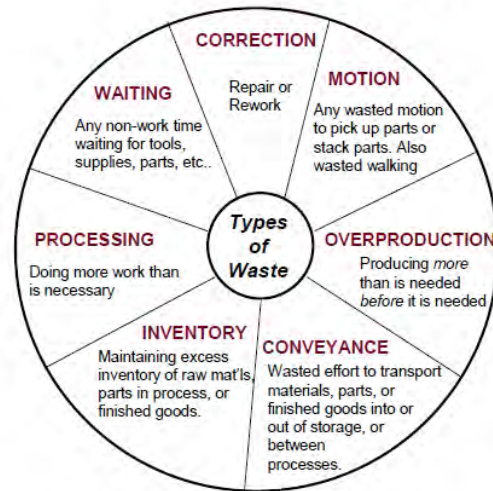
### **2.2 Lean Manufacturing**

Dalam konsep *Lean*, Womack et al. (2007) mendefinisikan *lean* merupakan cara yang dilakukan oleh perusahaan untuk dapat mengurangi

- Hingga setengah dari pekerjaan di perusahaan
- *Defect* pada *finish product* hingga setengahnya
- Sepertiga jam dari *engineering effort*
- Lahan yang digunakan hingga setengah dari lahan yang ada untuk jumlah output yang sama
- Sepersepuluh atau kurang untuk *inventory* *WIP*

*Lean Manufacturing* merupakan eliminasi *waste* yang sistematis di mana metode ini berfokus pada bagaimana cara *meleankan* aktivitas produksi. Metode ini juga telah berhasil diterapkan pada aktivitas *engineering* dan *administrativ* dengan baik. Dalam *lean* juga dikenal istilah 3M yang berasal dari bahasa Jepang yaitu *Muda* (*waste*), *Mura* (*inconsistency*) dan *Muri* (*unreasonableness*). Untuk *Muda* atau *waste* yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 2.5 terdapat 7 *waste* yang digambarkan taitu *waiting*, *correction*, *motion*, *over production*, *conveyance*, *inventory*, dan *processing*. (Womack et al., 2007)

## 7 Forms of Waste



Gambar 2. 1 Tipe *Waste* Pada Konsep *Lean*

*Waste-waste* tersebut merupakan tipe *waste* yang sering terjadi pada proses manufaktur, contohnya *correction*. Sering kali perusahaan tidak menganggapnya sebagai *waste* karena sudah sering terjadi *rework* atau *repair* pada produk saat dilakukan inspeksi. Hal tersebut akan memakan waktu sehingga akan membutuhkan tambahan biaya tenaga kerja untuk melakukannya. Dan menurut Womack et al. (2007) *excess production* dianggap *waste* karena menggunakan sumberdaya terlalu cepat dan menahan *value* pada produk hingga produk tersebut terjual.

Untuk Mura sendiri dapat diartikan sebagai inkonsistensi proses yang akan sangat mempengaruhi hasil akhirnya karena antara proses dan hasil memiliki hubungan yang erat. Dengan tingginya inkonsistensi, maka juga akan meningkatkan variansi. Mura sendiri juga mencakup semua aktivitas manufaktur mulai dari proses, *material handling*, *engineering*, dan *management*. Ilustrasi dari Mura dapat digambarkan oleh gambar 2.6 (Womack et al, 2007)



Gambar 2. 2 Permasalahan Inkonsistensi Dalam Manufaktur

Yang terakhir, Muri atau *unreasonableness*. Menurut Womack et al (2007) Muri biasa terjadi di setiap perusahaan, yaitu menyalahkan seseorang ketika terjadi suatu masalah. Hal tersebut tidak seharusnya terjadi, karena, jika suatu masalah terjadi, maka hal terbaik yang dilakukan adalah mencari jalan keluar dari masalah tersebut. Jalan keluar terbaik adalah tidak dengan menyalahkan suatu pihak ketika terjadi suatu permasalahan. Untuk menerapkan budaya baru dalam menyikapi paradigma saling menyalahkan, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan, yaitu :

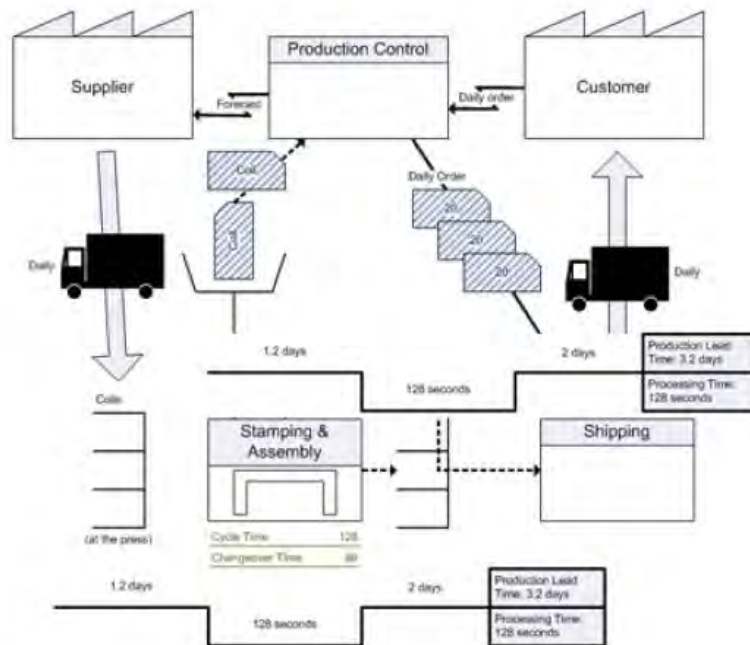
- Melihat permasalahan sebagai peluang
- Melakukan kesalahan merupakan hal biasa
- Permasalahan terekspos karena meningkatnya kepercayaan
- Manusia bukan masalah, manusia adalah *problem solver*
- Penekanan terletak pada menemukan solusi daripada “siapa yang melakukannya”

### **2.3 Value Stream Mapping**

Menurut Apel, W. (2007) Value Stream Mapping (VSM) merupakan gambaran visual di mana *waste* terjadi pada proses. VSM biasanya digunakan untuk menilai proses manufaktur saat ini dan untuk membuatnya lebih ideal pada future state. Metode ini merupakan metode yang berasal dari TPS yang juga

disebut “*material and information flow mapping*”. Terdapat lima langkah dalam penyusunan VSM, yaitu:

1. Identifikasi produk
2. Membuat *current* VSM
3. Evaluasi *current map*, identifikasi permasalahan
4. Membuat *future state* VSM
5. Implementasi *final plan*



Gambar 2. 3 Contoh *Value Stream Mapping*

## 2.4 Six Sigma

*Six sigma* adalah sebuah *quality improvement* dan strategi bisnis yang dimulai pada 1980 oleh Motorola. penekanan di dalam *six sigma* adalah untuk menekan jumlah *defect* hingga kurang dari 4 per satu juta produk serta mengurangi *cycle time* hingga 30-50% per tahunnya dan menekan biaya hingga serendah mungkin. Untuk *tools* pada perhitungan statistik dan *problem solving* tidak berbeda dengan strategi *quality improvement* lain yang diterapkan saat ini.

Menurut Subramaniam, P., K. Srinivasan, et al (2011) target dari *Six sigma* adalah untuk menyampaikan “*Breakthrough Performance Improvement*” dari tingkatan pada bisnis saat ini dan perhitungan operasional dan performansi *customer relevant*. Bisnis atau perhitungan operasional adalah elemen-elemen seperti:

- Penilaian rating kepuasan pelanggan
- Waktu yang dibutuhkan untuk menanggapi keluhan pelanggan
- Tingkat cacat (%) dalam manufaktur
- Biaya pengambilan keputusan dalam proses transaksi bisnis
- *Yield* (produktivitas) dari layanan oprasi atau produksi
- Perputaran *inventory* atau berapa hari *inventory* di gudang
- Penagihan dan *lead time* mengumpulkan pengembalian
- Efisiensi peralatan (Downtime, waktu perbaikan dll)
- Kecelakaan atau tingkat insiden
- Waktu yang dibutuhkan untuk merekrut personil

## **2.5 DMAIC Six Sigma**

Salah satu metodologi dalam *six sigma* dalam melakukan *improvement* adalah dengan penerapan DMAIC (*Define, Measurement, Analyze, Improve, Control*). Metode ini merupakan metode yang banyak dilakukan dalam melakukan *improvement* pada *six sigma*.

### ***Define Phase***

*Define phase* merupakan fase pertama dalam metodologi *six sigma*. Dalam fase ini dilakukan pendefinisian permasalahan dan tujuan. Permasalahan yang dikaji meliputi *requirement* dari berbagai pihak yang terkait (*triple bottom line* perusahaan). Hal ini dilakukan supaya perbaikan proses yang nantinya dijalankan sesuai dengan keinginan pihak-pihak terkait tersebut. Fakta menunjukkan bahwa banyak proyek yang gagal karena tidak didapatkannya dengan jelas keinginan dari user dan konsumen proyek. (Austin, 2006).



*Tools* yang bisa digunakan dalam tahap ini adalah SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Customer*). SIPOC digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan *stakeholder*, meliputi *stakeholder*, sumber daya yang dibutuhkan selama proses, *top level process*, *process deliverables*, serta *input* dan *output requirement*.

### ***Measure phase***

Pada tahap ini dilakukan pengukuran-pengukuran performansi eksisting perusahaan. Kegiatan yang dilakukan selama tahap ini meliputi perhitungan level sigma perusahaan, menghitung kapabilitas proses, RCA (*Root Cause Analysis*), dan juga FMEA (*Failure Mood Effect Analysis*). Tujuan dari dilakukannya *measure* ini adalah untuk mengetahui bagian kritis dari ruang lingkup proses yang akan diperbaiki.

### ***Analyze Phase***

Hasil dari tahap *measure* kemudian dianalisis. Analisis dilakukan untuk menentukan bagian-bagian kritis dari proses yang telah diukur sebelumnya. Analisis dari RCA dan FMEA mutlak diperlukan sebagai dasar pemilihan proyek yang akan dilaksanakan. Inilah yang menjadi kekuatan *six sigma*. Pemilihan perbaikan tidak hanya didasarkan pada intuisi dan subjektifitas semata, tetapi juga berdasarkan data-data yang telah diolah sebelumnya.

### ***Improvement phase***

*Improvement phase* merupakan bagian yang penting karena pada fase inilah ditentukan *improvement* yang akan diambil perusahaan dalam rangka memperbaiki proses. *Improvement* akan membawa berbagai dampak terhadap proses secara keseluruhan. Belum tentu *improvement* terhadap suatu proses akan berdampak baik pula kepada proses yang lain. Untuk itu diperlukan berbagai skenario perbaikan yang nantinya akan dibandingkan dengan kemampuan perusahaan terkait sumber daya yang tersedia.

Untuk mendapatkan skenario terbaik, berbagai cara bisa dilakukan, salah satunya adalah dengan simulasi. Simulasi merupakan cara yang mudah dan cepat

untuk mendapatkan gambaran hasil dari implementasi sebuah *improvement*. Dengan menggunakan simulasi, tidak dibutuhkan *resource* dalam bentuk nyata sehingga biaya yang dibutuhkan menjadi lebih murah.

### ***Control Phase***

Setelah dilakukan improvisasi terhadap proses kritis, maka improvisasi pun diimplementasikan. Selama pelaksanaannya, dibutuhkan sebuah mekanisme kontrol guna mencegah terjadinya eror di dalam proses. Berbagai *tools* bisa digunakan, seperti poka yoke (*error proofing*), *kanban system*, SPC (*Statistical Process Control*), dan lain sebagainya.

## **2.6 FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)**

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk menggambarkan kemungkinan-kemungkinan kegagalan. Dalam FMEA digunakan tiga parameter, yaitu dampaknya terhadap sistem (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), dan kemungkinan terdeteksinya sebuah kegagalan (*detection*). Dalam melakukan FMEA, hal yang harus dilakukan adalah membuat tabel yang akan membantu analisa. Berikut adalah Langkah-langkah membuat FMEA menurut Wijaya, R. H. and J. Rahardjo (2013):

1. Melakukan pengamatan terhadap proses
2. Hasil pengamatan digunakan untuk menentukan *defect* potensial
3. Mengidentifikasi potensial penyebab dari *defect* yang terjadi
4. Mengidentifikasi akibat yang ditimbulkan
5. Menetapkan nilai-nilai (*severity, occurrence, detection*)
6. Memasukkan criteria nilai sesuai dengan 3 kriteria yang telah dibuat sebelumnya
7. Mendapatkan nilai RPN (*Risk Potential Number* dengan cara mengkalikan nilai SOD (*severity, occurrence dan detection*))
8. Pusatkan perhatian pada nilai RPN yang tertinggi dan segera lakukan perbaikan terhadap *potential cause*, alat control dan efek yang diakibatkan
9. Memberikan usulan perbaikan
10. Membuat *quality plan*

## 2.7 RCA (Root Cause Analysis)

Menurut Atagoren, C. dan O. Chouseinoglou (2014) *Root Cause Analysis* dan *fishbone (cause and effect) diagram* pada umumnya digunakan untuk mengidentifikasi alasan yang mungkin (*root cause*) dari situasi dan permasalahan yang spesifik, fokus kepada Keyakinan bahwa *defect* akan dapat terselesaikan dengan usaha yang tepat atau menghilangkan *root cause*.

Menurut Sondalini (2004), metode 5 *why's* dapat membantu untuk menentukan hubungan *cause-effect* dalam suatu permasalahan atau kegagalan. Penggunaan 5 *why* juga termasuk sederhana, dan dengan mudah diselesaikan tanpa analisa statistik. Metode ini dilakukan dengan menanyakan *Why* pertama dimulai dengan *statement* dari situasi yang terjadi dan menanyakan mengapa hal tersebut terjadi. Kemudian dilanjutkan dengan *why* kedua berdasarkan jawaban *why* pertama. Dan jawaban dari *why* kedua menjadi pertanyaan untuk *why* selanjutnya, dan seterusnya.

5 Why Question Table			
Team Members:		Date:	
Problem Statement: On your way home from work your car stopped in the middle of the road.			
Estimated Total Business-Wide Cost: Taxi fare x 2 = \$50, Lost 2 hours pay = \$100, Order was late to Customer because Storemen did not get to work in time to despatch delivery and Customer imposed contract penalty of \$25,000, Lost Customer and all future income from them, estimated to be \$2Million in the next 10 years.			
Recommended Solution: Carry a credit card to access money when needed.			
Latent Issues: Putting all the money into gambling shows lack of personal control and responsibility over money.			
Why Questions	3W2H Answers (with what, when, where, how, how much)	Evidence	Solution
1. Why did the car stop?	Because it ran out of gas in a back street on the way home	Car stopped at side of road	
2. Why did gas run?	Because I didn't put any gas into the car on my way to work this morning.	Fuel gauge showed empty	Contact work and get someone to pick you up
3. Why didn't you buy gas this morning?	Because I didn't have any money on me to buy petrol.	Wallet was empty of money	Keep a credit card in the wallet
4. Why didn't you have any money?	Because last night I lost it in a poker game I played with friends at my buddy's house.	Poker game is held every Tuesday night	Stop going to the game
5. Why did you lose your money in last night's poker game?	Because I am not good at 'bluffing' when I don't have a good poker hand and the other players jack-up the bets.	Has lost money in many other poker games	Go to poker School and become better at 'bluffing'
6. Why			

Gambar 2. 4 Contoh Penggunaan 5-Why's

## **2.8 Lean Six Sigma**

*Lean* dan Six Sigma merupakan metodologi proses yang digunakan oleh banyak perusahaan yang bergerak di berbagai bidang. Dalam rangka meningkatkan proses dan respon terhadap kebutuhan konsumen. *Lean* mengidentifikasi aktivitas-aktivitas *non-value added* dari proses, sedangkan *six sigma* merupakan upaya untuk mengimprove aktivitas yang harus diselesaikan agar lebih baik. Kedua metode ini (*Lean* dan *six sigma*) merupakan respon dari kebutuhan konsumen. (Hammond, C. and J. Charles, 2008)

Sitorus, P. M. T. (2011) menjelaskan bahwa terdapat lima prinsip dalam *lean six sigma*, yaitu:

1. Total *customer satisfaction*, baik internal maupun eksternal, merupakan hal yang sangat diutamakan.
2. Untuk mencapai kepuasan konsumen, internal dan eksternal, maka harus diperhatikan kualitas (Q), biaya minimum (C), Pelayanan prima, Pengantaran tepat waktu (D), dan morak yang bagus (M)
3. Kita harus mengeliminasi variansi dan *error*, serta fokus pada alur proses
4. Data dan fakta adalah hal yang utama untuk mengambil keputusan
5. Setiap orang harus mampu dan mau untuk bersama-sama mengimplementasikan *six sigma*.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah sistematis dalam melakukan penelitian. Tahap-tahap pada metodologi penelitian ini yaitu tahap identifikasi permasalahan, pengumpulan dan pengolahan data, analisa dan perbaikan, dan yang terakhir adalah tahap penarikan kesimpulan dan saran. Dalam penelitian ini, fase *Control* dalam metodologi DMAIC tidak dikerjakan karena butuh waktu yang lebih lama dan juga membutuhkan kepercayaan dari perusahaan untuk bisa menerapkan hasil *improvement* yang didapat dari penelitian ini.

