



**TUGAS AKHIR –TI091324**

**PENINGKATAN PERFORMANSI LANTAI PRODUKSI  
DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN*  
*MANUFACTURING* (STUDI KASUS : PT LOKA  
REFRACTORIES)**

SINDHUNATA PAMUNGKAS

NRP 2510 100 134

Dosen Pembimbing

H. Hari Supriyanto. Ir. MSIE

NIP. 196002231985031002

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014



**FINAL PROJECT- TI091324**

**PRODUCTION FLOOR PERFORMANCE IMPROVEMENT  
BY LEAN MANUFACTURING APPROACH (CASE STUDY :  
PT LOKA REFRACTORIES)**

SINDHUNATA PAMUNGKAS

NRP 2510 100 134

Supervisor

H. Hari Supriyanto. Ir. MSIE

NIP. 196002231985031002

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014

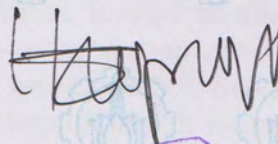
**PENINGKATAN PERFORMANSI DI LANTAI PRODUKSI DENGAN  
MENGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*  
(STUDI KASUS : PT. LOKA REFRACTORIES)**

**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 :  
SINDHUNATA PAMUNGKAS  
NRP. 2510 100 134**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir**



**Ir. H. Hari Supriyanto, MSIE  
NIP. 196002231985031002**



**SURABAYA, Juli 2014**

# **PENINGKATAN PERFORMANSI DI LANTAI PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN* MANUFACTURING**

**(STUDI KASUS : PT. LOKA REFRACTORIES)**

Nama mahasiswa : Sindhunata Pamungkas  
NRP : 2510100134  
Pembimbing : H. Hari Supriyanto, Ir. MSIE

## **ABSTRAK**

Dalam bisnis perindustrian saat ini, perusahaan dituntut untuk selalu meningkatkan kualitas produk dan meningkatkan performansi kinerja perusahaan dengan selalu melakukan perbaikan (*improvement*). Bagi perusahaan manufaktur sektor yang paling penting untuk ditingkatkan performansinya adalah di sektor produksi. Persaingan antar perusahaan juga semakin ketat karena akibat pemberlakuan perdagangan bebas saat ini ditambah dengan *life cycle* produk yang semakin singkat disertai meningkatnya harapan konsumen terhadap produk. Perusahaan yang harus menerapkan perbaikan adalah PT Loka Refractories. Perusahaan ini adalah perusahaan yang bergerak dalam industri batu tahan api. Di perusahaan ini, *lead time* dari proses produksi cukup panjang dikarenakan masih adanya *non value added activity* yang terjadi. *Non value added activity* ini mengakibatkan terjadinya *waste* di perusahaan, seperti *defect* pada pembakaran, *waiting* karena mesin rusak, *excess processing* akibat proses yang berulang dan *rework*, *overproduction* serta *inventory* yang tinggi. Untuk menghilangkan *non value added activity*, digunakan *tool Lean Manufacturing* untuk mengidentifikasi aktivitas apa saja yang tidak memberikan nilai tambah dan mengeliminasinya. *Non value added activity* di perusahaan terdapat pada proses persiapan bahan, pembentukan dan pembakaran. Kemudian diketahui tiga *waste* kritis yang harus diperbaiki, yaitu *defect*, *waiting* dan *inventory*. Kemudian dicari akar penyebab permasalahan dari ketiga *waste* tersebut. Setelah itu dilakukan perbaikan dengan alternatif perbaikan yang terpilih adalah memberikan pelatihan kepada staff PPC dan *Quality Control* dengan harapan dapat memperbaiki kondisi eksisting perusahaan serta penambahan divisi maintenance untuk melakukan perawatan dan perbaikan mesin.

**Kata Kunci :** *Lean Manufacturing, Non Value Added Activity, Waste*

# ***PRODUCTION FLOOR PERFORMANCE IMPROVEMENT BY LEAN MANUFACTURING APPROACH***

**(CASE STUDY : PT. LOKA REFRACTORIES)**

Name : Sindhunata Pamungkas  
NRP : 2510100134  
Supervisor : H. Hari Supriyanto, Ir. MSIE

## **ABSTRACT**

*Nowadays, in industrial business, a company should to increase product quality and increase a company competitive advantage. To reach those goals, a company should do a continuous improvement all the time. The most important aspect to be increased is a production aspect. Besides that, the competition between companies become more challenging due to implementation of free trade regulation and product life cycle that become shorter day by day. Moreover, in this era, the customer expectation about product quality is higher than past. One of the companies that should do some improvement is PT Loka Refractories. PT Loka Refractories is a company that produces a refractories product. In this company, production process lead time is quite long because of non-value added activity. Non value added activity causes waste such as defect on burning process, waiting that caused by broke of machine, excess process that caused by rework process, overproduction and high number of inventory. To eliminate non value added activity, this research uses Lean manufacturing concept to identify activities that cannot give value added for product. Non value added activity in PT Loka Refractories happened on raw material preparation process, forming process and burning process. There are three critical waste that should be improved, defect, waiting and inventory. After identify the waste, this research identify the root cause from it. The last step is suggesting the improvement step for company. The chosen improvement step that suggested by this research is: Give some training to PPC and QC staff with expectation to fix and improve the company performance and additional maintenance division to do the treatment and repair of machines.*

**Key Word :** *Lean Manufacturing, Non Value Added Activity, Waste*



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Laporan tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan studi strata satu dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Laporan Tugas Akhir ini tidak akan terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari pihak lain. Dalam kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih kepada pihak lain tersebut yang terlibat dalam penulisan Tugas Akhir penulis, yaitu:

1. Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir tepat waktu.
2. Kedua orang tua tercinta, Ibu Titiek Sudharwati Rahayu dan Bapak Edyanto Purwono, serta kakak-kakak Mbak Lia, Mas Bambang, Mas Hendra, Mbak Lia, Mbak Desi dan Mas Rangga atas kasih sayang, doa, dan dukungannya selama ini.
3. Bapak Hari Supriyanto selaku dosen yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan motivasi kepada penulis.
4. Bapak Budi Santosa selaku Ketua Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya.
5. Bapak Yudha Andrian S.T, MBA selaku koordinator Tugas Akhir.
6. Segenap dosen Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya atas jasanya dalam menularkan ilmu yang sangat berharga.
7. Bapak Eko dan Ibu Erli selaku perwakilan dari PT Loka Refractories yang telah memberikan ilmu, masukan, motivasi serta arahan kepada penulis.
8. Pak Budi, Pak Miyono, Mas Aris, Pak Suf, serta segenap karyawan Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya dan *See and Go* yang sudah mengayomi serta membantu penulis dan teman-teman penulis.
9. Sahabat terbaik : Zakki, Budi, Salman, Andi, Adit Subur, Gusti, Rajab, Lubis, Pocong, Syarief, Nain, Hysmi, Revi, Imam, Afratsin, Yaya, Tirdut,

Yoze, Bakaboy Fariz yang telah memberikan motivasi dan bantuan yang sangat besar kepada penulis.