#### **3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan**

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi terhadap objek amatan dalam penelitian tugas akhir ini. Identifikasi tersebut berguna untuk mencari permasalahan-permasalahan apa yang terjadi pada objek amatan serta menentukan data-data apa saja yang dibutuhkan. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah, kemudian dirumuskan tujuan dari penelitian, permasalahan, serta manfaat dari penelitian tugas akhir yang dilakukan.

##### **3.1.1 Perumusan Masalah dan Tujuan**

Pada tahap ini yang harus dilakukan adalah menentukan objek yang akan diamati yang kemudian mencari permasalahan-permasalahan apa saja yang terjadi yang kemudian juga ditetapkan batasan dan asumsi.

##### **3.1.2 Identifikasi**

Tahapan identifikasi ini dilakukan dengan menggunakan dua cara yang dikerjakan bersamaan, yaitu melakukan studi pustaka untuk mencari referensi-referensi konsep atau metode yang dapat mendukung penelitian yang akan dilakukan. Adapun literatur yang digunakan antara lain definisi dan detail dari *roll gilingan tebu* yang akan diamati, konsep *lean manufacturing*, *waste*, *six sigma*,

*lean six sigma*, DMAIC *six sigma*, RCA (*Root Cause Analysis*), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

Dan studi lapangan adalah melakukan pengecekan langsung terhadap objek yang akan diteliti seperti melihat proses-proses yang terjadi dalam melakukan produksi pada perusahaan dan juga mencari permasalahan-permasalahan yang akan diangkat pada penelitian tugas akhir serta melakukan pengecekan apakah data-data yang dibutuhkan tersedia. Data-data tersebut juga akan mempengaruhi karena akan digunakan dalam pengolahan lanjutan pada penelitian ini.

### **3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Tahap ini merupakan tahapan awal atau tahapan di mana metodologi DMAIC *six sigma* mulai digunakan. Untuk tahapan ini, yang mulai dilakukan adalah fase *define* dan *measure*.

#### *3.2.1 Define*

Pada fase ini dilakukan penggambaran atau pendefinisian permasalahan lebih lanjut. Permasalahan-permasalahan tersebut didapatkan dengan cara brainstorming dengan pihak manajemen perusahaan dan juga pengamatan langsung. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data terkait visi dan misi serta target perusahaan. Untuk penggambaran proses produksi dilakukan *Activity Classification*, *Operation Process Chart* (OPC) dan juga *Value Stream Mapping* (VSM).

#### *3.2.2 Measure*

Fase ini dilakukan perhitungan nilai performansi awal. *Waste* yang telah didefinisikan sebelumnya kemudian dapat ditentukan *waste* mana yang paling kritis dengan membandingkan nilai rupiah atau biaya dari masing-masing *waste* serta dibandingkan berdasarkan pembobotan yang disusun berdasarkan kuisioner yang diberikan kepada orang-orang di perusahaan.

### **3.3 Tahap Analisa dan Perbaikan**

Pada tahap ini akan dibahas mengenai fase *analyze* dan *improvement* pada metodologi DMAIC.

#### **3.3.1 Analyze**

Fase *analyze* digunakan untuk menganalisa data yang telah diproses pada fase sebelumnya yaitu *measure*. Analisis diolah dengan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mencari akar penyebab dari terjadinya *waste* kritis, kemudian dilanjutkan dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan menentukan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan alternatif.

#### **3.3.2 Improvement**

Fase *improvement* merupakan fase penyusunan *improvement* proses yang memungkinkan berdasarkan *output* dari RCA dan FMEA berupa proses atau aktifitas kritis yang akan menjadi fokus untuk *improvement*. Mengidentifikasi alternatif perbaikan, kemudian alternatif perbaikan dibobotkan dengan menggunakan *value engineering* untuk mendapatkan alternatif perbaikan terpilih berdasarkan *value* terbesar atau berdasarkan pilihan dari perusahaan.

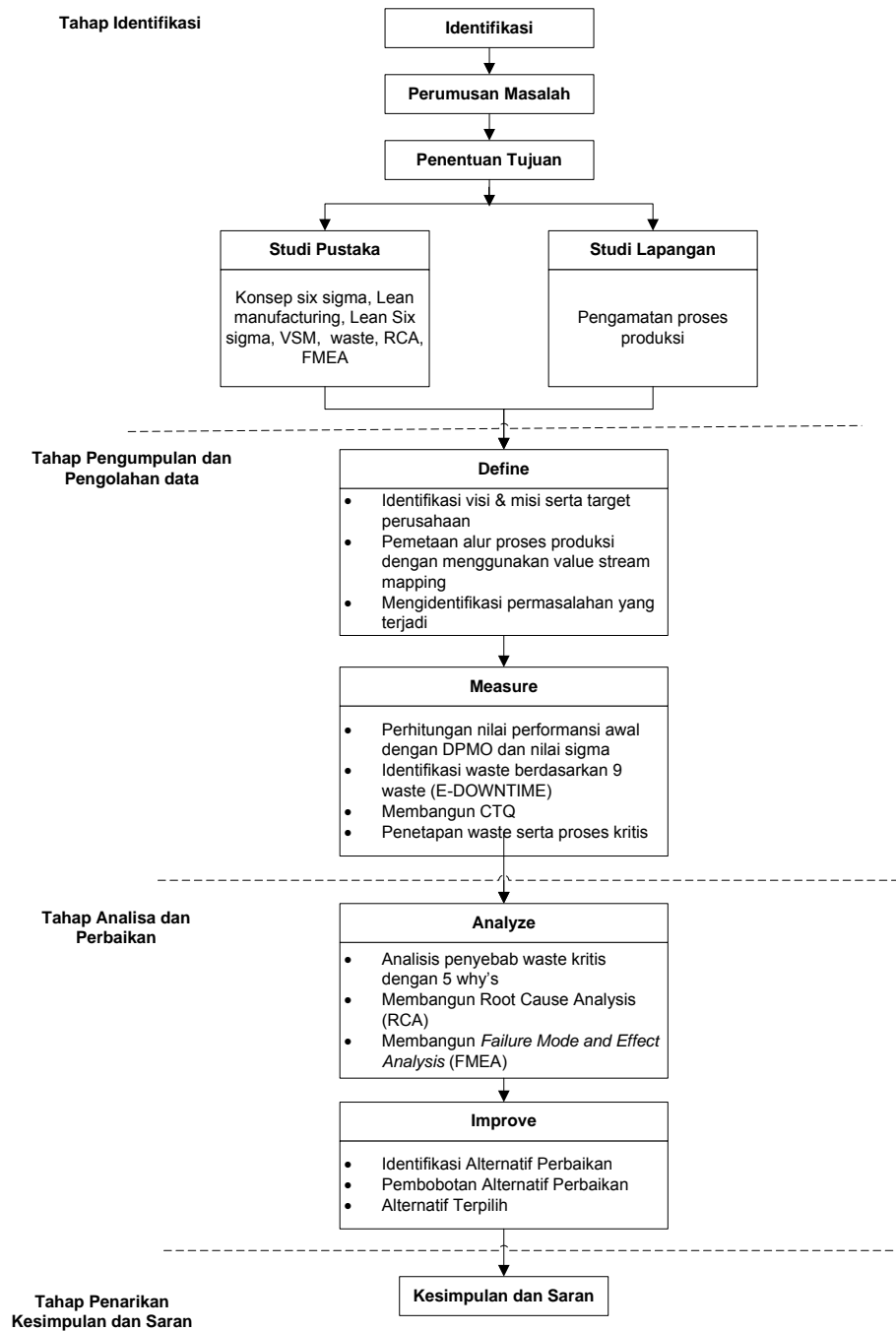
### **3.4 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahapan akhir dari penelitian tugas akhir ini. Kesimpulan yang akan diberikan merupakan jawaban dari tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini. Dan saran berisi usulan-usulan yang diberikan kepada perusahaan dan juga untuk peneliti selanjutnya.

### **3.5 Flowchart Metodologi Penelitian**

Di bawah ini adalah flowchart metodologi penelitian dari penelitian tugas akhir yang dibuat.





Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pengumpulan serta pengolahan data-data yang digunakan. Metode yang digunakan pada bab 4 adalah metodologi *lean six sigma* yang telah dijelaskan pada bab 3 yaitu *Define* dan *Measure*.

#### **4.1 Define**

*Define* merupakan tahapan awal pada metodologi *six sigma* yang digunakan dalam mengidentifikasi berbagai permasalahan yang akan diselesaikan. Pada fase ini akan dijelaskan mengenai permasalahan yang dijadikan sebagai amatan untuk tahap *improve*.

##### **4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan**

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum dari perusahaan PT. Barata Indonesia.

###### **4.1.1.1 Sejarah Perusahaan**

PT. Barata Indonesia merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang didirikan pada 1971 dengan nama PT. Barata Metalworks & Engineering. Pada awal berdirinya, perusahaan ini didirikan dengan menggabungkan tiga perusahaan yang bergerak di bidang yang hampir sama, perusahaan- perusahaan yang digabung adalah :

1. PN. BARATA dahulu NV. BRAAT Machinefabriek, didirikan pada tahun 1901 untuk memberikan jasa pemugaran kepada pabrik - pabrik gula, manufaktur jembatan, dan konstruksi baja lainnya

2. PN. SABANG MERAUKE dahulu Machinefabriek & Scheepswerf NV. MOLENVLIET, didirikan pada tahun 1920 untuk memberikan jasa pemugaran pada industri budidaya gunung dan perkapalan pantai.
3. PN. PEPRIDA, yaitu perusahaan milik pemerintah yang didirikan pada tahun 1962 untuk melaksanakan pembangunan proyek-proyek industri dasar.

PT. Barata Indonesia awalnya berpusat di kota Surabaya, yaitu bertempat di jalan Ngagel No. 109 dengan luas tanah sebesar 6,7 Ha. Namun seiring berjalannya waktu wilayah tersebut menjadi pusat kota dan semakin padat penduduk sehingga menyulitkan jalur keluar dan masuk alat transportasi dari PT. Barata yang berupa truk besar.

Untuk melakukan ekspansi serta memperluas bisnis yang dijalankan, maka perusahaan mempertimbangkan untuk melakukan relokasi atau pindah ke tempat yang lebih luas dan memudahkan alur transportasi baik keluar maupun masuk perusahaan. Untuk itu pada tahun 2005 PT. Barata Indonesia melakukan relokasi ke kota Gresik yang bertempat di jalan Veteran No 241 dengan luas tanah sebesar 22 Ha.



Gambar 4. 1 Logo Perusahaan PT. Barata Indonesia

#### 4.1.1.2 Visi Misi dan Tujuan Perusahaan

PT. Barata Indonesia memiliki visi yaitu menjadi perusahaan Foundry, Metalworks dan Engineering, Procurement & Construction ( EPC ) yang tangguh. Untuk mendukung visi tersebut, perusahaan membuat misi-misi yaitu :

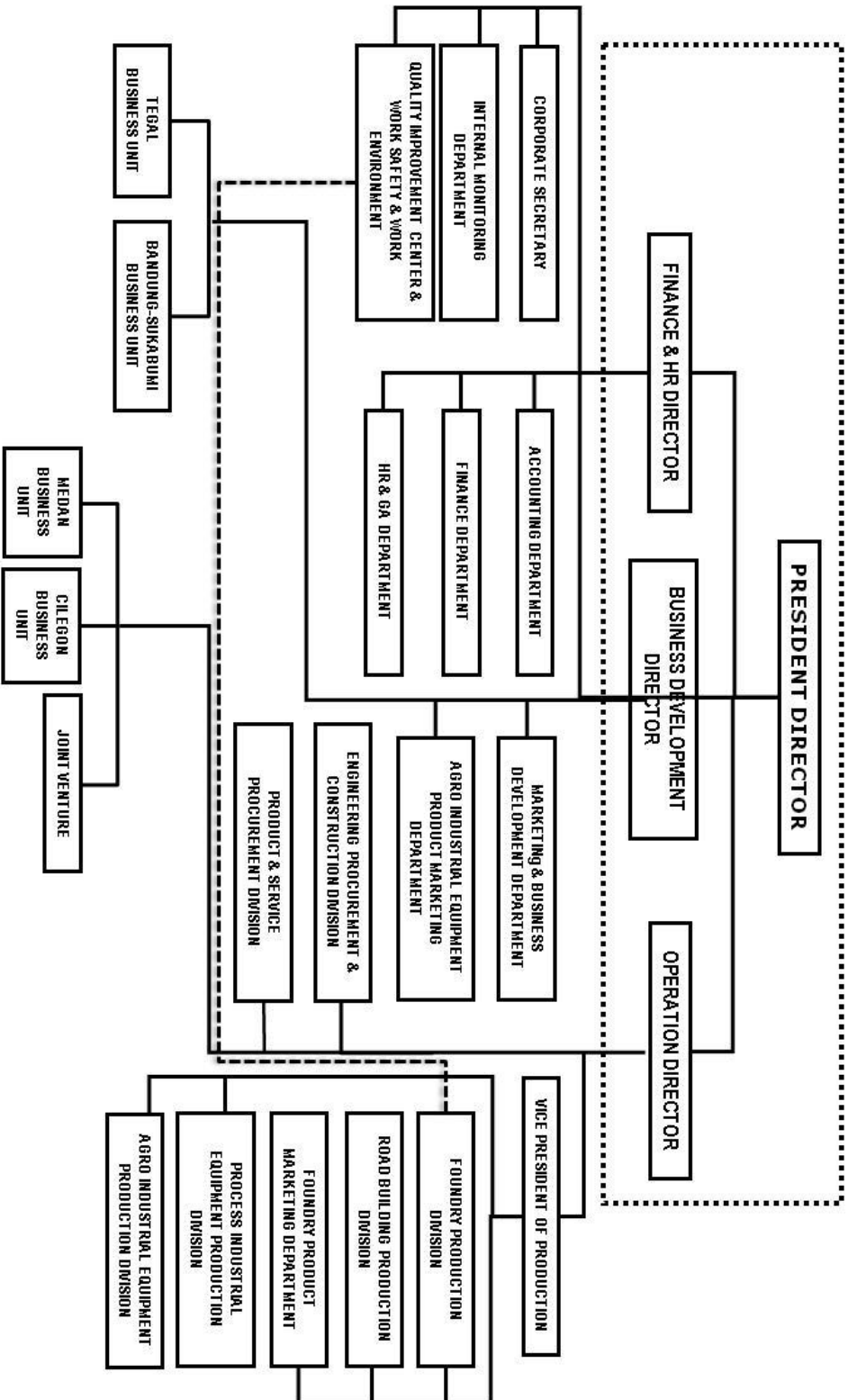
1. Melakukan kegiatan usaha Foundry dan Metal Works Peralatan Industri dan komponen untuk bidang Agro, Oil & Gas, Power Plant dan Pengairan dengan mengoptimalkan sumber daya, sehingga memberikan nilai tambah bagi karyawan, pemesan, Pemegang Saham dan Stake Holder lainnya.
2. Melakukan kegiatan usaha Engineering, Procurement & Construction untuk bidang Industri Agro, Industri Migas (Tankage) dan Industri Pembangkit Tenaga Listrik.

Selain visi dan misi yang telah diusung, PT. Barata Indonesia juga menetapkan tujuan-tujuan yang telah ditetapkan untuk mendukung misi yang ada. Tujuan-tujuan perusahaan yaitu:

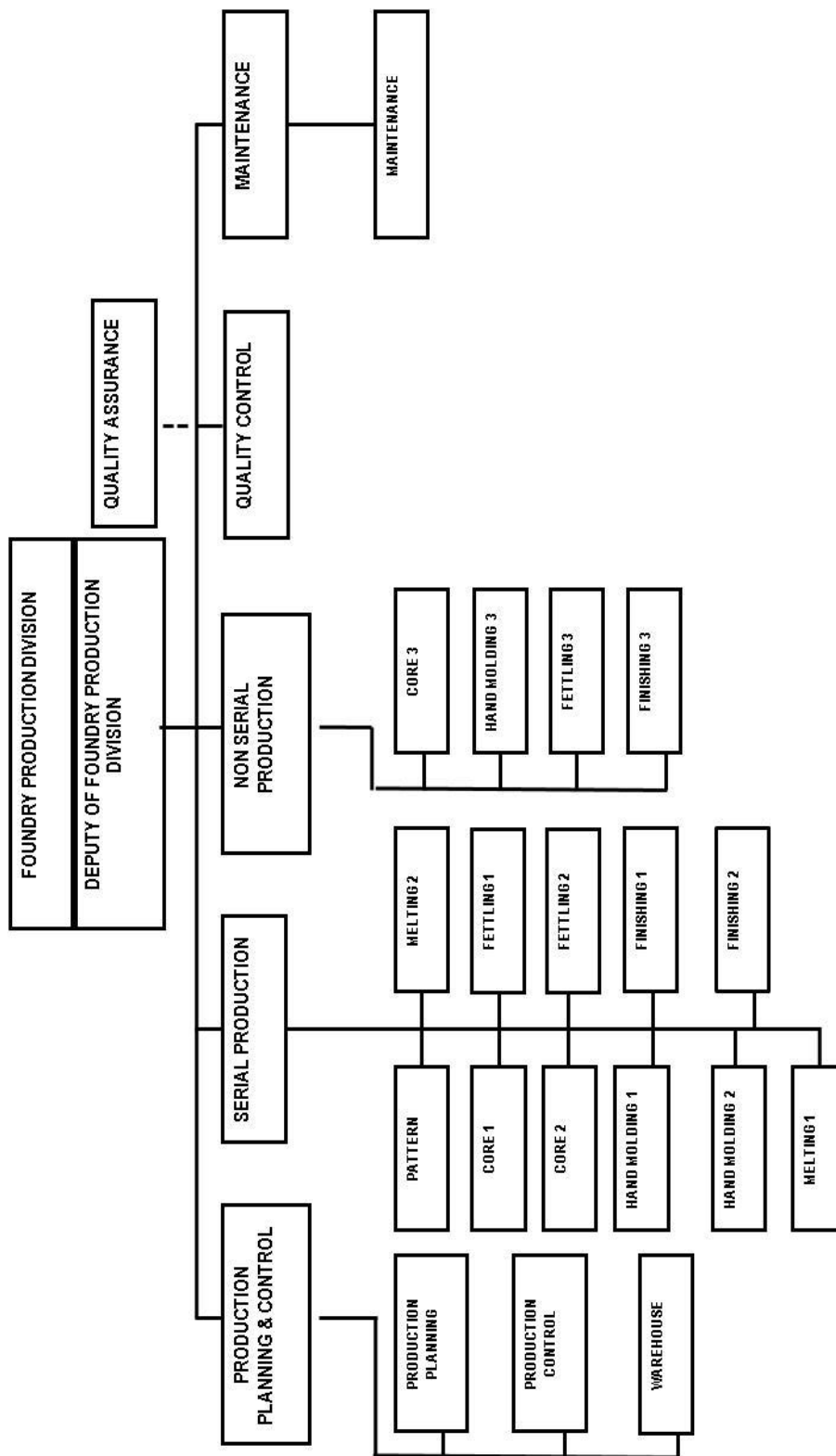
1. Mendukung kemandirian dan kemajuan Industri Nasional.
2. Memberikan produk dan layanan yang berkualitas kepada Pemesan dalam rangka menciptakan nilai yang prima.
3. Menghasilkan keuntungan bagi Pemegang Saham.
4. Menciptakan kesejahteraan, peningkatan kualitas dan kepuasan kerja karyawan.

#### 4.1.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Sebagai salah satu perusahaan yang cukup besar di Indonesia, PT. Barata Indonesia memiliki struktur organisasi, namun untuk struktur organisasi perusahaan masih mencakup keseluruhan cabang atau struktur organisasi secara luas. Berikut struktur organisasi dari PT. Barata Indonesia.



Gambar 4. 2 Struktur Organisasi PT. Barata Indonesia



Gambar 4. 3 Struktur Organisasi *Workshop 1* Pengecoran PT. Barata Indonesia

#### 4.1.2 *Roll* Gilingan Tebu dan komponennya

Pada setiap Pabrik Gula di Indonesia pasti memiliki mesin yang digunakan untuk melakukan proses penggilingan tebu yang outputnya berupa cairan nira yang berasal dari tebu. Dalam sebuah mesin penggilingan tebu terdapat tiga *roll* gilingan yaitu *roll* depan, *roll* belakang, dan *roll* atas. Dari segi bentuk ketiganya memiliki bentuk yang identik. Kapasitas dari mesin penggiling tebu sendiri bermacam-macam mulai dari 2000-12000 LPD. Mesin penggilingan tebu dapat dilihat pada gambar 4.4.

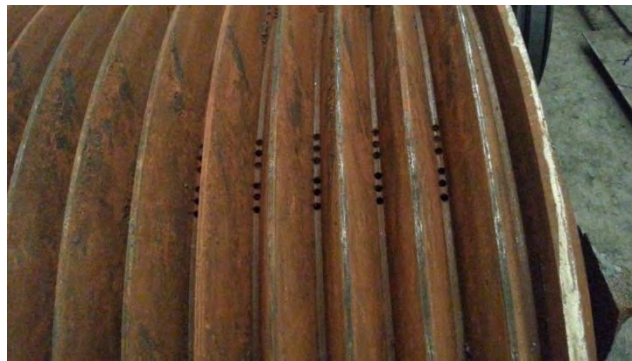


Gambar 4. 4 Mesin Penggilingan Tebu  
(sumber : <http://www.sugartech.in>)

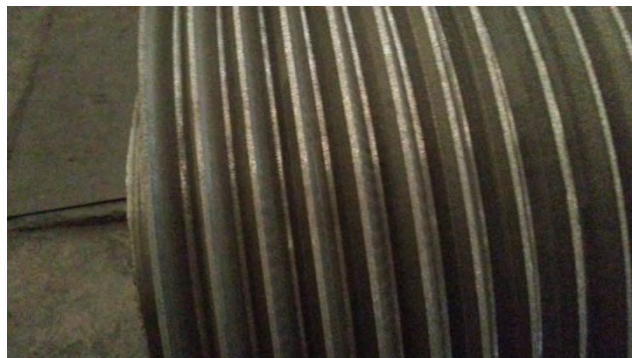
Dalam penelitian tugas akhir ini yang akan dijadikan sebagai objek amatan adalah *roll* gilingan dari mesin penggiling tebu. Terdapat dua jenis *roll* gilingan, yaitu *roll* konvensional dan *roll perforated*. Perbedaannya terletak pada bagian mantelnya, pada *roll* gilingan *perforated* terdapat lubang nozzle di antara alur-alur yang telah dibuat untuk mengalirkan cairan nira agar lebih optimal, sedangkan konvensional tidak ada. Harga dari keduanya juga berbeda, untuk *roll* gilingan *perforated* harganya lebih mahal dibandingkan dengan *roll* gilingan konvensional. Berikut adalah bagian dan fungsi dari masing-masing komponen pada *roll* atas.

#### 4.1.2.1 *Shell* atau mantel *Roll* Gilingan

*Shell* ini dapat dikatakan sebagai bagian atau komponen inti dari *roll* gilingan karena merupakan bagian yang bersentuhan langsung dengan proses penggilingan tebu. *Shell* sendiri dibuat dengan proses pengecoran pasir yang kemudian dilakukan proses pembubutan untuk membuat alur sesuai dengan spesifikasi yang telah diberikan. Kemudian dilakukan proses drilling untuk membuat lubang yang nantinya akan digunakan sebagai lubang poros. Dan untuk *roll* gilingan preforated terdapat proses lanjutan berupa proses *drilling* untuk membuat lubang *nozzle* di antara alur-alur yang telah dibuat untuk mengalirkan cairan nira agar lebih optimal. Gambar 4.5 dan 4.6 adalah bentuk dari komponen *shell* atau mantel (konvensional dan *perforated*).



Gambar 4. 5 Mantel *Roll* Gilingan *perforated*



Gambar 4. 6 Mantel *Roll* Gilingan konvensional



#### 4.1.2.2 Poros *Roll* Gilingan

Poros merupakan bagian tengah atau yang digunakan untuk memutar *roll* gilingan yang tempatnya adalah di tengah atau di dalam *shell* atau mantel. Proses fabrikasi yang dilakukan untuk komponen ini tidak sebanyak yang dilakukan pada komponen *shell* karena untuk poros raw material sudah berupa tabung yang terbuat dari besi. Sehingga untuk membuatnya menjadi komponen yang diinginkan hanya dilakukan proses pembubutan sesuai dengan spesifikasi yang telah dibuat. Untuk gambar poros dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Poros *Roll* Gilingan

#### 4.1.3 Proses Produksi Perusahaan

Untuk proses produksi *roll* gilingan tebu di perusahaan dibagi menjadi dua proses besar, yaitu proses pengecoran pada *workshop* 1 dan proses fabrikasi serta *assembly* dengan proses krim pada *workshop* 4. Untuk komponen yang harus melalui proses pengecoran adalah mantel karena komponen ini dibuat oleh PT. Barata Indonesia dari raw material hingga jadi. Dan untuk proses fabrikasi adalah proses fabrikasi untuk semua komponen, yaitu poros serta mantel yang telah selesai melalui proses pengecoran.

##### 4.1.3.1 Proses Produksi Mantel

Untuk proses produksi mantel *roll* gilingan, proses diawali dengan pembuatan model, di mana model ini digunakan sebagai alat untuk membuat

cetakan dari *roll* gilingan. Setelah proses pembuatan cetakan jadi, kemudian dilanjutkan pada proses selanjutnya yaitu proses cor atau *melting* di mana material-material penyusun untuk pembuatan *roll* gilingan telah dilebur dan dilelehkan yang kemudian dituangkan ke cetakan yang telah dibuat sebelumnya. Proses awal hingga penuangan atau proses pengecoran memakan waktu hingga empat 44 jam. Proses selanjutnya adalah proses pendinginan, di mana proses ini merupakan proses paling lama dalam proses produksi *roll* gilingan. Untuk proses pendinginan ini mantel didiamkan selama 7 hari dan masih berada di dalam cetakan dan belum dibuka. Proses pendinginan ini dilakukan dengan cara alami atau tanpa bantuan dari alat ataupun mesin lain sehingga untuk proses pendinginan sendiri tidak dapat dilakukan dengan waktu yang lebih cepat. Setelah selesai pada proses pendinginan, dilakukan proses *felting* untuk memotong dan menghilangkan *riser* yang ada pada mantel.

Setelah mantel selesai pada proses pendinginan, selanjutnya mantel dibawa menuju *workshop* 4 dengan *forklift* untuk dilakukan proses fabrikasi. Proses fabrikasi diawali dengan proses bubut untuk diameter luar pada mantel. Kemudian setelah diameter luar sesuai dengan dimensi pada desain, maka dilanjutkan dengan proses marking untuk alur pada diameter luar. Setelah proses marking selesai, proses dilanjutkan kembali dengan mesin bubut untuk membuat alur sesuai dengan marking yang telah dilakukan. Proses ini memakan waktu cukup lama yaitu hingga 60 jam. Setelah selesai, dilakukan inspeksi untuk mengecek dimensi dari mantel apakah sudah sesuai dengan desain atau belum.

Setelah lolos dari inspeksi, kemudian dilanjutkan dengan proses pengeboran untuk diameter dalam, untuk proses ini waktu yang dibutuhkan juga cukup lama yaitu hingga 72 jam. Proses ini membutuhkan waktu cukup lama karena proses ini harus dilakukan dengan perlahan dan juga untuk memastikan selama proses ini tidak merusak atau menyebabkan keretakan pada mantel. Setelah diameter dalam selesai dibuat, dilakukan proses inspeksi untuk menentukan tingkat *crack* yang terjadi, inspeksi ini baru bisa dilakukan karena setelah diameter dalam selesai, baru dapat dilihat seberapa besar *crack* di bagian dalam, karena sebelum proses ini, bagian dalam belum dapat dilihat karena masih berbentuk tabung silinder. Proses inspeksi dilakukan dengan penilaian dari ahli

(*expert judgement*). Dan proses terakhir adalah proses *drilling* dan tap untuk lubang baut pada mantel.

#### 4.1.3.2 Proses Produksi Poros

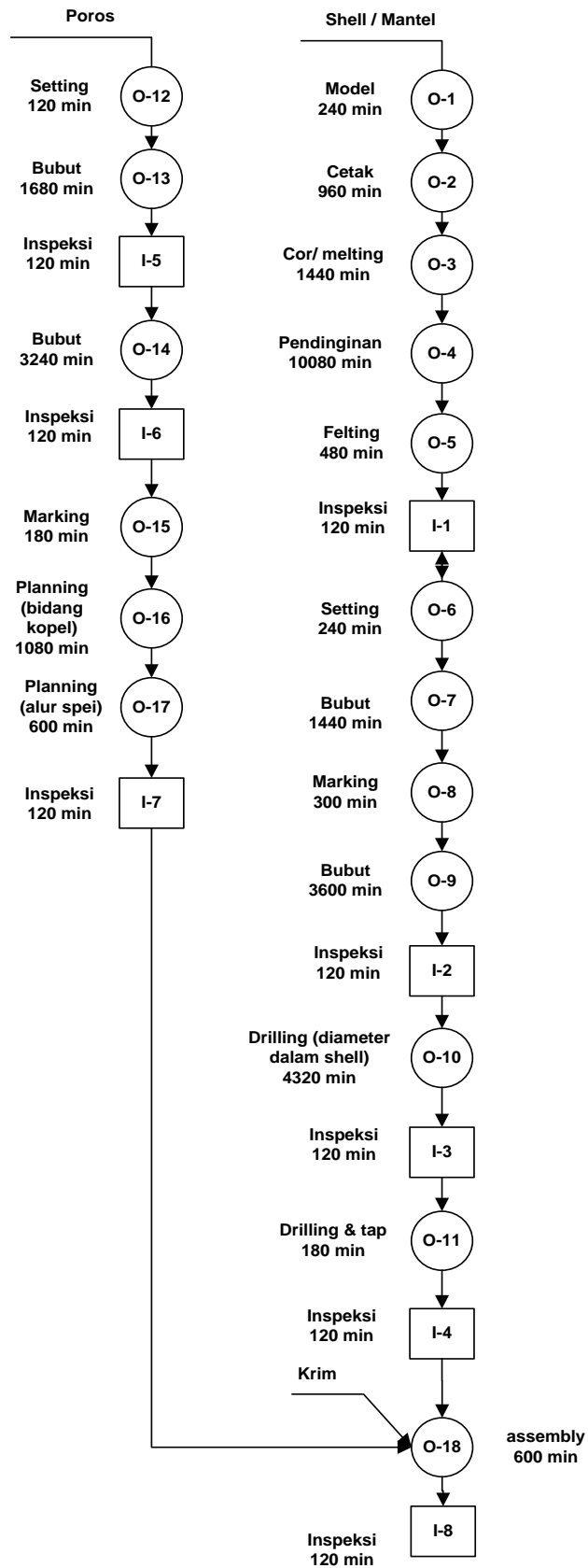
Komponen yang kedua pada *roll* gilingan tebu adalah poros. Untuk pembuatan poros baru, proses produksi diawali dengan proses pembubutan dengan mesin bubut untuk diameter luar poros dan setelah selesai dilakukan inspeksi. Kemudian proses selanjutnya dilakukan proses bubut *finishing* untuk bidang bearing/ krim sesuai data QC atau sesuai dengan diameter dalam dari mantel. Kemudian dilakukan lagi inspeksi setelah proses selesai.

Proses selanjutnya adalah proses marking untuk posisi alur spei dan posisi kopel. Setelah selesai proses marking kemudian dilakukan proses terakhir untuk poros, yaitu proses *planning* atau *milling* untuk bidang kopel dan alur spei. Setelah selesai proses *milling* dilakukan inspeksi pada poros. Setelah poros selesai, maka poros telah siap untuk digabungkan dengan mantel. Untuk proses produksi poros ini dilakukan secara bersamaan dengan proses produksi mantel untuk menghemat waktu.

#### 4.1.3.3 Proses Assembly

Proses *assembly* pada pembuatan *roll* gilingan tebu Pabrik Gula adalah dengan menggunakan proses krim. Proses ini dilakukan dengan cara memanaskan mantel sehingga diameter dalam mantel akan memuai dan kemudian poros dimasukkan ke dalam mantel. Untuk suaian antara kedua komponen ini adalah suaian sesak dan dalam menggabungkannya tidak digunakan proses lain sehingga jika terjadi ketidaksesuaian dalam perhitungan diameter baik diameter dalam mantel atau diameter luar poros, maka akan berakibat fatal saat dilakukan proses krim (bisa terlalu longgar atau terlalu sesak).

Berikut ini adalah *Operation Process Chart* (OPC) dari *roll* gilingan tebu yang diproduksi PT. Barata Indonesia untuk menggambarkan proses produksi secara lengkap.