10. Mandra Ayi Restika Maulidya, yang telah menemani dari awal perkuliahan hingga semester 5. Ratri Wulandari, Nadhifati Rifdah dan Indira Nadya atas perhatian, dukungan, dan semangat yang diberikan kepada penulis selama pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
11. Teman-teman PROVOKASI yang telah menjadi keluarga kedua untuk penulis. Terima kasih untuk cerita yang tidak akan terlupakan.
12. Teman-teman Futsal TI yang telah sama-sama berjuang di FOG dan rektor cup.
13. Mas Sinyo yang sudah mengajarkan dan membantu penulis meningkatkan kemampuan bermain futsal.
14. Cak Win sekeluarga serta ibu becak, terima kasih untuk kopinya yang luar biasa.
15. Sahabat-sahabat SMA : Dedy, Agung, Agus, Nano, Adji, Andryan, Doyok, Riza Cagur.
16. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis, terima kasih atas segala bantuan dan doanya.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, segala saran dan masukan yang membangun akan penulis terima dengan lapang dada dan penulis meminta maaf atas kesalahan di dalamnya.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	5
1.5.1 Batasan Penelitian .....	5
1.5.2 Asumsi Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Konsep <i>Lean manufacturing</i> .....	9
2.2 <i>Big Picture Mapping</i> .....	11
2.3 Root Cause Analysis (RCA).....	12
2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) .....	13
a. Value Management .....	14
BAB 3 METODOLOGI PRAKTIKUM .....	15
3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan.....	16
3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	17
3.3 Tahap Analisis dan Perbaikan .....	17
3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran.....	18
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	19
4.1 Gambaran Umum Perusahaan .....	19
4.1.1 Visi Misi Perusahaan .....	19
4.1.1.1 Visi Perusahaan .....	19



4.1.1.2	Misi Perusahaan .....	19
4.1.2	Struktur Organisasi .....	20
4.2	Penentuan Produk Amatan.....	22
4.3	<i>Big Picture Mapping</i> .....	24
4.3.1	Aliran Informasi Proses Produksi.....	26
4.3.2	Aliran Fisik Proses Produksi .....	30
4.4	Aktivitas Proses Produksi PT Loka Refractories .....	34
4.5	<i>Activity Classification</i> .....	37
4.6	Identifikasi <i>Waste</i> .....	42
4.6.1	<i>Defect</i> .....	42
4.6.2	Overproduction.....	43
4.6.3	<i>Waiting</i> .....	44
4.6.4	Underutilizing Employee.....	44
4.6.5	<i>Inventory</i> .....	45
4.6.6	<i>Motion</i> .....	45
4.6.7	<i>Excess processing</i> .....	45
4.7	Pengukuran <i>Waste</i> Kritis terhadap <i>Lead time</i> Produksi Pelat .....	46
4.7.1	Pengukuran <i>Waste</i> Berdasarkan Frekuensi Kejadian .....	46
4.7.1.1	<i>Defect</i> .....	46
4.7.1.2	Overproduction .....	47
4.7.1.3	<i>Waiting</i> .....	47
4.7.1.4	Undertilizing Employee .....	48
4.7.1.5	<i>Inventory</i> .....	49
4.7.1.6	<i>Motion</i> .....	49
4.7.1.7	<i>Excess processing</i> .....	50
4.7.2	Pengukuran <i>Waste</i> Berdasarkan Dampak Terhadap <i>Lead time</i> Produksi.....	51
4.7.3	Penentuan <i>Waste</i> Kritis.....	52
BAB 5 ANALISIS DAN PERBAIKAN .....		55
5.1	Root Cause Analysis (RCA) .....	55
5.1.1	RCA <i>Waste Defect</i> .....	55
5.1.2	RCA <i>Waste Waiting</i> .....	56

5.1.3	RCA <i>Waste Inventory</i> .....	59
5.2	Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) .....	60
5.2.1	Penentuan Severity, Occurance, Detection .....	61
5.2.2	Penghitungan Nilai RPN <i>Waste Defect</i> .....	61
5.2.3	Penghitungan Nilai RPN <i>Waste Waiting</i> .....	63
5.2.4	Penghitungan Nilai RPN <i>Waste Inventory</i> .....	66
5.3	Langkah Perbaikan .....	69
5.3.1	Identifikasi Alternatif Perbaikan .....	70
5.3.2	Kombinasi Alternatif Perbaikan.....	72
5.3.3	Penentuan Kriteria Performansi Perbaikan .....	74
5.3.4	Pembobotan Kriteria Performansi Perbaikan.....	74
5.3.5	Biaya Alternatif Perbaikan .....	77
5.3.6	Pemilihan Alternatif Perbaikan .....	79
5.4	Analisis Alternatif Terpilih.....	81
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....		85
6.1	Kesimpulan.....	85
6.2	Saran .....	86
DAFTAR PUSTAKA .....		87
LAMPIRAN.....		89
BIOGRAFI PENULIS .....		93

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Total Produksi <i>Formed Refractories</i> Jan – Mei 2014.....	2
Tabel 4.1 Total Produksi Batu Tahan Api Jan-Mei 2014 .....	23
Tabel 4.2 Aktivitas dalam Proses Produksi .....	34
Tabel 4.3 Klasifikasi Aktivitas dalam Proses Produksi .....	37
Tabel 4.4 Rekap Masing-masing Aktivitas.....	41
Tabel 4.5 <i>Waste Defect</i> yang Terjadi .....	46
Tabel 4.6 Perbandingan <i>Waste Overproduction</i> dengan Produk Jadi.....	47
Tabel 4.7 Frekuensi <i>Waste Waiting</i> .....	48
Tabel 4.8 Jumlah <i>Waste Inventory</i> .....	49
Tabel 4.9 Rekap Jumlah Produk yang Hilang Akibat <i>Inventory</i> .....	49
Tabel 4.10 Frekuensi <i>Waste Excess processing</i> .....	50
Tabel 4.11 Pembobotan masing-masing <i>Waste</i> .....	52
Tabel 4.12 Penentuan <i>Waste</i> Kritis berdasarkan AHP .....	52
Tabel 4.13 Penentuan <i>Waste</i> Kritis Berdasarkan Kerugian Finansial.....	53
Tabel 5.1 RCA <i>Defect</i> .....	55
Tabel 5.2 RCA <i>Waiting</i> .....	57
Tabel 5.3 RCA <i>Inventory</i> .....	59
Tabel 5.4 <i>Occurance Waste Defect</i> .....	61
Tabel 5.5 RPN <i>Waste Defect</i> .....	62
Tabel 5.6 Range Nilai RPN untuk <i>Waste Defect</i> .....	63
Tabel 5.7 Contoh Perhitungan Nilai RPN.....	63
Tabel 5.8 <i>Occurance Waste Waiting</i> .....	64
Tabel 5.9 FMEA <i>Waste Waiting</i> .....	64
Tabel 5.10 Range Nilai RPN untuk <i>Waste Waiting</i> .....	66
Tabel 5.11 <i>Occurance Waste Inventory</i> .....	66
Tabel 5.12 FMEA <i>Waste Inventory</i> .....	67
Tabel 5.13 Range Nilai RPN untuk <i>Waste Inventory</i> .....	68
Tabel 5.14 RPN Keseluruhan <i>Waste</i> .....	68
Tabel 5.15 Alternatif Perbaikan Terhadap Setiap Akar Permasalahan.....	69
Tabel 5.16 Alternatif Perbaikan .....	72
Tabel 5.17 Kombinasi Alternatif.....	73
Tabel 5.18 Kriteria Performansi Perbaikan.....	74
Tabel 5.19 Rekap AHP .....	74
Tabel 5.20 Perbandingan Berpasangan Tiap Performansi .....	75
Tabel 5.21 <i>Geometric Mean</i> Kriteria Performansi.....	76
Tabel 5.22 <i>Value</i> Setiap Alternatif.....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simbol-simbol Big Picture Mapping .....	12
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian .....	15
Gambar 3.2 Metodologi Penelitian (lanjutan).....	16
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Loka Refractories .....	20
Gambar 4.2 Produksi Semua Jenis Batu Tahan Api Jan-Mei 2014 .....	24
Gambar 4.3 <i>Big Picture Mapping</i> Proses Produksi BTA SK-32.....	25
Gambar 4.4 Aliran Informasi Produksi Batu Tahan Api BTA SK-32.....	29
Gambar 4.5 Aliran Fisik PT Loka Refractories .....	30
Gambar 4.6 Input AHP di <i>Software Expert Choice</i> .....	51
Gambar 4.7 Hasil Expert Judgment .....	51
Gambar 4.8 <i>Pareto Chart</i> dari <i>Waste</i> yang Terjadi .....	53
Gambar 5.1 Input <i>Geometric Mean</i> di <i>Expert Choice</i> .....	77
Gambar 5.2 Hasil Pembobotan dengan menggunakan <i>Software Expert Choice</i> .	77
Gambar 5.3 <i>Big Picture Mapping</i> Perbaikan BTA SK-32.....	84

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan ini berisi tentang hal-hal yang mendasari penelitian dan pengidentifikasian permasalahan beserta tujuan dan manfaat yang akan didapat dengan dilakukannya penelitian ini. Bab pendahuluan terdiri dari latar belakang, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam bisnis perindustrian saat ini, perusahaan dituntut untuk selalu meningkatkan kualitas produk dan meningkatkan performansi kinerja perusahaan dengan selalu melakukan perbaikan (*improvement*). Bagi perusahaan manufaktur sektor yang paling penting untuk ditingkatkan performansinya adalah di sektor produksi. Persaingan antar perusahaan juga semakin ketat karena akibat pemberlakuan perdagangan bebas saat ini ditambah dengan *life cycle* produk yang semakin singkat disertai meningkatnya harapan konsumen terhadap produk.

Untuk meningkatkan performansi perusahaan, maka perusahaan manufaktur juga harus meningkatkan penjualan (*sales*) produk. Dengan meningkatnya penjualan otomatis, perusahaan juga harus meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Apabila suatu perusahaan ingin meningkatkan kuantitas jumlah produksi dibutuhkan *improvement* terhadap *lead time* yang rendah dan berisi *value added activity*.

PT. Loka Refractories Refractories merupakan salah satu UKM milik daerah Jawa Timur yang bergerak dalam bidang pembuatan batu tahan api. PT. Loka Refractories Refractories merupakan golongan Usaha Menengah dengan total asset yang dimiliki berada pada rentang 500 juta – 10 M dan *omzet* perusahaan sebesar 2.5 M – 50 M. Perusahaan ini telah berdiri sejak tahun 1919 dan saat ini telah memiliki ± 119 karyawan. Segala kegiatan produksi dilakukan atas dasar pesanaan dari pelanggan (*make to order*) atau jika memenangkan *tender* pada

proyek tertentu. Pangsa pasar untuk PT. Loka Refractories Refractories sendiri adalah skala nasional dengan *customer* utama dari luar Pulau Jawa.

PT Loka Refractories Refractories menghasilkan produk *formed* dan *unformed refractories*, penelitian ini berfokus pada *formed refractories* karena dari awal penelitian terlihat terjadi permasalahan dari proses produksi batu tahan api. Untuk produk *formed* (batu tahan api) ada SK-26, SK-32, SK-34, SK-36, SK-38 dan *silicon brick*.

Sektor produksi menjadi bagian vital untuk perusahaan karena perusahaan merupakan perusahaan *make-to-order* dimana kualitas suatu produk menjadi hal yang penting. Di sektor ini, terindikasi terdapat permasalahan yang ditemukan, yaitu waktu siklus pembuatan yang panjang yang melebihi dari target perusahaan. Waktu siklus pembuatan (*make cycle time*) yang panjang akan membuat *lead time* produksi menjadi lebih panjang. Panjangnya waktu siklus pembuatan dapat berdampak kepada konsumen karena waktu siklus pembuatan berhubungan langsung dengan konsumen perusahaan. Panjangnya waktu siklus pembuatan disebabkan banyaknya *non value added activity* yang terjadi di dalam aktivitas produksi perusahaan. Dari total produksi diketahui bahwa produk BTA SK-32 merupakan produk yang terbanyak di produksi dalam periode Januari-Mei 2014 sehingga produk SK-32 menjadi fokus penelitian.

Tabel 1.1 Total Produksi *Formed Refractories* Jan – Mei 2014

No.	Jenis Barang	SK	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Total
			Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
	<b>BTA</b>							
1	Silica Brick	26	23024.00	25278.00	0.00	0.00	0.00	48302.00
2	Chamotte Brick	32	24554.6	7246.20	40952.40	33656.50	21942.60	128352.30
3	Chamotte Brick	34	39166.40	10959.60	19827.80	14215.80	29305.10	113474.70
4	Chamotte Brick	36	31.90	1652.00	1115.60	1064.00	0.00	3863.50
5	Chamotte Brick	38	2956.60	18370.80	26401.70	2327.00	18599.70	68655.80
6	Chamotte Brick	40	20637.30	21883.8	7400	9087.00	10250.00	69258.10
7	Silicon Brick	Eric	0.00	0.00	0.00	1421.20	1320.00	2741.20
<b>Total</b>			<b>110370.80</b>	<b>85390.40</b>	<b>95697.50</b>	<b>61771.50</b>	<b>81417.40</b>	<b>434647.60</b>

Dari proses produksi BTA SK-32, proses pertama adalah saat *material* masuk akan dilakukan inspeksi bahan sebelum masuk ke dalam gudang. Setelah itu kemudian dilanjutkan dengan penerimaan *material* di gudang. Bila terjadi produksi, *material* akan disiapkan terlebih dahulu namun tidak ada proses inspeksi pada proses persiapan ini. Pada proses pembuatan masse ini, *material* akan dihancurkan dan digiling dengan mesin Hammer Mill dan Kollergang sampai menjadi masse. Kemudian masse tersebut akan dibentuk sesuai dengan order dan dilakukan pengeringan terlebih dahulu sebelum dilakukan pembakaran.