Gambar 4. 8 Operation Process Chart (OPC) Roll Gilingan Tebu

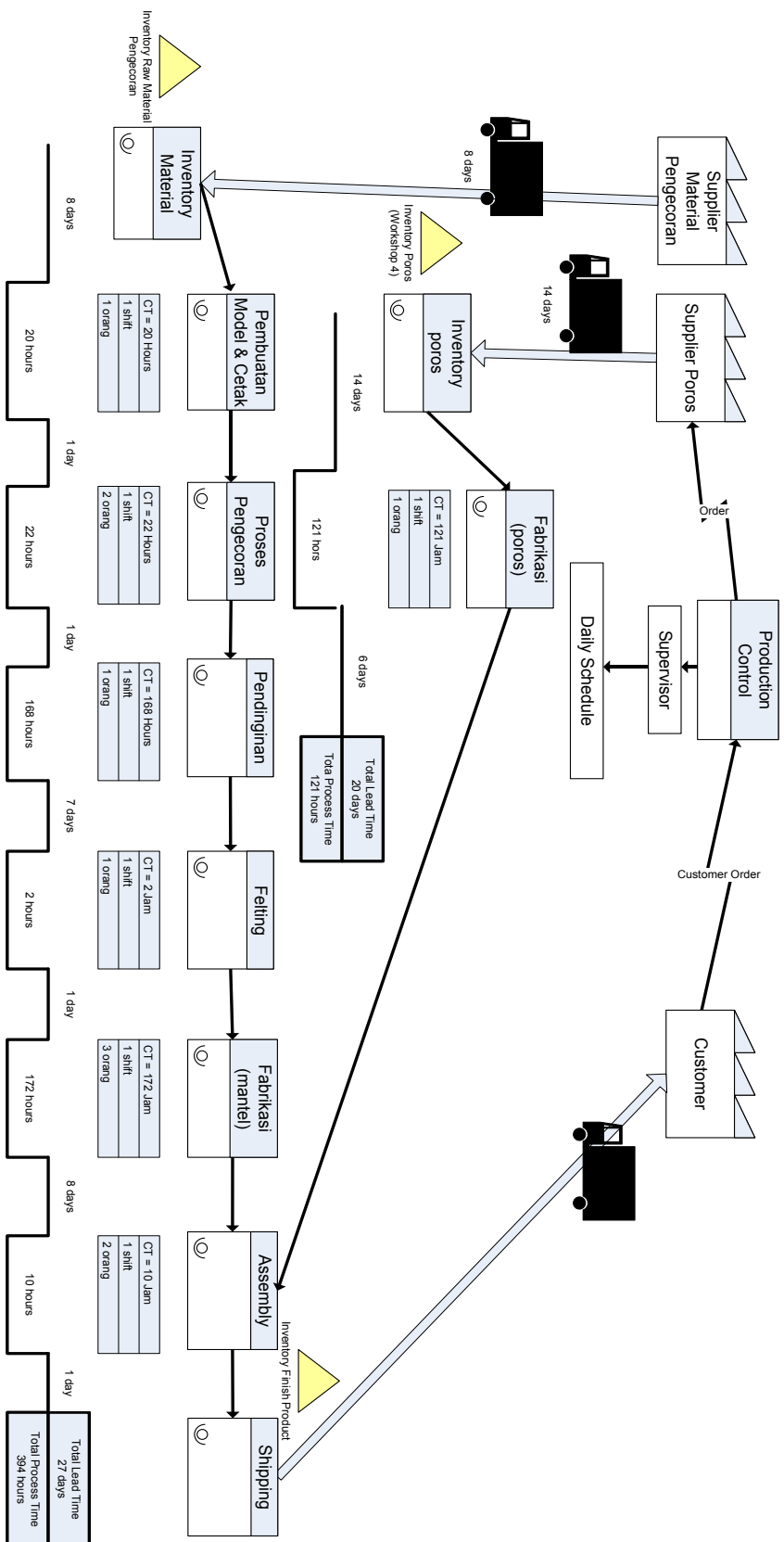
#### 4.1.4 Pendefinisian Objek Amatan

Di PT Barata Indonesia bagian yang terlibat dalam proses produksi adalah dua bagian, yaitu *workshop* 1 dan juga *workshop* 4. Di mana untuk proses utama pada bisnis perusahaan ini adalah berada pada *workshop* 1 yaitu proses pengecoran. Untuk produk-produk yang diproduksi di *workshop* 1 antara lain mengerjakan *order* dari perusahaan-perusahaan seperti PT. INKA, PT. MWP, KAI, PT Maju Wira Per untuk memenuhi order di bidang kereta api. Selain itu yang juga menjadi proyek tetap setiap periodenya adalah pabrik gula untuk membuat mantel *roll* gilingan. Dan juga ada perusahaan-perusahaan lain seperti PT PAL, PT Indo Lampung, dll yang juga melakukan order untuk produk-produk dengan proses pengecoran di *workshop* 1. Untuk penggunaan bahan baku pengecoran paling banyak serta memakan waktu paling lama adalah dalam proses produksi mantel *roll* gilingan. *Roll* gilingan menggunakan material hingga 55 % dari jumlah keseluruhan produk pengecoran dan waktu khususnya dalam proses pendinginan yakni hingga tujuh hari. Dan proses pendinginan ini juga memakan tempat yang cukup luas.

Untuk *workshop* 4 merupakan tempat khusus untuk melakukan proses fabrikasi dari *roll* gilingan yang sebelumnya telah dilakukan proses pengecoran untuk komponen mantel. Di *workshop* 4 hasil dari pengecoran yang telah kering diproses dengan mesin seperti mesin bubut, mesin *drilling*, dll. Dan dilakukan juga fabrikasi untuk komponen lain dari *roll* gilingan, yaitu poros. Untuk poros, proses yang dilakukan hanya proses fabrikasi hingga sesuai dengan dimensi yang ada pada desain. Selain melakukan proses fabrikasi untuk kedua komponen, di *workshop* 4 juga melakukan proses *assembly* kedua komponen tersebut dengan proses krim, di mana untuk proses ini merupakan proses yang cukup krusial, di mana pada periode terakhir terdapat sekitar 2 % kegagalan proses krim yang berakibat pecahnya mantel dan harus dibuat ulang dari *raw material* melalui proses-proses sebelumnya. Untuk itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui *waste* yang terjadi pada proses produksi *roll* gilingan tebu pabrik gula karena terdapat *waste* yang cukup sering terjadi selama proses produksi ini.

#### **4.1.5 Current State Value Stream Mapping**

*Big Picture Mapping* merupakan suatu gambaran yang digunakan untuk memperlihatkan aliran proses yang dijalankan oleh PT. Barata dalam memproduksi *roll* gilingan. Aliran proses dimulai dari ketika pesanan dari *customer* yaitu pabrik gula diterima oleh perusahaan dan kemudian perusahaan melakukan pemesanan bahan baku kepada dua supplier yang berbeda, di mana supplier pertama adalah supplier untuk bahan baku pengecoran mantel dan supplier yang kedua adalah supplier poros. Untuk poros perusahaan harus mengimpor dari luar negeri atau impor dari Korea sehingga memakan waktu yang cukup lama dalam proses pengirimannya. Secara umum proses di lini produksi seperti dijelaskan sebelumnya. Pada setiap proses tersebut terdapat waktu operasi dari masing-masing proses yang akan mempengaruhi total *lead time* produksi dari *roll* gilingan. *Lead time* yang terlalu panjang dan adanya aktivitas *non-value added* akan berpengaruh terhadap biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.



Gambar 4. 9 Current State Value Stream Mapping

Berdasarkan VSM pada gambar 4.9, terlihat bahwa *lead time* produksi *roll* gilingan PT Barata Indonesia adalah selama 27 hari dengan total waktu proses 394 jam. Berdasarkan *lead time* dari masing-masing proses, proses produksi *roll* gilingan paling lama adalah pada proses pendinginan dan proses fabrikasi dari mantel serta poros. Hal ini dapat menjadi indikasi adanya *non-value added activity* pada proses-proses tersebut karena dampak yang akan ditimbulkan akan sangat fatal untuk proses-proses selanjutnya. Dampaknya antara lain terkait biaya yang akan meningkat serta kepuasan dari konsumen akan menurun.

#### 4.1.6 Activity Classification

Prinsip *Lean manufacturing* pada dasarnya adalah meminimalkan *non-value added activity* yang berpotensi menimbulkan *waste*. Aktivitas sendiri dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu *value added*, *necessary non value added*, dan *non value added*. Untuk itu perlu dilakukan klasifikasi aktivitas pada proses produksi *roll* gilingan PT Barata Indonesia untuk menentukan aktivitas-aktivitas yang telah dilakukan selama proses produksi. Berikut klasifikasi aktivitas yang dijalankan oleh *workshop* 1 dan *workshop* 4 dalam memproduksi *roll* gilingan.

Tabel 4. 1 *Activity Classification* Proses Pembuatan Model dan Cetakan

Proses Pembuatan Model & Cetakan	VA	NNVA	NVA
Membaca rancangan atau desain	V		
Mempersiapkan <i>pattern</i> kayu yang akan digunakan		V	
Mengisi cetakan yang berisis <i>pattern</i> dengan pasir untuk sisi pertama		V	
Mengisi cetakan yang berisis <i>pattern</i> dengan pasir untuk sisi kedua		V	
Membuat <i>ingate</i> dan <i>feeder</i>	V		
Melepaskan <i>pattern</i> dari cetakan		V	
Membentuk lubang ventilasi udara	V		
Menumpuk kedua sisi ceptakan pasir dengan rapat		V	
Melepaskan cetakan pasir dari cetakan luar		V	
	3	6	0
	30%	70%	0%



Tabel 4. 2 *Activity Classification* Proses Cor/Melting

Proses Cor/Melting	VA	NNVA	NVA
Mempersiapkan mesin <i>induction furnace</i>		V	
Memasukkan material-material logam yang akan digunakan kedalam mesin <i>induction furnace</i> untuk dilelehkan		V	
Mengalirkan lelehan logam kedalam tempat yang lebih kecil dari <i>induction furnace</i>		V	
Menuangkan lelehanan logam ke cetakan	V		
	1	3	0
	25%	75%	0%

Tabel 4. 3 *Activity Classification* Proses Pendinginan

Proses Pendinginan	VA	NNVA	NVA
Memindahkan mantel yang masih berada di dalam cetakan ke tempat pendinginan		V	
Mendiamkan mantel hingga kering dan keras		V	
	0	2	0
	0%	100%	0%

Tabel 4. 4 *Activity Classification* Proses Felting

Proses Felting	VA	NNVA	NVA
Membongkar cetakan pasir		V	
Operator mengecek keretakan luar		V	
Mengeluarkan mantel dari dalam cetakan		V	
Mempersiapkan grinda yang akan digunakan		V	
Memotong <i>riser</i> yang ada akibat pengecoran	V		
	1	4	0
	20%	80%	0%

Tabel 4. 5 *Activity Classification* Proses Fabrikasi

Proses Fabrikasi	VA	NNVA	NVA
<b>Fabrikasi Mantel</b>			
Setting mesin bubut		V	
Mempersiapkan mantel di atas mesin bubut		V	
Melakukan proses pembubutan diameter luar	V		
Melakukan <i>marking</i> mantel untuk proses pembuatan alur di atas mesin bubut	V		
Setting ulang mesin bubut		V	

Tabel 4. 5 *Activity Classification* Proses Fabrikasi (Lanjutan)

<b>Proses Fabrikasi</b>	<b>VA</b>	<b>NNVA</b>	<b>NVA</b>
Proses pembubutan untuk membuat alur	V		
Memindahkan mantel dari atas mesin bubut dan memastikan tidak terjadi keretakan		V	
Melakukan proses bor untuk membuat diameter dalam	V		
Inspeksi tingkat keropos yang terjadi pada mantel			V
Melakukan <i>rework</i> jika terdapat kropos melebihi 20% dan <i>reject</i> dan lebur kembali jika keropos diatas 75%			V
<i>Drilling &amp; tap</i> lubang baut	V		
<b>Fabrikasi Poros</b>			
Setting mesin bubut		V	
Mempersiapkan poros di atas mesin bubut		V	
Proses pembubutan diameter luar	V		
Setting ulang mesin bubut		V	
Melakukan proses bubut <i>finishing</i> (bidang <i>bearing</i> /krim)	V		
Melakukan <i>marking</i> alur spei dan posisi kopel	V		
Memindahkan poros dari mesin bubut		V	
Setting mesin <i>milling</i>		V	
Melakukan proses <i>planning/milling</i> bidang kopel	V		
Melakukan proses <i>planning/milling</i> alur spei	V		
	10	9	2
	48%	43%	9%

Tabel 4. 6 *Activity Classification* Proses Assembly

<b>Proses Assembly</b>	<b>VA</b>	<b>NNVA</b>	<b>NVA</b>
Mempersiapkan mesin krim		V	
Memasukkan mantel ke dalam mesin krim		V	
Menunggu diameter dalam sedikit memuai		V	
Memasukkan poros ke dalam mesin krim (tepat di diameter dalam mantel)		V	
Mengangkat <i>roll</i> gilingan jadi		V	
Memeriksa apakah terjadi <i>crack</i> pada mantel			V
Melakukan <i>rework</i> jika terjadi keretakan			V
Operator membongkar mantel jika proses gagal (motel pecah)			V
	0	5	3
	0%	83%	17%

Berdasarkan aktivitas-aktivitas di atas, terlihat bahwa selama berjalannya proses produksi terdapat total *value added activity* sebanyak 15 (31,3%) aktivitas, total *necessary non value added* sebanyak 28 (58,3%) aktivitas, dan *non value added* sebanyak 5 (10,4%) aktivitas. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat *non value added activity* selama proses produksi berlangsung. Selain itu besarnya jumlah aktivitas *necessary non value added* dapat menimbulkan berbagai kemungkinan, bisa menjadi *value added activity* atau bahkan bisa menjadi *non value added activity*.

#### **4.1.7 Waste Identification**

Pada penelitian ini *waste* yang akan diidentifikasi adalah sembilan *waste* yaitu E-DOWNTIME. Di mana E-DOWNTIME adalah *Environmental, Safety, and Health (EHS) waste, Defect, Over Production, Waiting, Not utilizing employee, Transportation, Inventory, Motion, dan Excess processing*.

##### 4.1.7.1 EHS Waste

EHS *waste* merupakan suatu *waste* yang berhubungan dengan kondisi lingkungan. Lingkungan sendiri dapat diartikan sebagai lingkungan kerja maupun dampak lingkungan. Selain itu juga termasuk kesehatan dan keamanan dari para operator selama mengoperasikan mesin. Di PT Barata Indonesia khususnya di *workshop 1* serta *workshop 4* tidak terlalu terlihat permasalahan mengenai EHS *waste* karena lingkungan kerja yang cukup baik dengan suhu yang sedikit panas namun masih dalam batas kewajaran. Serta operator yang mengoperasikan mesin sudah cukup memperhatikan kesehatan dan keselamatan seperti mengenakan *masker, helm, serta safety shoes*.

##### 4.1.7.2 Defect

*Defect* adalah *waste* yang sering ditemukan di perusahaan manufaktur. Pada proses produksi *roll* gilingan sendiri terdapat beberapa *defect* yang ditemukan. *Defect* merupakan kejadian di mana produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi. Dalam proses produksi *roll* gilingan *defect* dapat terjadi

selama proses produksi kedua komponen penyusun *roll* gilingan, yaitu poros dan mantel. Namun menurut perusahaan *defect* paling sering terjadi pada mantel dan terjadi kerugian ketika terjadi kegagalan berupa keropos dengan tingkat kekeroposan di atas 75% pada proses *assembly* karena mantel harus dibuat ulang. Hal ini sesuai dengan aktivitas *non value added* yang ada. Tabel 4.7 akan menunjukkan jumlah *defect* yang terjadi pada mantel selama proses produksi *roll* gilingan berlangsung.

Tabel 4. 7 Jumlah *Defect* yang Terjadi Pada Mantel

Periode	Jumlah Defect	Jumlah Produksi	%
1	39	150	26,00
2	30	130	23,08
3	22	100	22,00
4	27	125	21,60
5	34	133	25,56
<b>Total</b>	152	638	23,82

Tabel 4.7 merupakan jumlah *defect* yang terjadi pada mantel selama proses produksi *roll* gilingan tebu PT. Barata Indonesia. Mengingat jumlah *defect* yang cukup besar maka permasalahan *defect* merupakan permasalahan penting untuk perusahaan.

#### 4.1.7.3 *Overproduction*

*Waste overproduction* merupakan *waste* yang terjadi ketika produk yang dihasilkan atau diproduksi lebih banyak dari yang telah direncanakan sejak awal. Untuk *waste* ini tidak ditemui di PT Barata Indonesia karena perusahaan ini bersifat *job order* atau *Make To Order* sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan pesanan dari konsumen. Tidak terkecuali untuk produk *roll* gilingan yang diproduksi sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan atau dipesan oleh masing-masing pabrik gula.

#### 4.1.7.4 *Waiting*

*Waiting* merupakan *waste* yang terjadi ketika proses produksi berhenti. Berhentinya proses produksi perusahaan dapat dikarenakan oleh terjadinya kerusakan mesin yang digunakan. Pada kasus kerusakan mesin, hal tersebut tidak termasuk sebagai *downtime* yang direncanakan dan dapat berdampak kerugian bagi perusahaan. Untuk *downtime* yang direncanakan, PT Barata Indonesia sudah menerapkan *preventive maintenance* dan membuat jadwal-jadwal perbaikan mesin secara berkala. Namun dalam proses produksi *roll* gilingan PT Barata Indonesia cukup sering mengalami kerusakan mesin sebelum jadwal perbaikan. Hal ini tentu menimbulkan *waiting* yang dapat memperpanjang *lead time* tiap mesin yang terjadi *downtime* maupun *lead time* keseluruhan produksi serta menambah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Selain itu penyebab *waiting* lain adalah adanya proses *rework*.