Dari proses-proses tersebut terindikasi terdapat *waste* yang terjadi. *Non value added activity* yang terdapat ada di proses persiapan bahan dimana pemindahan *material* (*grog*) untuk mendekat ke mesin. Ini terindikasi menjadi *non value added activity* karena jaraknya terlalu jauh, *non value added activity* yang teridentifikasi lagi lainnya adalah memindahkan *material* yang telah dihaluskan ke dalam jumbo bag, ini menjadi *non value added activity* karena pemindahan ini dilakukan berulang akibat kapasitas dari wadah yang tidak sesuai dengan jumlah *material*. *Non value added activity* lainnya adalah pengecekan suhu pembakaran. Pengecekan ini penting namun karena dilakukan berulang menjadi aktivitas yang *non value added*. *Waste* yang terjadi ada *defect* dimana karena disebabkan pembakaran yang kurang sempurna ataupun karena kecerobohan operator yang tidak mengikuti peraturan yang ada. Dari hasil *brainstorming*, *defect* yang dihasilkan adalah flek hitam dan pecah bakar akibat pembakaran yang kurang sempurna. *Waste* lainnya ada *waiting* saat akan dilakukan pembakaran, batu tahan api harus menunggu dulu karena harus memenuhi kapasitas dari shuttle kiln sehingga harus menunggu. Ada juga *waiting* karena adanya mesin yang tidak beroperasi. Perusahaan sering melakukan *rework* dimana produk yang mengalami cacat harus diproses ulang cukup tinggi. Operator dalam memindahkan *material* tidak bisa langsung memindahkan secara keseluruhan namun harus berulang dikarenakan keterbatasan alat angkut sehingga terdapat *waste excess processing* disini.

*Defect* di perusahaan didefinisikan sebagai produk afal atau cacat produk setelah proses pembakaran. Produk afal ini terdiri dari berbagai jenis, yaitu cacat dimensi, pecah cuil dan flek hitam. Salah satu penyebab *defect* ini adalah adalah



proses pembakaran yang kurang sempurna di dalam Shuttle Kiln. Dampak terhadap pemborosan ini adalah meningkatnya biaya (*cost*) produksi perusahaan. Karena perusahaan harus memproduksi kembali produk yang hilang akibat *defect*.

*Waiting* di perusahaan karena terjadi kerusakan (*downtime*) di perusahaan sehingga mesin harus berhenti beroperasi dan mengakibatkan produksi terhambat dan memanjangkan *lead time* produksi. Panjangnya *lead time* berpengaruh kepada jadwal pengiriman sehingga dapat menurunkan kepercayaan konsumen.

*Rework* di perusahaan dapat berdampak seperti *defect*, yaitu meningkatnya biaya produksi perusahaan akibat produksi ulang. Dampak lainnya adalah menyebabkan kualitas dari produk yang dihasilkan tidak memenuhi keinginan *customer* dan meningkatkan harga jual dari produk yang dihasilkan tersebut, dimana hal tersebut dapat menurunkan kepercayaan dari *customer* mengenai produk yang dihasilkan sekaligus dapat menurunkan tingkat kompetitif dari perusahaan.

*Waste* yang teridentifikasi ada *defect*, *waiting*, *rework* dan *excess processing*. Dari *non value added activity* dan *waste* yang telah teridentifikasi maka harus dilakukan perbaikan untuk meningkatkan performansi rantai produksi. Perbaikan yang dilakukan dapat menggunakan pendekatan *Lean manufacturing* dengan tujuan menghilangkan *non value added activity*. *Lean manufacturing* merupakan konsep pendekatan untuk mengurangi aktivitas-aktivitas *non value added*. Keuntungan yang akan diperoleh dari penerapan *lean manufacturing* ini adalah menurunkan biaya produksi, meningkatkan kualitas, dan memendekkan *lead time* (Liker, 2004). Sehingga untuk penelitian ini akan menggunakan pendekatan *lean manufacturing* untuk meningkatkan performansi rantai produksi.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, maka rumusan permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana meningkatkan performansi rantai produksi dengan menggunakan pendekatan *Lean manufacturing*.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi *non value added activity* yang terjadi di dalam proses produksi.
2. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi di dalam proses produksi.
3. Menganalisis dan mengidentifikasi penyebab terjadinya *waste* kritis.
4. Menyusun alternatif perbaikan dengan tujuan untuk meningkatkan performansi rantai produksi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah perusahaan mendapatkan analisa mengenai kondisi eksisting dan memperoleh usulan perbaikan untuk meningkatkan performansi rantai produksi.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan dalam penelitian.

##### **1.5.1 Batasan Penelitian**

Batasan yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Penelitian dilakukan pada rantai produksi untuk produk akhir BTA SK-32
2. Data yang digunakan adalah data bulan Januari – Mei 2014.

##### **1.5.2 Asumsi Penelitian**

Asumsi yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Tidak ada perubahan struktur dan proses bisnis di dalam perusahaan.
2. Aliran informasi dan aliran fisik pada proses produksi tidak mengalami perubahan selama penelitian berlangsung.
3. Proses produksi yang diteliti berjalan dengan normal dan tidak mengalami perubahan.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai susunan penulisan yang digunakan dalam laporan penelitian ini. Berikut adalah susunan penulisan tersebut.

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas dalam laporan penelitian, tujuan dan manfaat penulisan laporan penelitian, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi yang dipergunakan dalam penulisan laporan, serta sistematika penulisan laporan.

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori dan studi literatur yang menjadi landasan penulis untuk memperkuat pemahaman dan menentukan metode penelitian yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Adapun literatur yang dipergunakan adalah yang berhubungan dengan konsep *Lean manufacturing*. Dengan adanya studi literatur, diharapkan penulis memiliki pedoman yang kuat dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan dapat mencapai tujuan penelitian.

## **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Tahapan yang terdapat didalam metodologi akan dijadikan peneliti sebagai pedoman agar dapat melakukan penelitian secara sistematis dan terarah, sehingga dapat mencapai tujuan penelitian.

## **BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang bertujuan untuk mencari data guna menyelesaikan permasalahan yang dirumuskan, dan mencapai tujuan penelitian. Data-data yang dikumpulkan berupa informasi profil perusahaan, Visi dan misi perusahaan, strategi perusahaan, identifikasi aktivitas perusahaan, identifikasi *waste* yang terjadi dan penentuan *waste* kritis

## **BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Pada bab ini, akan dilakukan analisis hasil dan interpretasi data. Hasil yang dianalisis merupakan hasil yang telah diperoleh dari pengolahan data.

Sedangkan interpretasi data, merupakan uraian secara detail dan sistematis dari hasil pengolahan data

## **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, untuk menjawab tujuan penelitian dan akan diberikan sarana serta rekomendasi untuk perbaikan perusahaan, serta peluang bagi penelitian selanjutnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab tinjauan pustaka ini berisi studi pustaka terhadap buku, artikel, jurnal ilmiah, penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian tugas akhir yang menimbulkan gagasan dan ide yang mendasari penelitian tugas akhir ini. Uraian dalam tinjauan pustaka ini diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian. Adapun tinjauan pustaka yang dilakukan pada penelitian tugas akhir ini meliputi konsep *Lean manufacturing*.

#### **2.1 Konsep *Lean manufacturing***

*Lean* didefinisikan sebagai suatu upaya terus menerus untuk meminimalisir maupun menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) aktivitas dan produk. *Waste* yang dimaksud disini adalah segala aktivitas atau proses kerja yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) dalam *value stream* dari transformasi input menjadi output. Tujuan *Lean* adalah peningkatan terus-menerus rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste-ratio*).

*Lean* adalah suatu filosofi bisnis, bukan hanya teknik-teknik atau alat-alat. *Lean* berarti mengerjakan sesuatu dengan cara sederhana dan seefisien mungkin, namun tetap memberikan kualitas superior dan pelayanan yang sangat cepat kepada pelanggan. Manajemen organisasi perlu menyerap pemikiran *Lean* agar menjadi *Lean*. Hal itu perlu menanamkan dalam bentuk kultur, ukuran-ukuran, kebijakan-kebijakan, prosedur-prosedur dan pada akhirnya adalah alat-alat atau teknik-teknik *Lean*.

Terdapat lima prinsip dasar *Lean*, yaitu (Hines and Taylor, 2000):

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang/jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang/jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif pada pelayanan yang tepat waktu.

2. Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang/jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream*.
4. Mengorganisasikan agar *material*, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan system tarik (*pull system*).
5. Mencari terus menerus berbagai teknik dan alat-alat peningkatan untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus-menerus.

Adapun macam-macam *waste* dan penjelasannya adalah sebagai berikut:

1. *Defects*, jenis pemborosan yang terjadi karena kecacatan atau kegagalan produk dalam suatu proses. *Defect* mengakibatkan dampak biaya secara langsung.
2. *Overproduction*, jenis pemborosan yang terjadi karena produksi berlebih dari kuantitas yang dipesan oleh pelanggan. *Waste* ini biasanya terjadi pada perusahaan yang memiliki masalah dengan kualitas sehingga memproduksi lebih untuk memenuhi permintaan konsumen.
3. *Waiting*, termasuk dalam kategori *waste* karena tidak memberi nilai tambah (*non-value added*) dan dapat menyebabkan waktu produksi lebih banyak serta mengakibatkan biaya bertambah.
4. *Underutilizing Employee*, jenis pemborosan Sumber Daya Manusia (SDM) karena kurang optimal dalam menggunakan pengetahuan, ketrampilan dan kemampuan karyawan.
5. *Inventory*, jenis pemborosan yang terjadi meliputi persediaan yang terlalu banyak dan harus disimpan sehingga mengakibatkan dampak biaya secara langsung.
6. *Motion*, jenis pemborosan yang terjadi akibat banyaknya pergerakan lebih dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*. Pergerakan merupakan *waste* karena perpindahan *material* atau pergerakan manusia tidak menambah nilai produk (*non-value added*).
7. *Excess processing*, jenis pemborosan yang terjadi karena langkah-langkah proses yang panjang dari yang seharusnya sepanjang proses *value stream*.

Pengerjaan ulang (*rework*) merupakan penyebab terbesar dari terjadinya *over-processing*.

Tipe aktivitas dalam organisasi adalah (Hines and Taylor, 2000) :

1. *Value adding* (VA), aktivitas ini menurut konsumen mempunyai nilai tambah terhadap produk atau jasa.
2. *Non-value adding* (NVA), aktivitas ini menurut konsumen tidak mempunyai nilai tambah terhadap produk atau jasa. Aktivitas ini termasuk *waste* dan harus dieliminasi.
3. *Necessary but non-value adding* (NNVA), aktivitas ini menurut konsumen tidak mempunyai nilai tambah terhadap produk atau jasa tetapi dibutuhkan, misalnya proses inspeksi.

## **2.2 *Big Picture Mapping***

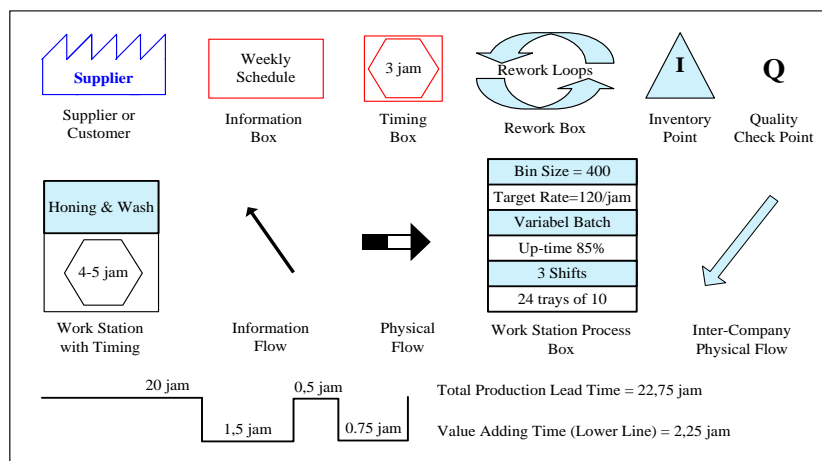
*Big Picture Mapping* digunakan untuk menggambarkan sistem secara keseluruhan beserta *value stream* yang terdapat pada perusahaan. *Big picture mapping* diperlukan sebagai tahap awal sebelum memulai *detailed mapping* terhadap beberapa *core process* perusahaan untuk memberikan pemahaman mengenai sistem pemenuhan *order* secara keseluruhan beserta aliran nilai (aliran informasi dan fisik), mengetahui dimana terjadinya *waste*, serta *lead time* yang dibutuhkan pada tiap proses yang berada di sistem tersebut. Waktu standar untuk tiap proses produksi komponen produk diperlukan sebagai dasar untuk melakukan identifikasi awal *waste* dilihat dari penyimpangan *lead time* yang berlebih. Dari *tool* ini, berfungsi juga untuk mengidentifikasi dimana terdapat *waste*, serta mengetahui keterkaitan antara aliran informasi dan aliran *material* (Hines and Taylor, 2000). Peta ini dibuat untuk suatu produk atau pelanggan tertentu yang sudah diidentifikasi sebelumnya.

Untuk melakukan pemetaan terhadap aliran informasi dan *material* atau produk secara fisik, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

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



- b. Selanjutnya menggambarkan aliran informasi dari *customer* ke *supplier* yang berisi antara lain: peramalan dan informasi pembatalan *supply* oleh *customer*, orang atau departemen yang memberi informasi ke perusahaan, berapa lama informasi muncul sampai diproses, informasi apa yang disampaikan kepada *supplier* serta pesanan yang disyaratkan.
- c. Menggambarkan aliran fisik yang berupa aliran *material* atau produk dalam perusahaan, waktu yang diperlukan, titik terjadinya *inventory* dan inspeksi, putaran *rework*, waktu siklus tiap titik, berapa banyak produk dibuat dan dipindah ditiap titik, waktu penyelesaian tiap operasi, berapa jam perhari tiap stasiun kerja beroperasi, berapa banyak produk yang diperiksa di tiap titik, berapa banyak orang yang bekerja di tiap stasiun kerja, waktu berpindah di tiap stasiun, dimana *inventory* diadakan dan berapa banyak, serta titik *bottleneck* yang terjadi.
- d. Menghubungkan aliran informasi dan fisik dengan anak panah yang dapat berisi informasi jadwal yang diguna-kan, instruksi pengiriman, kapan dan dimana biasanya terjadi masalah dalam aliran fisik.
- e. Melengkapi peta atau gambar aliran informasi dan fisik, dilakukan dengan menambahkan *lead time* dan *value adding time* di bawah gambar yang dibuat.