Tabel 4. 8 Data Waktu *Downtime* Dalam Lima Periode

<b>Periode</b>	<b><i>Downtime</i> (jam)</b>	<b>Waktu Operasi (jam)</b>	<b>%</b>
1	4972	50422	9,86%
2	3766	43156	8,73%
3	2839	33139	8,57%
4	4833	42708	11,32%
5	5165	45464	11,36%
<b>TOTAL</b>	21575	214889	10,04%

Berdasarkan tabel 4.8 diketahui bahwa selama lima periode produksi *roll* gilingan terjadi *waiting* hingga 10,04% dari waktu total operasi.

#### 4.1.7.5 *Not Utilizing Employee*

Untuk *waste* ini tidak banyak terlihat dalam proses produksi *roll* gilingan. Semua operator dan karyawan sudah terutilisasi dengan baik dengan bagian-bagian yang sesuai dengan pengetahuan dan kemampuannya. Serta pembagian shift kerja juga sudah merata.

#### 4.1.7.6 *Transportation*

Selama proses produksi *roll* gilingan, permasalahan transportasi tidak banyak terlihat, hal ini dikarenakan tata letak permesinan dari *workshop* 1 serta *workshop* 4 sudah tertata dengan baik. Selain itu untuk memindahkan material yang berdimensi cukup besar, digunakan mesin *crane* untuk membantu *material handling* antar mesin dan menggunakan forklift untuk memindahkan mantel dari *workshop* 1 menuju *workshop* 4.

#### 4.1.7.7 *Inventory*

Waste *Inventory* merupakan *waste* yang berupa penumpukan, baik bahan baku, *work in process* (WIP), maupun *finish product*. Yang terlihat untuk lini produksi *roll* gilingan di PT Barata Indonesia material sudah dipesan sesuai dengan jumlah *order* yang diterima perusahaan serta diberikan toleransi untuk mengantisipasi terjadinya *defect*. Untuk material yang harus dipesan dari luar negeri (impor) seperti komponen poros, PT Barata cenderung sedikit menumpuk stok, hal ini dikarenakan waktu pemenuhan order yang lama sehingga dalam sekali pemesanan dilakukan dengan jumlah melebihi keperluan. Kemudian untuk (WIP) tidak menjadi masalah karena peletakkannya sudah dikelompokkan, contohnya untuk poros yang siap *assembly* diletakkan di dekat mesin krim (mesin untuk proses *assembly*) di sekitar mesin tersebut disediakan *space* untuk WIP poros yang berada di *workshop* 4 karena proses fabrikasi poros memang lebih singkat dibandingkan dengan mantel. Selain itu untuk proses pendinginan mantel juga sedikit memakan tempat karena posisinya berada di *workshop* 1.

Untuk *inventory finish product* yang juga terdapat di *workshop* 4 tidak terlihat adanya masalah karena setelah *roll* gilingan telah selesai maka langsung akan dilakukan pengiriman kecuali dalam pengiriman tersebut terdapat lebih dari satu *roll* gilingan yang akan dikirimkan sehingga harus menunggu.

#### 4.1.7.8 *Motion*

*Motion* adalah *waste* yang mengacu pada pergerakan yang tidak seharusnya selama proses produksi berjalan. Hal ini terlihat ketika terjadi proses

*rework* pada mantel *roll* gilingan karena ketika dilakukan *rework*, mantel harus kembali dipindahkan ke tempat lain untuk dilakukan *rework*. Hal tersebut juga memakan waktu karena mengingat dimensi mantel yang cukup besar dan berat sehingga dalam pemindahannya dibutuhkan bantuan dari *forklift*.

#### 4.1.7.9 Excess Processing

*Waste* ini merupakan *waste* yang terjadi karena adanya proses yang berlebih pada produk. Hal ini biasanya disebabkan oleh adanya *rework*. *Rework* merupakan proses yang harus dilakukan ketika produk yang dihasilkan tidak sesuai spesifikasi atau terjadi kesalahan dalam proses. Pada kasus ini, dalam proses produksi *roll* gilingan terdapat komponen yang cukup tinggi potensinya untuk terjadi proses *rework* yaitu mantel. Jika pada proses pengecoran terdapat sedikit kesalahan, maka akan sangat mempengaruhi kondisi mantel untuk proses-proses selanjutnya. Dan jika terjadi *defect* dalam proses *assembly* (mantel pecah) maka proses *rework* akan sangat panjang karena harus membuat mantel melalui proses awal hingga siap untuk proses *assembly*. Tabel 4.9 menunjukkan jumlah *rework* dan jenis *rework* apa yang harus dilakukan.

Tabel 4. 9 Jumlah dan Jenis *Rework* Pada Mantel

Jenis Defect	Periode					Jenis Rework
	1	2	3	4	5	
<b>Keropos</b>						
20-40%	20	15	16	12	22	Las
41-60%	12	5	2	6	4	Las
61-75%	0	1	0	0	2	Las
75-90%	2	3	1	2	1	Lebur Kembali
<b>Crack</b>	5	6	3	7	5	Las
<b>Total</b>	39	30	22	27	34	

Tabel 4. 10 Jumlah dan Jenis *Rework* Pada Proses *Assembly*

Jenis defect	Periode					Jenis Rework
	1	2	3	4	5	
Mantel Pecah	3	2	1	3	3	Lebur Kembali

Jika melihat jumlah *rework* pada mantel dan proses *assembly*, maka *excess processing* merupakan salah satu permasalahan dari proses produksi *roll* gilingan karena *lead time* produksi yang cukup memakan waktu lama sehingga jika sering terjadi *rework* maka akan berpengaruh terhadap total *lead time* dan jadwal yang telah dibuat.

## 4.2 Measure

Pada tahap ini dilakukan pengukuran terhadap *waste* yang terjadi selama proses produksi *roll* gilingan PT Barata Indonesia. Setelah dilakukan pengukuran, maka akan ada hasil yang akan dijadikan sebagai dasar penentuan *waste* kritis yang nantinya akan dilakukan analisa lebih lanjut.

### 4.2.1 Waste Measurement

Setelah dilakukan identifikasi terhadap *waste* yang terjadi selama proses produksi *roll* gilingan, maka pada bagian ini akan dilakukan pengukuran terhadap nilai dari setiap *waste* yang terjadi.

#### 4.2.1.1 EHS Waste

Tidak terjadi EHS *waste* pada proses produksi *roll* gilingan karena tidak terdapat limbah berbahaya yang dihasilkan, dan keamanan operator sudah sangat diperhatikan oleh perusahaan.

#### 4.2.1.2 Defect

Dalam proses produksi *roll* gilingan, *defect* merupakan masalah bagi perusahaan karena jumlah *defect* yang cukup besar. Berdasarkan data 5 periode terakhir (2008-2012) terdapat jumlah yang cukup besar setiap periodenya, hal tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 11 Jumlah *Defect* Mantel

Periode	Jumlah Defect	Jumlah Produksi	%
1	42	150	26,00
2	32	130	23,08



Tabel 4.11 Jumlah *Defect* Mantel (Lanjutan)

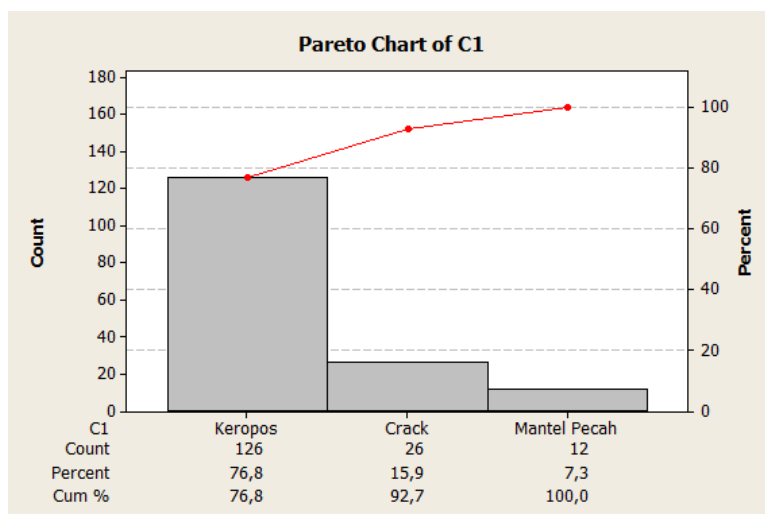
Periode	Jumlah Defect	Jumlah Produksi	%
3	23	100	22,00
4	30	125	21,60
5	37	133	25,56

Defect yang terjadi pada mantel ada dua yaitu terjadi keropos dan terjadi *crack*. Berdasarkan jumlah pada tabel 4.11 berikut adalah frekuensi terjadinya dua jenis *defect* tersebut.

Tabel 4. 12 Jenis Dan Frekuensi *Defect* Pada Mantel

Jenis defect	Periode				
	1	2	3	4	5
Keropos	34	24	19	20	29
Crack	5	6	3	7	5
Mantel Pecah	3	2	1	3	3
<b>Total</b>	42	32	23	30	37
Jumlah Produksi	150	130	100	125	133

Bedasarkan jumlah *defect* yang terjadi di atas, dilakukan penentuan CTQ dengan menggunakan Pareto *Chart* untuk mencari *defect* kritis yang terjadi pada *roll* gilingan.



Gambar 4. 10 CTQ *Waste Defect*

Berdasarkan hasil dari *Pareto Chart* dari defect yang terjadi, maka CTQ untuk *defect* adalah keropos dan *Crack*. Dari jumlah *defect* keropos dan *crack* yang terjadi selama lima periode dalam proses produksi *roll* gilingan selanjutnya dalam melakukan penghitungan nilai sigma dari *waste defect* pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Nilai Sigma *Waste Defect*

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	638
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	152
Defect per Unit	0,2382
Jumlah CTQ	2
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,1191
DPMO	119122
Nilai Sigma	2,69

Kemudian dari sudut pandang *financial* biaya terbesar adalah karena terjadinya tingkat keropos yang yang tinggi (75-90%) sehingga mantel harus kembali dilebur untuk menjadi bahan baku awal. Serta dilakukannya *rework* juga akan mengurangi keuntungan yang didapat oleh perusahaan. Berikut ini adalah biaya yang harus dikeluarkan jika terjadi *rework* dari defect yang terjadi.

Tabel 4. 14 Baya *Rework* Mantel *Defect*

<i>Defect</i>	Jenis <i>Rework</i>	Biaya
<b>Keropos</b>		
20-40%	Las	Rp 2.000.000
41-60%	Las	Rp 2.000.000-4.000.000
61-75%	Las	Rp 4.000.000-6.000.000
75-90%	Lebur Kembali	Rp 200.000.000
<b>Crack</b>	Las	Rp 2.000.000

Untuk tingkat keropos antara 75-90% membutuhkan biaya yang sangat mahal karena biaya yang harus dikeluarkan adalah sama dengan harga pembuatan

mantel baru karena memulai proses dari awal. Begitu juga jika terjadi mantel pecah ketika proses *assembly*. Untuk itu kerugian yang diterima oleh perusahaan dalam 5 periode tersebut dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Kerugian Perusahaan akibat Terjadinya *Defect*

Defect	Periode					Total	Biaya Total
	1	2	3	4	5		
<b>Kerpos</b>							
20-40%	20	15	16	12	22	85	Rp 170.000.000
41-60%	12	5	2	6	4	29	Rp 116.000.000
61-75%	0	1	0	0	2	3	Rp 45.000.000
75-90%	2	3	1	2	1	9	Rp 1.800.000.000
<b>Crack</b>	5	6	3	7	5	26	Rp 52.000.000
						<b>TOTAL</b>	Rp 2.183.000.000

#### 4.2.1.3 *Overproduction*

Waste *overproduction* tidak terjadi di perusahaan pada proses produksi *roll* gilingan karena jumlah *order* dari setiap periodenya selalu diketahui oleh perusahaan.

#### 4.2.1.4 *Waiting*

Indikator utama terjadinya waste *waiting* adalah terjadinya downtime pada mesin selama proses produksi. *Downtime* yang dimaksud meliputi terjadinya kerusakan mesin, terjadinya proses *rework* dan *downtime* lain yang tidak direncanakan. Berikut adalah *downtime* dari produksi *roll* gilingan setiap periode.

Tabel 4. 16 Data *Downtime* Dalam Lima Periode

Periode	<i>Downtime</i> (jam)	Waktu Operasi (jam)	%
1	4972	50422	9,86%
2	3766	43156	8,73%
3	2839	33139	8,57%
4	4833	42708	11,32%
5	5165	45464	11,36%
<b>TOTAL</b>	21575	214889	10,04%

Dari waktu *downtime* pada tabel 4.16 maka dapat diketahui lamanya *downtime* total dalam lima periode yaitu mencapai 10,04% dari waktu operasi normalnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai sigma dari *waiting waste downtime* pada tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Nilai Sigma Dari *Waste Waiting*

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	214889
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	21575
Defect per Unit	0,2382
Jumlah CTQ	1
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,1191
DPMO	119122
Nilai Sigma	2,79

Kemudian untuk menghitung besarnya biaya yang ditanggung perusahaan akibat terjadinya *defect waiting* adalah dari segi gaji tenaga kerja atau operator dari mesin yang mengalami *downtime*. Operator yang menoperasikan mesin di perusahaan bekerja dengan sistem shift, di mana satu shiftnya adalah 8 jam. Berarti dalam satu bulan operator bekerja 24 shift dengan gaji per bulan dengan UMR 1.257.000. Dan gaji tiap jam untuk operator adalah Rp 6.547 Untuk itu biaya tenaga kerja selama 5 periode yang harus dikeluarkan adalah sebesar

$$\text{Rp } 6.547 \times 21575 \text{ jam} \times 9 \text{ operator} = \text{Rp } 1.271.239.454$$

Selain biaya tenaga kerja, komponen biaya lain adalah biaya pembelian *sparepart* yang rusak selama 5 periode. Berdasarkan data yang dimiliki perusahaan, total biaya *sparepart* selama 5 periode adalah sebesar Rp 703.685.000. sehingga biaya total adalah

$$\text{Rp } 1.271.239.454 + \text{Rp } 703.685.000 = \text{Rp } 1.882.925.454$$

#### 4.2.1.5 *Not Utilizing Employee*

Pada dasarnya *waste* ini tidak banyak mempengaruhi proses produksi *roll* gilingan di PT Barata Indonesia karena tidak ada operator yang tidak melakukan pekerjaan pada proses produksi. Dan sebagian besar operator yang sudah cukup berpengalaman juga turut melakukan *maintenance* ketika terjadi kerusakan mesin yang masih mampu di *handle* oleh operator tanpa bantuan dari bagian *maintenance*. Untuk itu tidak banyak ditemukan operator yang *idle* selama proses produksi.

#### 4.2.1.6 *Transportation*

PT Barata Indonesia dalam proses produksi *roll* gilingan tidak mengalami masalah yang terlalu besar dalam hal transportasi sehingga tidak dilakukan perhitungan pada fase *measure*.

#### 4.2.1.7 *Inventory*

Kejadian untuk *waste inventory* terjadi ketika menunggu proses krim (*assembly*). Bentuknya berupa *inventory Work In Process (WIP)* poros yang menunggu mantel selesai. Hal ini terjadi karena proses produksi yang memang lebih panjang dari poros. Untuk itu *WIP* poros memang selalu ada dan sudah disediakan tempat khusus oleh perusahaan. Dan untuk *inventory* bahan baku serta *finish product* tidak mengalami masalah karena pada dasarnya jumlah bahan baku selalu disesuaikan dengan jumlah *order*.

#### 4.2.1.8 *Motion*

*Waste motion* pada proses produksi *roll* gilingan terjadi dikarenakan terjadinya *waste* lain. Karena pemindahan mantel akibat terjadinya *defect* akan semakin sering ketika jumlah *defect* juga semakin banyak. Dan *waste* ini juga tidak memakan biaya yang besar serta tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap proses produksi.

#### 4.2.1.9 *Excess Processing*

*Excess processing* terjadi dikarenakan adanya proses berlebih yang dilakukan terhadap suatu produk. Indikator yang dapat digunakan adalah

terjadinya *rework*. *Rework* dapat terjadi untuk *defect* seperti keropos, *crack*, dan mantel pecah ketika proses *assembly*. *Waste* ini merupakan efek dari *waste* lain yaitu *defect* karena jika terjadi *defect* pada mantel, maka bisa dipastikan akan terjadi *rework*.

Tabel 4. 18 Frekuensi *Defect*

<i>Defect</i>	Frekuensi	%
<b>Keropos</b>		
20-40%	85	13,32%
41-60%	29	4,55%
61-75%	3	0,47%
75-90%	9	1,41%
<b>Crack</b>	26	4,08%
<b>Mantel Pecah</b>	12	1,88%
<b>Jumla Produksi</b>	638	

Total *rework* yang terjadi adalah 25,71% dari jumlah total yang diproduksi dengan total keseluruhan *defect* yang dapat dilakukan *rework* sebanyak 164. Berikut ini adalah perhitungan nilai sigma dari *excess processing* berdasarkan jumlah *rework* yang terjadi.

Tabel 4. 19 Nilai *Sigma Waste Excess Processing*

Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	638
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	164
Defect per Unit	0,2382
Jumlah CTQ	3
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,1191
DPMO	119122
Nilai Sigma	2,88

Dengan menggunakan biaya yang telah diketahui sebelumnya, dilakukan perhitungan biaya *rework* untuk semua jenis *defect* yang dapat dilakukan proses *rework*. Berikut ini adalah *defect* yang terjadi serta *rework* yang dilakukan untuk

memperbaiki mantel hingga siap dilakukan proses lanjutan. Berikut adalah biaya *rework* total yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Tabel 4. 20 Biaya Rework Mantel Untuk 5 Periode

<b>Rework</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Biaya</b>
Las	143	Rp 383.000.000
Lebur Kembali	21	Rp 4.200.000.000
	Biaya Total	Rp 4.583.000.000

#### 4.2.2 Penentuan Waste Kritis

Dalam penentuan waste kritis terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi agar waste yang akan dianalisa sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan dapat menghasilkan improve yang berdampak baik bagi perusahaan. Kriteria yang dapat digunakan antara lain menggunakan *financial waste*, dan pembobotan *waste* dengan metode borda.

##### 4.2.2.1 Financial Waste

Untuk menentukan *waste* yang akan dianalisis dan menjadi fokus dalam perbaikan dilakukan pemilihan *waste* berdasarkan dampak *financial* atau biaya yang terbesar bagi perusahaan. Berikut ini adalah *waste* yang memberikan dampak *financial* bagi perusahaan.

<i>Excess Processing</i>	Rp 4.583.000.000
<i>Defect</i>	Rp 2.183.000.000
<i>Waiting</i>	Rp 1.882.925.454

Ketiga *waste* tersebut memberikan dampak finansial yang besar bagi perusahaan. Untuk itu pada bab selanjutnya akan dilakukan analisa terhadap *waste excess processing, defect, dan waiting*.

#### 4.2.2.2 Pembobotan *Waste* (Metode Borda)

Dalam pembobotan dengan menggunakan metode borda, pertama yang dilakukan adalah membuat kuisisioner yang diberikan kepada lima orang responden dari pihak perusahaan. Berikut adalah hasil rekap data kuisisioner yang telah diberikan kepada perusahaan dan telah diurutkan berdasarkan bobot yang didapatkan dengan menggunakan metode Borda.

Tabel 4. 21 Rekap data hasil kuisisioner

<i>Waste</i>	Peringkat									Bobot	Ranking
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
<i>Excess Processing</i>	2	2	1	0	0	0	0	0	0	36	0,2
<i>Defect</i>	3	0	1	1	0	0	0	0	0	35	0,19444
<i>Waiting</i>	0	3	1	0	0	0	1	0	0	29	0,16111
<i>Inventory</i>	0	0	2	1	1	0	1	0	0	23	0,12778
<i>Transportation</i>	0	0	0	1	2	1	0	1	0	17	0,09444
<i>Motion</i>	0	0	0	1	1	0	2	1	0	14	0,07778
<i>EHS Waste</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	2	10	0,05556
<i>Overproduction</i>	0	0	0	0	0	2	0	3	0	9	0,05
<i>Non utilizing employee</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	3	7	0,03889
Bobot	8	7	6	5	4	3	2	1	0	180	1

Berdasarkan hasil kuisisioner yang telah dibobotkan dengan menggunakan metode Borda didapatkan bahwa terdapat tiga waste kritis pada proses produksi *roll* gilingan PT Barata Indonesia yaitu *excess processing*, *defect*, dan *waiting*.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 5**

### **ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

#### **1.1 *Analyze***

Setelah dilakukan perhitungan pada setiap *waste* yang terjadi pada perusahaan, kemudian selanjutnya analisa terhadap penyebab-penyebab terjadinya *waste* yang terpilih dengan menggunakan Root Cause Analysis (RCA).

##### **1.1.1 Analisis Akar Penyebab Terjadinya Waste (RCA)**

*Waste* yang terjadi pada perusahaan disebabkan oleh penyebab yang berbeda-beda, untuk itu pada bagian ini akan dilakukan analisis akar penyebab (*Root Cause Analysis*) untuk setiap *waste* kritis yang terjadi.

###### **1.1.1.1 Defect**

Analisis RCA untuk *defect waste* ini dilakukan dengan mencari akar permasalahan terjadinya keropos dan *crack* pada mantel selama proses produksi. Mengingat *financial waste* untuk *defect* ini cukup besar, maka diharapkan dengan mengetahui akar permasalahannya dapat dilakukan langkah-langkah antisipasi terhadap *defect*. Untuk mengetahui akar penyebab terjadinya *waste* digunakan metode 5 *whys* terhadap *defect*. Berikut analisis 5 *whys* untuk *waste defect* keropos dan *crack*.

Tabel 5. 1 *Root Cause Analysis Waste Defect Keropos*

<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>	Keropos	Material tercampur dengan bahan non material	Tidak rata dalam memberi lapisan coating pada cetakan	Operator kurang teliti	Operator Terburu-buru		
			Kurang terpeliharanya kebersihan mesin <i>induction furnace</i>	Masih terdapat sisa-sisa peleburan sebelumnya	Jarang dilakukan pembersihan mesin	Tidak ada waktu pembersihan mesin <i>induction furnace</i>	
		Kurangnya saluran udara pada cetakan	Tidak dijelaskan dimensi dan jumlah saluran udara pada SOP			Jadwal pengecoran padat	
		Kualitas bahan baku yang kurang baik	Memilih material dengan harga yang paling murah	Memaksimalkan keuntungan yang diterima			

Tabel 5. 2 *Root Cause Analysis Waste Defect Crack*

<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>	<i>Crack</i>	Terjadi benturan pada mantel	Mantel menabrak mesin ketika dibawa <i>crane</i>	Operator kurang terbiasa mengoperasikan <i>crane</i>	Operator terburu-buru	Operator kurang berpengalaman	
					<i>Crane</i> sulit dikendalikan	<i>Crane</i> kurang terawat	
		Komposisi bahan baku tidak sesuai	Melewati atau kurang dari batas toleransi yang ditentukan	Tidak adanya takaran bahan baku yang pas			
			Terdapat campuran sisa-sisa bahan baku dari peleburan sebelumnya	Jarang dilakukan pembersihan mesin	Tidak ada waktu pembersihan mesin <i>induction furnace</i>		
				Jadwal pengecoran yang padat			
Tingkat kekeringan tidak merata	Kesalahan dalam proses penuangan cairan logam	Terdapat jarak waktu penuangan yang diluar toleransi	Kekurangan logam cair saat penuangan ke cetakan	Logam cair membeku sebelum dituangkan			

#### 5.1.1.2 *Waiting*

Analisis terhadap waste waiting dilakukan dengan mempertimbangkan apa saja yang menyebabkan terjadinya *waiting* selama proses produksi *roll* gilingan. Salah satunya adalah *downtime* dari mesin *induction furnace* ketika terjadi kerusakan mesin yang membutuhkan waktu lama dalam perbaikannya serta ketika terdapat waktu tunggu pada proses *assembly* yang dikarenakan terjadinya *defect* pada proses sebelumnya. Berikut ini adalah *root cause analysis* dari *waiting*.

Tabel 5. 3 *Root Cause Analysis Waiting Waste*

<b>Waste</b>	<b>Sub Waste</b>	<b>Why 1</b>	<b>Why 2</b>	<b>Why 3</b>	<b>Why 4</b>
<i>Waiting</i>	<i>Downtime induction furnace</i>	Terdapat kerusakan pada <i>lining</i>	Terjadi kebocoran cairan logam dari dalam <i>induction furnace</i>	Antena yang berfungsi sebagai sensor <i>leakage</i> tidak berfungsi	Kabel antena putus
		Terjadi kebocoran pada selang air pendingin	Klem robek	Kualitas selang yang buruk	
				Usia selang yang sudah tua	
	<i>Waiting proses assembly</i>	Terjadi defect pada mantel	Proses pengecoran tidak sempurna	Mantel mengalami keropos	
				Mantel mengalami <i>crack</i>	

#### 1.1.1.2 *Excess Processing*

Pada analisis *excess processing waste* akan dilakukan metode RCA untuk mencari penyebab utama terjadinya *excess processing*. Karena jika dilihat dari segi biaya, dilakukannya *rework* merupakan biaya terbesar yang dikeluarkan oleh perusahaan terutama jika jumlah *defect* semakin besar maka akan semakin besar juga biaya yang harus dikeluarkan perusahaan untuk melakukan proses *rework* yang bisa dikategorikan sebagai *excess processing*. Berikut adalah root cause analysis dari terjadinya *excess processing*.

Tabel 5. 4 Root Cause Analysis Excess Processing

Waste	Sub Waste	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Waste	
Excess Processing	Las	Terjadi defect pada mantel	Terjadi keropos 20-75% pada mantel	Terjadi kesalahan ketika proses pengecoran	Material tercampur dengan bahan non bahan baku (benda asing)		
					Terjadi crack pada mantel	Terjadi benturan dengan mesin	
						Tingkat kekeringan mantel tidak merata	
					Terjadi kesalahan permesinan oleh operator	Operator salah membaca desain	Operator kurang teliti
	Peleburan kembali mantel roll gilingan	Terjadi defect pada mantel		Mantel mengalami keropos parah hingga 75-90%	Terjadi kesalahan ketika proses pengecoran	Material mantel tercampur dengan bahan non material (benda asing)	
						Terjadi kegagalan proses krim (assembly)	Operator melakukan kesalahan
		Operator salah dalam melakukan setup mesin krim	Operator kurang berpengalaman				

### 5.1.2 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Pada bagian sebelumnya telah didapatkan akar-akar penyebab terjadinya *waste* pada perusahaan. Pada bagian ini akan dilakukan analisa lebih lanjut terhadap akar-akar penyebab tersebut untuk mencari penyebab utama dari terjadinya *waste*. Akar-akar penyebab tersebut akan dianalisis dengan menggunakan metode FMEA dengan mengukur berapa tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing-masing *waste*.

#### 1.1.2.1 Defect

Dalam melakukan penilaian pada analisis FMEA, perlu ditentukan dahulu kriteria-kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Di bawah ini adalah ketiga kriteria tersebut yang digunakan untuk pengukuran *waste defect*.

Tabel 5. 5 Kriteria *Severity Defect*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak berpengaruh terhadap proses produksi	1
Sangat minor	Berpengaruh terhadap proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh terhadap proses produksi, berpotensi terjadi kerusakan produk	3
Sangat rendah	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi tapi dapat diabaikan	4
Rendah	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi dan terlihat, berpotensi membutuhkan sedikit <i>rework</i>	5
Sedang	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), berpotensi membutuhkan sedikit <i>rework</i>	6
Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi dan terlihat, pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	7
	Proses rework 1-5 jam	
Sangat tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	8
	Proses rework 1-5 jam	

Tabel 5.5 Kriteria *Severity Defect* (Lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	9
	Proses rework 382-392 jam	
Sangat berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi tidak terlihat, pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	10
	Proses rework 382-392 jam	

Tabel 5. 6 Kriteria *Occurrence Defect*

<i>Occurrence</i>	<b>Probabilitas Kejadian</b>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0%-3%	2
	4%-7%	3
Kadang-kadang	8%-11%	4
	12%-15%	5
Cukup sering	16%-19%	6
	20%-23%	7
Sering	24%-27%	8
	28%-30%	9
Sangat sering	>30%	10

Tabel 5. 7 Kriteria *Detection Defect*

<i>Detection</i>	<b>Keterangan</b>	<i>Rating</i>
Hampir pasti	Pemborosan dapat langsung dideteksi	1
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Pemborosan dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi pemborosan	3
	Pemborosan baru dapat diketahui setelah terjadi	
Sedikit mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi pemborosan	4
	Pemborosan dapat diketahui saat proses telah selesai	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi pemborosan	5



Tabel 5.7 Kriteria *Detection Defect* (Lanjutan)

<b>Detection</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Rating</b>
	Pemborosan baru terdeteksi saat dilakukan analisa lebih lanjut	
Sedikit susah	Mebutuhkan alat bantu yang lebih canggih	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui pemborosan yang terjadi	
Susah	Mebutuhkan alat bantu yang canggih	7
	Pemborosan mulai sulit dideteksi	
Sangat susah	Mebutuhkan alat bantu yang canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Amat sangat susah	Alat bantu mulai tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi buruk	
	Pemborosan baru diketahui setelah dilakukan evaluasi	
Hampir tidak mungkin	Pemborosan tidak dapat terdeteksi sama sekali	10

Berdasarkan penilaian kriteria yang telah dijelaskan pada tabel 5.5 sampai dengan tabel 5.7 maka selanjutnya disusun FMEA dari *waste defect*. Analisis FMEA dari *defect* dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5. 8 FMEA *Waste Defect*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<b>RPN</b>
<i>Defect</i>	Terjadi keropos pada mantel	Terdapat campuran pasir dan atau sisa-sisa peleburan sebelumnya pada mesin <i>induction furnace</i> karena tidak sempat dilakukan pembersihan mesin	6	Operator Terburu-buru	2	Pengawasan pegawai	1	12
			6	Tidak ada waktu pembersihan mesin <i>induction furnace</i>	6	Pengecekan jadwal pengecoran	5	180
			6	Jadwal pengecoran yang padat	6	Pengecekan jadwal pengecoran	5	180
		5	Tidak dijelaskan dimensi dan jumlah saluran udara pada SOP	5	Melihat SOP pembuatan cetakan	5	125	
		3	Memaksimalkan keuntungan yang diterima	3	Melihat profit margin <i>roll gilingan</i>	2	18	
	Terjadi <i>crack</i> pada mantel	Mantel menabrak mesin ketika dibawa dengan <i>crane</i> karena <i>crane</i> susah dikendalikan	5	Operator kurang berpengalaman	6	Pengawasan lapangan	3	90
			5	<i>Crane</i> kurang terawat	5	Pengawasan lapangan	4	100

Tabel 5.8 FMEA *Waste Defect* (Lanjutan)

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
<i>Defect</i>	Terjadi <i>crack</i> pada mantel	Terdapat sisa-sisa peleburan sebelumnya dan tercampur dengan kotoran yang mengganggu komposisi material	6	Tidak adanya takaran bahan baku yang pas	7	Inspeksi sampel campuran bahan baku	6	252
			6	Tidak adanya waktu khusus untuk pembersihan mesin induction furnace	7	Pengecekan jadwal pengecoran	5	210
		Tidak dapat melakukan pembersihan mesin sehingga mantel berpotensi defect	5	Jadwal pengecoran yang padat	4	Pengecekan jadwal pengecoran	4	80
		Logam cair kurang ketika proses penuangan	5	Logam cair membeku sebelum dituangkan	5	Inspeksi proses penuangan	4	100

### 1.1.2.2 *Waiting*

Sebelum dilakukan analisis RCA terhadap *waste waiting*, terlebih dahulu ditentukan kriteria-kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Ketiga kriteria tersebut bisa jadi berbeda untuk setiap waste karena pendefinisian yang berbeda. Berikut adalah penentuan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk *waste waiting*

Tabel 5. 9 Kriteria *Severity Waiting*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak ada pengaruh terhadap proses produksi	1
Sangat minor	Proses produksi dapat beroperasi dengan sedikit gangguan	2
Minor	Proses produksi dapat beroperasi dengan kinerja mengalami beberapa penurunan	3
Sangat rendah	Proses produksi dapat beroperasi dengan kinerja mengalami penurunan secara signifikan	4
Rendah	Proses produksi tidak dapat beroperasi tanpa adanya kerusakan	5
Sedang	Proses produksi tidak dapat beroperasi dengan kerusakan kecil ( <i>minor</i> )	6
Tinggi	Proses produksi tidak dapat beroperasi dengan kerusakan peralatan	7
Sangat tinggi	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kegagalan menyebabkan kerusakan tanpa membahayakan keselamatan	8
Berbahaya	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi sistem safety dengan peringatan	9
Sangat berbahaya	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi sistem safety tanpa peringatan	10

Tabel 5. 10 Kriteria *Occurrence Waiting*

<i>Occurrence</i>	<i>Probabilitas Kejadian</i>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0%-3%	2
	4%-7%	3
Kadang-kadang	8%-11%	4
	12%-15%	5
Cukup sering	16%-19%	6
	20%-23%	7
Sering	24%-27%	8
	28%-30%	9
Sangat sering	>30%	10

Tabel 5. 11 Kriteria *Detection Waiting*

<b>Detection</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Rating</b>
Hampir pasti	Pemborosan dapat langsung dideteksi	1
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Pemborosan dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi pemborosan	3
	Pemborosan baru dapat diketahui setelah terjadi	
Sedikit mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi pemborosan	4
	Pemborosan dapat diketahui saat proses telah selesai	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi pemborosan	5
	Pemborosan baru terdeteksi saat dilakukan analisa lebih lanjut	
Sedikit susah	Membutuhkan alat bantu yang lebih canggih	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui pemborosan yang terjadi	
Susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	7
	Pemborosan mulai sulit dideteksi	
Sangat susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Amat sangat susah	Alat bantu mulai tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi buruk	
	Pemborosan baru diketahui setelah dilakukan evaluasi	
Hampir tidak mungkin	Pemborosan tidak dapat terdeteksi sama sekali	10

Berdasarkan penilaian kriteria yang telah dijelaskan pada tabel 5.9 sampai dengan tabel 5.11 maka selanjutnya disusun FMEA dari *waste defect*. Analisis FMEA dari *defect* dapat dilihat pada tabel 5.12.