Gambar 2.1 Simbol-simbol *Big Picture Mapping*

### 2.3 Root Cause Analysis (RCA)

*Root Cause Analysis* (RCA) digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya risiko. RCA merupakan suatu metode evaluasi terstruktur

untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*) dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencegah terulangnya kembali kejadian yang tidak diharapkan (*undesired outcome*). RCA merupakan suatu metode yang membantu dalam menemukan: “kejadian apa yang terjadi?, “bagaimana kejadian itu terjadi?”, mengapa kejadian itu terjadi?”. Metode ini menggambarkan seluruh penyebab kegagalan dari level rendah hingga level tertinggi. Metode ini digunakan untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja, mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Dengan diketahuinya akar penyebab dari suatu permasalahan akan lebih memudahkan perusahaan dalam mengeliminasi masalah tersebut secara efektif. Berikut merupakan empat tahapan umum dari RCA (Rooney and Vanden Heuvel, 2004).

1. Pengumpulan data
2. Identifikasi faktor penyebab
3. Identifikasi akar permasalahan
4. Pembuatan rekomendasi dan implementasi.

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

FMEA dapat diterapkan dalam semua bidang, baik manufaktur maupun jasa, juga pada semua jenis produk. *Failure Mode* diartikan sebagai sejenis kegagalan yang mungkin terjadi, baik kegagalan secara spesifikasi maupun kegagalan yang mempengaruhi konsumen. *Failure mode* ini kemudian dianalisis terhadap akibat dari kegagalan dari sebuah proses terhadap mesin setempat maupun proses lanjutan bahkan konsumen. FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin *failure mode*.

FMEA memiliki nilai-nilai yang harus didefinisikan dan diukur, yaitu adalah *Severity* (Pengaruh buruk), *Occurrence* (probabilitas penyebab kegagalan itu terjadi), *Detection* (metode untuk mendeteksi penyebab kegagalan) dan RPN (*Risk Priority Number*) yang merupakan nilai dari skala *Severity* x *Occurrence* x *Detection*. RPN ini disusun mulai dari nilai yang terbesar hingga nilai yang terkecil yang bertujuan untuk menentukan *mode* kegagalan mana yang paling

kritis sehingga perlu mendahulukan tindakan korektif pada mode kegagalan tersebut.

Manfaat penggunaan FMEA adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan reputasi dan penjualan produk.
2. Mengurangi kebutuhan untuk perubahan-perubahan rekayasa sehingga menurunkan biaya dan mengurangi waktu siklus pengembangan produk.
3. Mengidentifikasi masalah-masalah potensial sebelum produk itu diproduksi.
4. Membantu menghindari *scrap* dan pekerjaan ulang (*rework*).
5. Mengurangi banyaknya kegagalan produk yang dialami oleh pelanggan sehingga akan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Menjamin suatu *start-up* produksi yang lebih mulus.

## 2.5 Value Management

*Value Management* merupakan sebuah teknik dengan menggunakan pendekatan sistematis untuk mencari keseimbangan fungsi terbaik antara biaya, keandalan dan kinerja sebuah proyek (Dell'Isola, 1966). Dalam metode ini dikenal sebuah istilah, yaitu *value*. *Value* ini yang nantinya digunakan sebagai pembandingan antar masing-masing alternatif. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung besarnya *value*.

$$C'n = \frac{Pn}{Po} \times Co$$
$$Vn = \frac{C'n}{Cn}$$

Keterangan:

$V_o$  = *Value* kondisi *existing*

$V_n$  = *Value* alternatif ke-n

$P_o$  = *Performance* awal

$P_n$  = *Performance* alternatif ke-n

$C_o$  = *Cost* awal

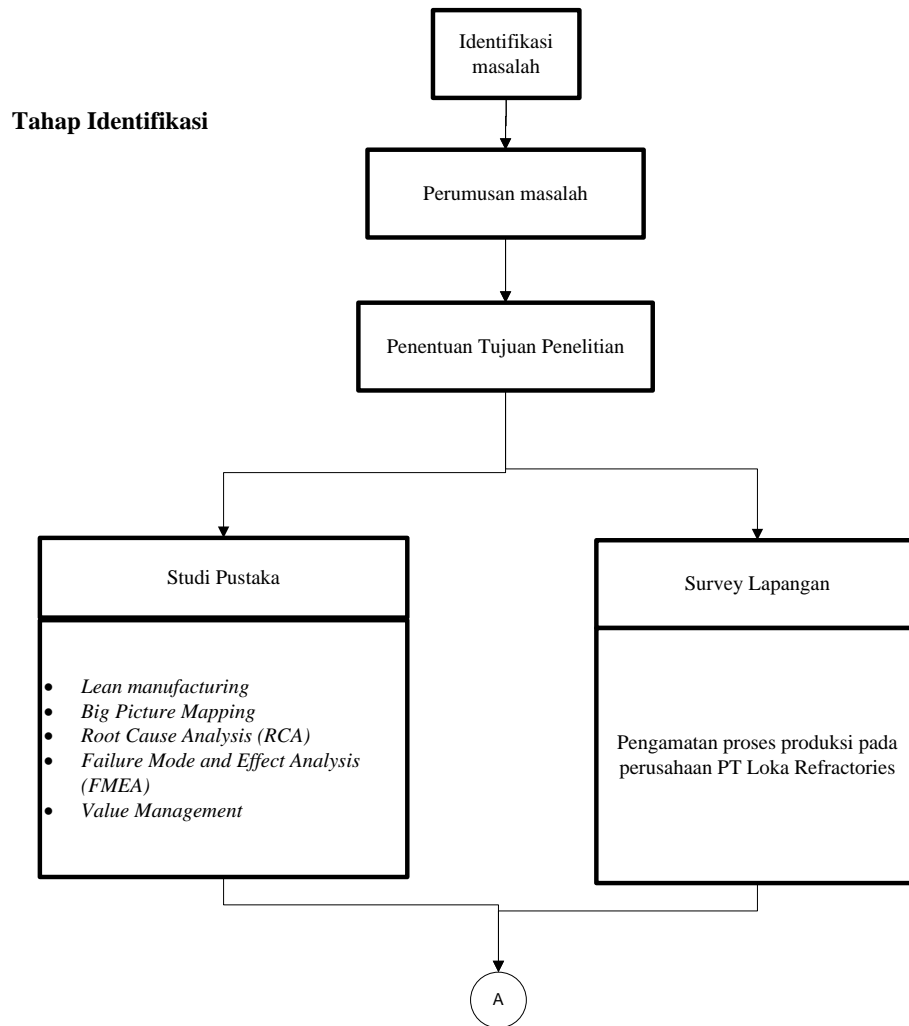
$C_n$  = *Cost* alternatif ke-n

$C'n$  = Besaran nilai rupiah untuk *performance*

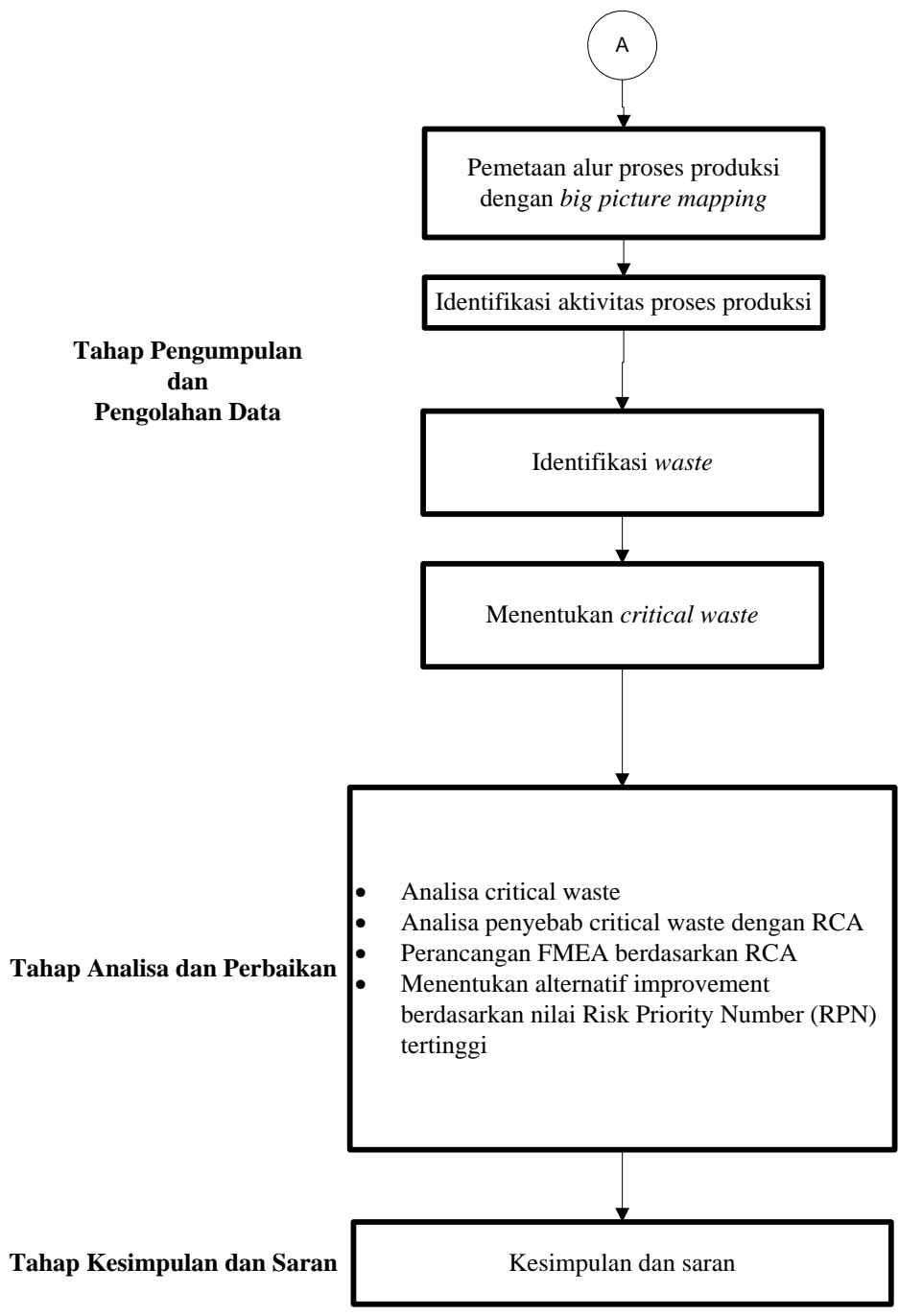
## BAB 3

### METODOLOGI PRAKTIKUM

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai mengenai tahap-tahap yang dilakukan dalam melakukan penelitian. Tahapan yang terdapat didalam metodologi akan dijadikan peneliti sebagai pedoman agar dapat melakukan penelitian secara sistematis dan terarah, sehingga dapat mencapai tujuan penelitian. Berikut adalah metodologi penelitian yang dipergunakan peneliti dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Metodologi Penelitian



Gambar 3.2 Metodologi Penelitian (lanjutan)

### 3.1 Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian permasalahan yang ada dalam objek penelitian. Setelah dilakukan identifikasi kemudian dirumuskan permasalahan yang terdapat dalam penelitian serta tujuan dari penelitian untuk hasil kesimpulan nantinya. Untuk membantu mengidentifikasi dan merumuskan

permasalahan maka digunakan studi pustaka dan survey di lapangan. Studi pustaka adalah rancangan metode yang akan digunakan untuk penelitian sedangkan survey lapangan dilakukan untuk mengetahui proses-proses yang terjadi serta untuk pengambilan data yang kemudian akan diolah.

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

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang didapatkan dari survey di lapangan. Setelah data dikumpulkan, data akan diolah sesuai dengan *tools* yang digunakan. Pada tahap ini, dilakukan pemetaan terhadap alur proses produksi di dalam *Big Picture Mapping*, kemudian dilakukan identifikasi terhadap keseluruhan aktivitas yang terjadi di dalam proses produksi. Identifikasi ini untuk menentukan aktivitas mana yang merupakan aktivitas *value added* (VA), *non value added* (NVA), dan *necessary non value added* (NNVA).

Setelah mengetahui klasifikasi masing-masing aktivitas kemudian dilakukan identifikasi pemborosan (*waste*) yang terjadi di aktivitas-aktivitas tersebut, terutama untuk aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk (*non value added*). Dari *waste* yang teridentifikasi di dalam aktivitas proses produksi kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan *waste* mana yang paling kritis dan harus diperbaiki.

### **3.3 Tahap Analisis dan Perbaikan**

Pada tahap ini dilakukan analisis dan interpretasi data berdasarkan hasil yang diperoleh dari tahap pengolahan data. Setelah mengetahui *waste* yang paling kritis dari proses produksi kemudian dilakukan analisis terhadap akar penyebab permasalahan *critical waste* dengan metode *Root Cause Analysis* (RCA). Dari metode RCA akan ditemukan akar-akar permasalahan penyebab *critical waste* tersebut terjadi. Setelah itu dirancang *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dari akar-akar permasalahan yang telah dianalisis di RCA. Perancangan FMEA dilakukan dengan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). Akar permasalahan yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah akar penyebab kritis dari *waste* tersebut. Setelah diketahui akar penyebab utama maka dilakukan penentuan alternatif perbaikan berdasarkan *value based management*.

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

Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian yang telah dibuat sebelumnya serta memberikan saran untuk perusahaan ataupun untuk penelitian selanjutnya.



## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data yang diambil dari kondisi di lapangan serta data-data lain yang digunakan, bab ini juga akan menjelaskan pengolahan dari data yang telah dikumpulkan untuk mengetahui jenis *waste* yang paling berpengaruh terhadap proses produksi.