Tabel 5. 12 FMEA *Waste Waiting*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
<i>Waiting</i>	Terjadi kerusakan pada mesin induction furnace	Terjadi kebocoran cairan logam ke lining dan berdampak bahaya	7	Kabel antena putus	7	Inspeksi visual	4	196
		Terjadi kebocoran (kerobekan klem) pada selang air pendingin induction furnace	7	Kualitas selang yang buruk	3	Pengecekan mesin	4	84
		Terjadi kebocoran (kerobekan klem) pada selang air pendingin induction furnace	7	Usia selang yang sudah tua	3	Pengecekan mesin	5	105
	Waiting proses assembly	Harus dilakukan proses rework terhadap mantel yang keropos dan crack	4	Mantel mengalami keropos	7	Inspeksi visual	5	140
		Harus dilakukan proses rework terhadap mantel yang keropos dan crack	4	Mantel mengalami crack	4	Inspeksi visual	5	80

### 1.1.2.3 *Excess Processing*

Sebelum dilakukan analisis FMEA terhadap *waste excess processing*, terlebih dahulu ditentukan kriteria-kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Ketiga kriteria tersebut bisa jadi berbeda untuk setiap *waste* karena pendefinisian yang berbeda. Berikut adalah penentuan kriteria *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk *waste excess processing*.

Tabel 5. 13 Kriteria *Severity Waste Excess Processing*

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Tidak ada	Tidak berpengaruh terhadap proses produksi	1
Sangat minor	Berpengaruh terhadap proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh terhadap proses produksi, berpotensi terjadi kerusakan produk	3
Sangat rendah	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi tapi dapat diabaikan	4

Tabel 5.13 Kriteria *Severity Waste Excess Processing* (Lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Rating</i>
Rendah	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi dan terlihat, berpotensi membutuhkan sedikit <i>rework</i>	5
Sedang	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), berpotensi membutuhkan sedikit <i>rework</i>	6
Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi dan terlihat, pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	7
	Proses rework 1-5 jam	
Sangat tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	8
	Proses rework 1-5 jam	
Berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi (dapat terlihat atau tidak terlihat), pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	9
	Proses rework 382-392 jam	
Sangat berbahaya	Berpengaruh terhadap proses produksi, kerusakan produk pasti terjadi tidak terlihat, pasti membutuhkan sedikit <i>rework</i>	10
	Proses rework 382-392 jam	

Tabel 5. 14 Kriteria *Occurrence Waste Excess Processing*

<i>Occurrence</i>	<b>Probabilitas Kejadian</b>	<i>Rating</i>
Tidak pernah	0%	1
Jarang	0%-3%	2
	4%-7%	3
Kadang-kadang	8%-11%	4
	12%-15%	5
Cukup sering	16%-19%	6
	20%-23%	7
Sering	24%-27%	8
	28%-30%	9
Sangat sering	>30%	10

Tabel 5. 15 Kriteria *Detection Waste Excess Processing*

<b>Detection</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Rating</b>
Hampir pasti	Pemborosan dapat langsung dideteksi	1
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi sangat akurat	
Sangat mudah	Pemborosan dapat dideteksi dengan inspeksi visual	2
	Tidak membutuhkan alat bantu deteksi	
	Hasil deteksi akurat	
Mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi pemborosan	3
	Pemborosan baru dapat diketahui setelah terjadi	
Sedikit mudah	Membutuhkan alat bantu untuk mendeteksi pemborosan	4
	Pemborosan dapat diketahui saat proses telah selesai	
Sedang	Membutuhkan alat bantu dalam mendeteksi pemborosan	5
	Pemborosan baru terdeteksi saat dilakukan analisa lebih lanjut	
Sedikit susah	Membutuhkan alat bantu yang lebih canggih	6
	Dibutuhkan metode untuk mengetahui pemborosan yang terjadi	
Susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	7
	Pemborosan mulai sulit dideteksi	
Sangat susah	Membutuhkan alat bantu yang canggih	8
	Hasil deteksi tidak akurat	
Amat sangat susah	Alat bantu mulai tidak dapat digunakan untuk mendeteksi	9
	Hasil deteksi buruk	
	Pemborosan baru diketahui setelah dilakukan evaluasi	
Hampir tidak mungkin	Pemborosan tidak dapat terdeteksi sama sekali	10

Berdasarkan penilaian kriteria yang telah dijelaskan pada tabel 5.13 sampai dengan tabel 5.15 maka selanjutnya disusun FMEA dari *waste defect*. Analisis FMEA dari *defect* dapat dilihat pada tabel 5.16.



Tabel 5. 16 FMEA *Waste Excess Processing*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<b>RPN</b>
<i>Excess Processing</i>	Terjadinya Defect	Dilakukan proses pengelasan untuk menambal defect dan jika keropos terjadi diatas 75% mantel dilebur kembali menjadi material	7	Material tercampur dengan bahan non bahan baku (benda asing)	6	Inspeksi sampel campuran bahan baku	4	168
			7	Terjadi benturan dengan benda mesin	4	Pengawasan lapangan	5	140
			7	Tingkat kekeringan mantel tidak merata	5	Pengawasan lapangan	4	140
		Terjadinya defect pada mantel berupa keropos, crack, dan defect mantel pecah ketika proses krim	6	Operator Terburu-buru	2	Pengawasan lapangan	2	24
			6	Material mantel tercampur dengan bahan non material (benda asing)	5	Inspeksi sampel campuran bahan baku	4	120
			6	Kesalahan pengukuran dimensi diameter dalam mantel (terlalu kecil)	4	Inspeksi visual	5	120
			6	Operator kurang berpengalaman	4	Pengawasan lapangan	2	48

## 5.2 Improvement

Setelah pada analisis FMEA didapatkan nilai RPN untuk masing-masing *root cause*, selanjutnya adalah mengambil *root cause* dengan nilai RPN tinggi untuk dijadikan sebagai masukan untuk melakukan *improvement* bagi perusahaan. Nilai RPN yang diambil sebagai usulan adalah nilai RPN yang memiliki angka lebih dari 100.

### 5.2.1 Alternatif Perbaikan

Dalam penyusunan alternatif perbaikan untuk perusahaan digunakan input berupa *root cause* dengan nilai RPN yang melebihi nilai 100. Berikut adalah *root cause* yang memenuhi kriteria. Kemudian masing-masing *root cause* dikelompokkan berdasarkan alternatif Perbaikan.

Tabel 5. 17 Pengelompokan *Root Cause* Terhadap Alternatif Perbaikan

<i>Waste</i>	<i>Root Cause</i>	Penjadwalan ulang perbaikan mesin	SOP	Membuat penjadwalan operasional mesin
<i>Defect</i>	Tidak ada waktu pembersihan mesin induction furnace	v		
	Jadwal pengecoran yang padat			v
	Tidak dijelaskan dimensi dan jumlah saluran udara pada SOP		v	
	<i>Crane</i> kurang terawat	v		
	Tidak adanya takaran bahan baku yang pas		v	
	Logam cair membeku sebelum dituangkan		v	
<i>Waiting</i>	Kabel antena putus	v		
	Usia selang yang sudah tua	v		
	Mantel mengalami keropos	v		
<i>Excess Processing</i>	Material mantel tercampur dengan bahan non material (benda asing)	v		
	Terjadi benturan dengan benda mesin		v	
	Tingkat kekeringan mantel tidak merata		v	
	Kesalahan pengukuran dimensi diameter dalam mantel (terlalu kecil)		v	

Setelah dilakukan pengelompokkan *root cause* berdasarkan alternatif yang akan diusulkan, kemudian dilakukan penyusunan *improvement* berdasarkan alternatif yang telah dibuat. Berikut tabel *improvement* berdasarkan alternatif yang mungkin dilakukan.

Tabel 5. 18 Alternatif Perbaikan Yang Mungkin Dilakukan

Alternatif	Perbaikan	<i>Improvement</i>
1	Melakukan penjadwalan ulang <i>maintenance</i> mesin <i>induction furnace</i>	Mengevaluasi jadwal pengecekan dan penggantian komponen dari mesin <i>induction furnace</i>
		Melakukan pembersihan mesin <i>induction furnace</i> secara berkala (lebih sering dibanding sebelumnya)
		Melakukan penjadwalan perbaikan untuk <i>crane</i>
2	Membentuk tim perbaikan dan pengawasan SOP	Menambahkan SOP mengenai saluran udara pada cetakan
		Menambahkan SOP mengenai jumlah dan komposisi bahan baku secara detail
		Menambahkan SOP mengenai waktu maksimal antara penuangan dari <i>induction furnace</i> hingga ke cetakan
		Menambahkan SOP mengenai cara pengoperasian <i>crane</i> dan waktu standar pemindahan material
		Menambahkan SOP mengenai jarak waktu penuangan logam cair ke cetakan yang diperbolehkan
		Menambahkan SOP mengenai cara pengukuran diameter dalam mantel
3	Membuat perencanaan produksi untuk proses pengecoran	Memberikan jeda waktu dalam produksi setiap periode untuk <i>maintenance</i> mesin <i>induction furnace</i>
		Membuat penataan jadwal pengecoran baru untuk memberikan waktu perawatan mesin

### 5.2.2 Kriteria Pemilihan Alternatif dan Pembobotan

Dalam penentuan alternatif perbaikan yang akan dipilih sebelumnya ditentukan kriteria-kriteria yang akan digunakan sebagai penilaian alternatif perbaikan. Berikut adalah kriteria yang dipilih

1. Jumlah *defect*
2. *Lead time* proses

Setelah ditentukan kriteria yang akan digunakan dalam *value managemnet*, kemudian setiap kriteria tersebut dilakukan pembobotan. Penentuan bobot dari kriteria tersebut dilakukan dengan konsultasi dengan pihak perusahaan. Defect merupakan fokus utama dari perusahaan karena terjadinya defect mempengaruhi terjadinya *waiting* karena harus dilakukannya *rework* yang dapat memperpanjang *lead time* produksi. Berikut bobot dari masing-masing kriteria tersebut

Jumlah <i>defect</i>	0,6
<i>Lead time</i> proses	0,4

### 5.2.3 Kombinasi Alternatif Perbaikan yang mungkin

Setelah ditentukan alternatif perbaikan yang mungkin selanjutnya adalah menentukan kombinasi-kombinasi dari ketiga alternatif yang telah didefinisikan sebelumnya. Berikut adalah kombinasi-kombinasi alternatif perbaikan

Tabel 5. 19 Kombinasi Alternatif

No	Kombinasi Alternatif
0	Kondisi awal
1	1
2	2
3	3
4	1,2
5	1,3
6	2,3
7	1,2,3

Dengan adanya kombinasi tersebut maka pilihan alternatif perbaikan akan semakin banyak yaitu sejumlah tuju termasuk dengan kondisi 0 atau kondisi awal. Kondisi tersebut adalah kondisi awal perusahaan sebelum diterapkannya salah satu alternatif yang dibangun. Alternatif perbaikan yang terpilih dapat berupa salah satu dari alternatif dan juga dapat berupa kombinasi. Pemilihan alternatif tersebut didasari oleh nilai *value terbesar*.

### 5.2.4 Biaya Alternatif

Setiap alternatif yang dibuat masing-masing memiliki biaya yang harus dipenuhi dalam penerapannya. Namun sebelum dilakukan perhitungan biaya masing-masing alternatif dilakukan terlebih dahulu biaya eksisting dari perusahaan. Biaya-biaya tersebut antara lain adalah biaya energi yang cukup besar karena mesin-mesin yang digunakan oleh perusahaan, seperti *induction furnace* dengan kapasitas besar dan menggunakan listrik cukup banyak yaitu 1700 KW. Berikut adalah perhitungan biaya eksisting dari perusahaan.

Rata-rata produksi per bulan

Rata-rata produksi tiap periode/12 bulan

$$128/12 = 11 \text{ (pembulatan ke atas)}$$

Setelah diketahui jumlah produksi per bulan kemudian dilakukan perhitungan biaya yang harus dikeluarkan seperti gaji operator, pemakaian energi, dan bahan baku. Berdasarkan perhitungan untuk melakukan didapatkan hasil seperti pada tabel 5.20.

Tabel 5. 20Biaya Eksisting Perusahaan

Komponen Biaya	Biaya
Energi	Rp 1.677.969.480
Material	Rp 2.310.000.000
Gaji Operator	Rp 11.313.000
<b>TOTAL</b>	Rp 3.999.282.480

#### 5.2.4.1 Biaya Alternatif 1

Alternatif 1 untuk perbaikan adalah Melakukan penjadwalan ulang *maintenance* mesin *induction furnace*. Untuk melakukan alternatif ini diperlukan tim yang berpengalaman untuk menyusun penjadwalan *maintenance* mesin yang dimiliki PT Barata Indonesia untuk proses produksi *roll* gilingan terutama *induction furnace*. Tim *preventive maintenance* ini meliputi tiga orang *full time Preventive Maintenance (PM) Planner* dan satu orang *part time administrative* sementara. Dua dari tiga orang *PM planner* bertugas untuk melakukan

perencanaan penjadwalan PM. Dan satu orang PM *planner* yang lain melakukan *update*, dan melakukan *streamlining* prosedur PM. Dan untuk *part time administrative* hanya bertugas untuk membantu. Dan biaya untuk tim tersebut adalah Rp 5.000.000 untuk *full time PM planner* dan Rp 2.500.000 untuk *part time administrative*. Sehingga total biaya tambahan yang harus dikeluarkan untuk alternatif 1 adalah Rp 17.500.000.

#### 5.2.4.2 Biaya Alternatif 2

Alternatif 2 pada perbaikan yang akan dilakukan adalah penyusunan atau melakukan perbaikan terhadap *Standard Operational Procedure* SOP yang sudah ada. Dalam penyusunan SOP dibutuhkan suatu tim khusus untuk membangun SOP yang lebih baik. Tim tersebut beranggotakan seorang konsultan jaminan mutu serta dua orang tenaga kompeten dari bagian pengecoran. Kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan antara lain menentukan sasaran penerapan SOP, penetapan waktu dan tempat penerapan SOP, dan melakukan dokumentasi proses yang berlangsung di pengecoran. Untuk melakukan alternatif ini biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 10.000.000 untuk konsultan jaminan mutu serta Rp 5.000.000 untuk tenaga yang membantu sehingga total biaya yang dikeluarkan adalah Rp 15.000.000.

#### 5.2.4.3 Biaya Alternatif 3

Alternatif ketiga adalah Membuat perencanaan produksi untuk proses pengecoran mengingat banyaknya jenis produk pengecoran yang dikerjakan dengan waktu yang hampir bersamaan. Untuk melakukan hal ini dibutuhkan waktu tambahan atau shift khusus di waktu tertentu untuk melakukan proses pengecoran atau maintenace sesuai dengan kebutuhan. Untuk melakukan aktivitas tersebut harus dikeluarkan biaya sebesar Rp 2.175.615 untuk gaji pegawai dan penambahan biaya pengecoran selama 5 shift dengan biaya energi sebesar Rp 77.356.800. Total biaya yang harus dikeluarkan adalah Rp 79.532.415.

### 5.2.5 Pemilihan Alternatif Perbaikan

Dalam pemilihan alternatif perbaikan, dilakukan perhitungan *value engineering*. Alternatif perbaikan dengan nilai *value* terbesar akan dipilih sebagai alternatif perbaikan berikut adalah perhitungan *value engineering* dari alternatif-alternatif perbaikan yang mungkin dilakukan.

Tabel 5. 21 Perhitungan *Value Engineering* Alternatif Perbaikan

No	Kombinasi Alternatif	Bobot Kriteria		Performance	Cost	Value
		A	B			
		0,6	0,4	297.565.661		
1	0	8	7	13,44	Rp 3.999.282.480	1
2	1	12	10	28,8	Rp 4.016.782.480	2,133521
3	2	8	9	17,28	Rp 4.014.282.480	1,28091
4	3	10	11	26,4	Rp 4.078.814.895	1,925984
5	1,2	11	9	23,76	Rp 4.031.782.480	1,753607
6	1,3	10	11	26,4	Rp 4.096.314.895	1,917756
7	2,3	9	10	21,6	Rp 4.093.814.895	1,570031
8	1,2,3	11	10	26,4	Rp 4.111.314.895	1,910759

Berdasarkan nilai *value* yang telah didapatkan, maka alternatif perbaikan yang dipilih adalah alternatif 1, yaitu melakukan penjadwalan ulang *maintenance* mesin *induction furnace* dengan pembentukan tim *preventive maintenance* dan biaya tambahan sebesar Rp 17.500.000.

### 5.2.6 Analisis Alternatif Terpilih

Alternatif terpilih yaitu alternatif 1 memiliki dampak langsung terhadap *waste* kritis yang pada proses produksi *roll* gilingan tebu. *Waste* tersebut yaitu *Defect*, *waiting*, dan *excess processing*. Pada bagian ini akan dilakukan analisis dampak alternatif perbaikan terpilih terhadap *waste* kritis.

#### 5.2.6.1 Defect

Pengaruh yang cukup besar akan terjadi terhadap *waste defect*, jika melihat akar penyebab dari terjadinya *defect*, banyak diantaranya disebabkan oleh

adanya gangguan terhadap mesin induction furnace seperti material logam cair tercampur oleh sisa-sisa logam pengecoran sebelumnya dan tidak adanya waktu untuk melakukan pembersihan (*maintenance*) terhadap mesin *induction furnace*. Menurut perusahaan, jika penjadwalan *maintenance* dari mesin *induction furnace* sudah baik dan dilaksanakan sesuai penjadwalan yang telah dibuat. Dan jika perbaikan tersebut dilakukan maka akan menghilangkan *defect* berupa keropos hingga mencapai 60%.

Tabel 5. 22 Data Penurunan Jumlah *Defect*

<b>Defect</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Penurunan Jumlah</b>	<b>Jumlah</b>
<b>Keropos</b>			
20-40%	85	60%	34
41-60%	29	60%	12
61-75%	3	60%	2
75-90%	9	60%	4
	126		52

Dengan penurunan sebesar 60% maka jumlah total *defect* keropos selama 5 periode menurun menjadi 52. Dengan menurunnya jumlah *defect* maka akan meningkatkan nilai *sigma* dari *defect* sebesar 0,36. Peningkatan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.23.

Tabel 5. 23 Peningkatan Nilai *Sigma Defect*

<b>Keterangan</b>	<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Nilai</b>
Jumlah produk yang diproduksi	638	Jumlah produk yang diproduksi	638
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	152	Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	78
<i>Defect</i> per Unit	0,2382	<i>Defect</i> per Unit	0,1223
Jumlah CTQ	2	Jumlah CTQ	2
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,1191	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,0611
DPMO	119122	DPMO	61129
Nilai <i>Sigma</i>	2,69	Nilai <i>Sigma</i>	3,05



### 5.2.6.2 *Waiting*

Dengan dilakukan penerapan alternatif 1, maka pengaruh yang akan ditimbulkan terhadap *waste waiting* adalah berkurangnya waktu produksi dari setiap periodenya dikarenakan berkurangnya jumlah *rework* sehingga waktu operasi total dari keseluruhan produksi akan berkurang. Berikut adalah waktu yang digunakan dalam melakukan *rework* pada waktu operasi selama 5 periode.

Tabel 5. 24 Waktu Yang Dibutuhkan Untuk *Rework*

<i>Defect</i>	Waktu <i>Rework</i>	Waktu Rata-Rata (Jam)	Periode				
			1	2	3	4	5
<b>Keropos</b>							
20-40%	1-2 Jam	1,5	30	22,5	24	18	33
41-60%	2-4 Jam	3	36	15	6	18	12
61-75%	4-5 Jam	4,5	0	4,5	0	0	9
75-90%	382 Jam	382	764	1146	382	764	382
<b>Crack</b>	2 Jam	2	10	12	6	14	10
<b>Mantel Pecah</b>	392 Jam	392	1176	784	392	1176	1176
			2016	1984	810	1990	1622

Berdasarkan jumlah waktu *rework* yang dibutuhkan, total dari waktu *rework* selama 5 periode adalah 8422 jam dari keseluruhan waktu *waiting* 21575 jam. Setelah diterapkannya alternatif 1 dan berdasarkan perkiraan jumlah *defect* oleh perusahaan, maka waktu keseluruhan *waiting* akan berkurang menjadi 6380. Besar waktu yang berkurang dapat dilihat pada tabel 5.25.

Tabel 5. 25 Penurunan Waktu *Rework*

<i>Defect</i>	Waktu <i>Rework</i>	Waktu Rata-Rata (Jam)	Periode				
			1	2	3	4	5
<b>Keropos</b>							
20-40%	1-2 Jam	1,5	12	9	10,5	7,5	12
41-60%	2-4 Jam	3	12	6	3	9	6
61-75%	4-5 Jam	4,5	0	4,5	0	0	4,5
75-90%	382 Jam	382	0	764	382	0	382
<b>Crack</b>	2 Jam	2	10	12	6	14	10
<b>Mantel Pecah</b>	392 Jam	392	1176	784	392	1176	1176
			1210	1579,5	793,5	1206,5	1590,5

Selain waktu *rework*, *waiting* juga dapat dikarenakan terjadinya kerusakan pada mesin yang dapat diakibatkan oleh kerusakan komponen maupun terjadi gangguan selama proses produksi. Dengan diterapkannya alternatif 1 perusahaan memperkirakan dapat mengurangi waktu perbaikan karena terjadinya kerusakan sebesar 20% dari waktu total perbaikan.

Waktu perbaikan

Total waktu *waiting* (jam) - waktu *rework* (jam)

$$21.575 - 8.422 = 13.153 \text{ jam}$$

Setelah diketahui total waktu perbaikan, maka kemudian waktu tersebut dikurangkan dengan jumlah *improvement* sebesar 20% sehingga total waktu perbaikan akibat kerusakan mesin menjadi 10.523 jam. Sehingga total waktu *waiting* setelah dilakukan alternatif 1 akan berkurang menjadi

*Waiting* total

Waktu *rework* + Waktu perbaikan mesin

$$6380 + 10523 = 16.903 \text{ jam}$$

Dengan berkurangnya waktu *waiting*, maka *sigma* dari *waste waiting* akan meningkat sebesar 0,13, seperti ditunjukkan pada tabel 5.26.

Tabel 5. 26 Peningkatan Nilai *Sigma Waiting*

Keterangan	Nilai	Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	214889	Jumlah produk yang diproduksi	214889
Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	21575	Jumlah produk yang cacat / <i>defect</i>	16903
Defect per Unit	0,2382	Defect per Unit	0,0787
Jumlah CTQ	1	Jumlah CTQ	1
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,1191	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,0787
DPMO	119122	DPMO	78659
Nilai Sigma	2,79	Nilai Sigma	2,92

### 5.2.6.3 Excess Processing

Untuk melihat pengaruh yang terjadi pada *waste excess processing*, maka dapat dilihat dari jumlah *rework* untuk *roll* gilingan selama berjalannya proses produksi. Berikut ini adalah jumlah *rework* eksisting dalam waktu 5 periode produksi dan perkiraan jumlah *rework* ketika dilakukannya alternatif 1.

Tabel 5. 27 Perbandingan Jumlah *Rework*

<i>Defect</i>	<i>Frekuensi</i>	<i>Improve</i>
<b>Keropos</b>		
20-40%	85	34
41-60%	29	12
61-75%	3	2
75-90%	9	4
<b>Crack</b>	26	26
<b>Mantel Pecah</b>	12	12
<b>Total</b>	164	90

Dengan *improve* yang dilakukan terjadi penurunan jumlah *rework* atau berkurangnya *excess processing*. Penurunan jumlahnya cukup signifikan jika dibandingkan dengan jumlah *rework* eksisting. Penurunan jumlah *rework* tersebut juga mempengaruhi peningkatan nilai sigma untuk *waste excess processing*. Berikut ini adalah perbandingan nilai *sigma* antara *excess processing* eksisting dan setelah dilakukannya *improve* atau alternatif 1 di mana terjadi peningkatan nilai sigma sebesar 0,30.

Tabel 5. 28 Perbandingan Nilai *Sigma Excess Processing*

Keterangan	Nilai	Keterangan	Nilai
Jumlah produk yang diproduksi	638	Jumlah produk yang diproduksi	638
Jumlah produk yang cacat / defect	164	Jumlah produk yang cacat / defect	90
Defect per Unit	0,2571	Defect per Unit	0,1411
Jumlah CTQ	3	Jumlah CTQ	3
Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,0857	Peluang tingkat kegagalan per karakteristik CTQ	0,0470
DPMO	85684	DPMO	47022
Nilai <i>Sigma</i>	2,88	Nilai <i>Sigma</i>	3,18

### 5.2.7 Evaluasi Proses Produksi Eksisting

Dalam melakukan proses produksi *roll* gilingan tebu terlihat bahwa masih terdapat beberapa kelemahan dari PT Barata Indonesia yang harus diperbaiki untuk dapat menerapkan alternatif perbaikan yang terpilih. Alternatif yang terpilih adalah melakukan penjadwalan ulang *maintenance* mesin *induction furnace* untuk itu perusahaan harus mulai untuk melakukan pencatatan waktu penggantian komponen-komponen dari mesin *induction furnace* agar waktu perbaikan yang ditentukan sesuai dan tidak memakan waktu yang lama. Sejauh ini perusahaan masih belum melakukan pencatatan waktu penggantian sehingga kerusakan-kerusakan komponen mesin tidak dapat diperkirakan. Dengan adanya pencatatan waktu penggantian setiap komponen maka perusahaan akan dapat menyusun data historis dari setiap komponen dan dapat melakukan penjadwalan *maintenance* yang diperlukan berdasarkan data historis waktu kerusakan komponen. Konsep ini merupakan konsep *maintenance* dengan mempertimbangkan *reliability* mesin. Dengan tingkat *reliability* mesin yang terjaga, maka mantel yang dihasilkan juga akan memiliki kualitas yang baik.

Untuk menentukan penjadwalan *maintenance* yang baik berdasarkan *reliability*, maka perusahaan harus melakukan pencatatan *Mean Time To Failure* (MTTF) serta *Mean Time To Repair* (MTTR) dari setiap komponennya berdasarkan data historis kerusakan masing-masing komponen. Dengan begitu perusahaan dapat menentukan komponen mana yang paling kritis dengan melihat

resiko yang mungkin ditimbulkan jika terjadi kerusakan komponen. Untuk itu yang perlu dilakukan oleh PT Barata Indonesia adalah membuat data historis kerusakan dengan cara melakukan pencatatan waktu terjadinya kerusakan untuk masing-masing komponen (MTTF), lama waktu perbaikan yang dibutuhkan (MTTR) dan juga resiko yang dihasilkan jika terjadi kerusakan dari masing-masing komponen.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan diuraikan beberapa kesimpulan yang bisa ditarik berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran bagi perusahaan dan penelitian berikutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan:

1. Terdapat tiga *waste* kritis yang memiliki pengaruh terhadap proses produksi *roll* gilingan tebu PT Barata Indonesia yaitu *defect* yang cukup tinggi yaitu hingga 23,82% dengan *defect* kritis berupa keropos dan *crack*, *waiting* yang terjadi dengan waktu *downtime* hingga 10,04% dan *excess processing* berupa *rework* karena terjadi *defect* mencapai 25,71% dengan *rework* berupa pengelasan untuk keropos 20-75% dan *crack* dan melebur kembali mantel yang dikarenakan keropos diatas 75% dan kegagalan proses *assembly*.
2. Penyebab terjadinya *waste defect*, *waiting*, dan *excess processing* berdasarkan *Root Cause Analysis* adalah tidak adanya waktu untuk melakukan pembersihan mesin *induction furnace* sehingga terjadi *defect*, terjadi kerusakan mesin dan dilakukannya *rework* terhadap mantel yang mengalami *defect* sehingga menambah waktu normal produksi dan menyebabkan *waiting*, serta *excess processing* yang disebabkan oleh dilakukannya *rework* pada mantel *roll* gilingan yang *defect*.
3. Berdasarkan pemilihan alternatif dengan menggunakan *value engineering* alternatif yang terpilih adalah alternatif 1, yaitu melakukan penjadwalan ulang *maintenance* mesin *induction furnace* yang akan berdampak langsung terhadap berkurangnya jumlah *defect* sehingga dapat mengurangi waktu *waiting* dan juga jumlah *rework*.

## 6.2 Saran

Beberapa saran dan masukan yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah

1. Jika data yang dimiliki lengkap sebaiknya dalam fase *measure* semua *waste* juga dilakukan perhitungan biaya
2. Untuk penilaian terhadap alternatif perbaikan yang sudah dipilih sebaiknya jika alternatif tersebut dapat diaplikasikan dan dilakukan fase *control* untuk mengetahui dampak dari alternatif

## DAFTAR PUSTAKA

- Apel, W., 2007. *Value Stream Mapping for Lean Manufacturing Implementation*. Huazhong: Huazhong University of Science and Technology.
- Atarogen, C. & Chouseinoglou, O., 2014. A Case Study in Defect Measurement and Root Cause Analysis in a Turkish Software Organization. *Software Engineering Research, Management and Applications, Springer*, pp. 55-72.
- Garspersz, V., 2006. *Continuous cost reduction through lean-sigma approach: strategi dramatik reduksi biaya dan pemborosan menggunakan pendekatan lean-sigma*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hammond, C. & Charles, J., 2008. *Lean six sigma*. 9 ed. s.l.:Drug Discovery.
- KPP BUMN, 2008. *Departemen Keuangan Republik Indonesia*. [Online] Available at: [http://www.kppbumn.depkeu.go.id/Industrial\\_Profile/PK4/Profil%20Tebu-1\\_files/page0011.htm](http://www.kppbumn.depkeu.go.id/Industrial_Profile/PK4/Profil%20Tebu-1_files/page0011.htm) [Accessed 7 Mei 2014].
- Sitorus, P. M. T., 2011. *Quality planning improvement with lean six sigma approach and economic valuation with willingness to pay: Case in PT Telekomunikasi Indonesua*. s.l., IEEE International Summer Conference of Asia Pacific.
- Sondalini, M., 2004. Understanding How to Use the 5-whys gor Root Cause Analysis. *Lifetime Reliability*.
- Subramaniam, P. & Srinivasan, K., 2011. An Innovative Lean Six Sigma Approach for Engineering Design.
- Sugartech, 2009. *Sugartech's Website*. [Online] Available at: <http://www.sugartech.in/Product-Suite-Sample/default.asp> [Accessed 7 Mei 2014].
- Wijaya, R. H. & Rahardjo, J., 2013. Penurunan TIngkat Kecacatan Produk di CV Omega Plastics. *Jurnal Titra*, 1(2), pp. 141-148.
- Womack, J. P. & Jones, D. T., 2007. *The Machine that changed the world: the story of lean production-Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. s.l.:Simon and Schuster.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekapitulasi Kuisisioner

Penomoran	Waste
1	EHS
2	Defect
3	Overproduction
4	Waiting
5	Non utilizing employee
6	Transportation
7	Inventory
8	Motion
9	Excess Processing

Responden	Peringkat Waste								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6	1	8	3	9	5	4	7	2
2	9	4	8	2	6	5	3	7	1
3	9	1	6	7	5	4	3	8	2
4	7	1	8	2	9	6	5	4	3
5	4	3	6	2	9	8	7	5	1

Waste	Peringkat									Bobot	Ranking
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Excess Processing	2	2	1	0	0	0	0	0	0	36	0,2
Defect	3	0	1	1	0	0	0	0	0	35	0,19444
Waiting	0	3	1	0	0	0	1	0	0	29	0,16111
Inventory	0	0	2	1	1	0	1	0	0	23	0,12778
Transportation	0	0	0	1	2	1	0	1	0	17	0,09444
Motion	0	0	0	1	1	0	2	1	0	14	0,07778
EHS	0	0	0	1	0	1	1	0	2	10	0,05556
Overproduction	0	0	0	0	0	2	0	3	0	9	0,05
Non utilizing employee	0	0	0	0	1	1	0	0	3	7	0,03889
Bobot	8	7	6	5	4	3	2	1	0	180	1

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BIODATA PENULIS**



Penulis dilahirkan di kota Surabaya, pada tanggal 13 Maret 1992 dengan nama lengkap Hysmi Ramadan Adi Nugroho sebagai anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SDN Pucang 1 Sidoarjo, SMP Al Falah Deltasari Sidoarjo, dan SMAN 1 Gedangan. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, pada tahun 2010 penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya melalui jalur mandiri. Sejak menjadi mahasiswa, penulis pernah tergabung dalam organisasi mahasiswa tingkat Jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS (HMTI ITS) sebagai staff pada Departemen Sosiasl Masyarakat (Sosma) di periode kepengurusan 2011/2012, dan diberikan tanggung jawab sebagai penanggung jawab program kerja Industrial Engineering Social Care (IESC). Selanjutnya pada periode 2012/2013 penulis menjabat sebagai staff ahli Departemen Sosial Masyarakat HMTI ITS. Selain aktif pada bidang organisasi penulis juga aktif sebagai anggota dari Unit Kegiatan Mahasiswa tenis meja selama dua tahun pertama dan aktif sebagai panitia kaderisasi Jurusan pada tahun kedua dan ketiga. Penulis dapat dihubungi melalui email [hysmi@yahoo.com](mailto:hysmi@yahoo.com).