#### **4.1 Gambaran Umum Perusahaan**

PT Loka Refractories *Refractories* merupakan anak perusahaan dari Wira Jatim Group. Perusahaan ini berdiri mulai tahun 1919 dan terletak di Jl. Mastrip No.24, Karang Pilang, Surabaya. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang memproduksi semen dan batu tahan api. Hasil produksi dari PT Loka Refractories *Refractories* masih untuk memenuhi pasar Loka Refractoriesl dikarenakan untuk pasar internasional masih kalah dengan kompetitor negara lain. Hasil produksi dari PT Loka Refractories terdiri dari dua jenis produk, yaitu *Formed Refractories* dan *Unformed Refractories*. Untuk *Formed Refractories* sendiri contoh produknya adalah *Clay bricks* dan *Silica Bricks*. Sedangkan untuk *Unformed Refractories* contoh produknya adalah *Castable*, *Gunning Material* dan *Ramming Material*.

##### **4.1.1 Visi Misi Perusahaan**

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pihak perusahaan, visi dan misi PT. Loka Refractories *Refractories* dalam menjalankan proses bisnisnya adalah sebagai berikut :

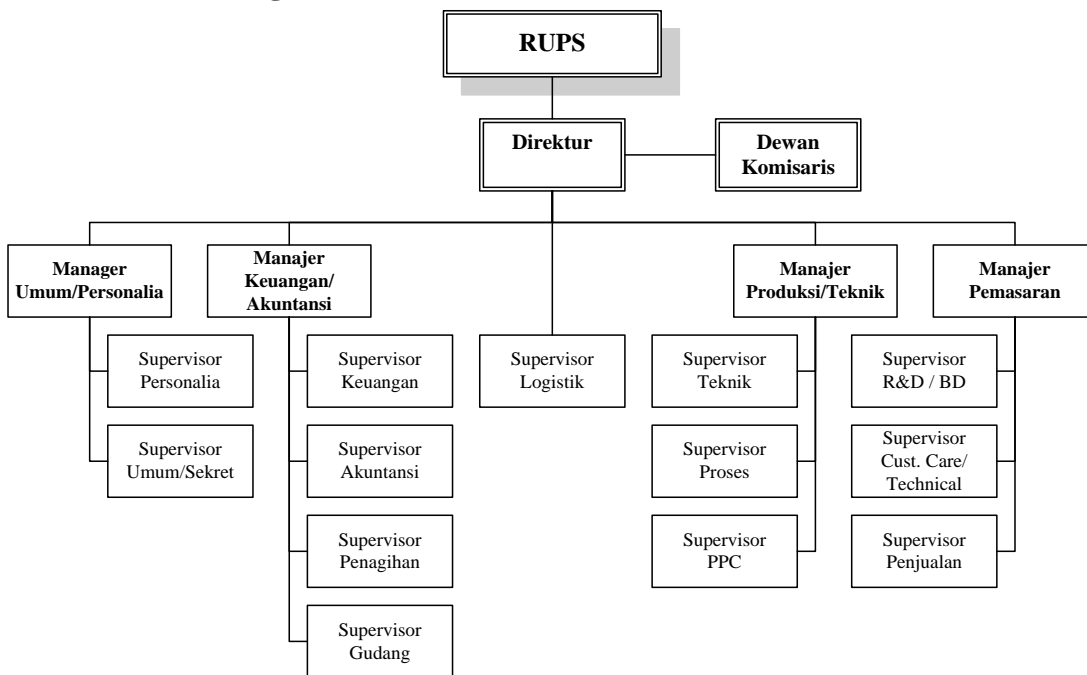
###### **4.1.1.1 Visi Perusahaan**

“Nama Loka Refractories *Refractories* menjadi *trade mark* produk yang kualitasnya selalu terjamin dan menjadi salah satu perusahaan *refractory* terbaik di Indonesia.”

### 4.1.1.2 Misi Perusahaan

"Memberi kontribusi bagi perekonomian dan penghematan devisa negara khususnya Jawa Timur. Efisiensi dan optimalisasi sumber daya manusia dan peningkatan kesejahteraan karyawan, sekaligus menjadi bagian dari mata rantai produksi strategis di Indonesia sebagai penghasil devisa (Pabrik Baja, Petrokimia, Pupuk, Petroleum, Kertas, dan Industri Lainnya)"

### 4.1.2 Struktur Organisasi



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Loka Refractories

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa PT Loka Refractories Refractories dipimpin oleh seorang Direktur yang membawahi empat departemen dan satu supervisi, yaitu Departemen Umum/Personalia, Departemen Keuangan/Akuntansi, Departemen Produksi/Teknik dan Departemen Pemasaran serta Supervisi Logistik. Departemen dipimpin oleh seorang manajer yang membawahi beberapa *supervisor* di dalam departemennya. Berikut adalah penjelasan tanggung jawab dari tiap departemen.

1. Departemen Umum/Personalia

Secara umum fungsi departemen ini dibagi menjadi dua, yaitu pengelolaan Sumber Daya Manusia (SDM) dan penjagaan fisik dan keamanan perusahaan. Tanggung jawab departemen ini secara umum adalah mengamankan aset perusahaan, melakukan investasi, mengelola pengembangan karyawan, dsb.

2. Departemen Keuangan dan Akuntansi

Fungsi departemen ini sesuai dengan bagian yang ada di dalamnya terbagi menjadi empat, yaitu pengelolaan keuangan, akuntansi, penagihan dan pergudangan. Tanggung jawab departemen ini secara umum adalah mengelola keuangan dengan cara membuat pelaporan aktivitas keuangan perusahaan, merencanakan anggaran belanja perusahaan, menangani sistem pembayaran dari pelanggan dan mengelola pergudangan, baik pergudangan produk jadi maupun bahan baku.

3. Departemen Produksi/Teknik

Secara umum tugas pada departemen ini adalah merawat fasilitas produksi, merancang pola kerja dan aktivitas teknis di dalam proses produksi serta, membuat gambar teknik dari produk yang akan diproduksi serta melakukan perencanaan dan penjadwalan produksi perusahaan.

4. Departemen Pemasaran

Fungsi utama dari departemen ini adalah melakukan pengujian-pengujian untuk menembus pasar baru, membuat dan mengelola rencana penjualan pada konsumen dan menjaga loyalitas pelanggan.

5. Supervisi logistik

Bagian ini merupakan bagian khusus yang langsung ditangani oleh Direktur meskipun bukan sebuah departemen. Bagian logistik ini bertugas untuk melakukan komunikasi kepada pemasok *material* ke perusahaan dan menyiapkan beberapa alternatif yang sudah sesuai dengan kriteria

perusahaan. Bagian ini berhubungan langsung dengan direktur dengan tujuan untuk memperpendek alur informasi, karena pemilihan *supplier* dilakukan oleh direktur secara langsung.

#### 4.2 Penentuan Produk Amatan

Produksi utama PT Loka Refractories adalah bahan tahan api dengan bentuk bata dan semen, dimana kedua kategori tersebut biasa disebut *formed refractories* (Batu Tahan Api) dan *unformed refractories*. Berikut merupakan penjelasan untuk masing-masing kategori produk.

- *Formed Refractories* (Batu Tahan Api)

Produk dengan kategori ini berbentuk seperti batu dengan berbagai model dan ukuran yang berbeda-beda. Untuk kategori produk ini, perusahaan mampu memproduksi tujuh jenis produk, yaitu

1. Fire Clay Bricks
2. High Alumina Bricks
3. Ladle Bricks
4. Magnesia Bricks
5. Insulating Firebricks
6. High Silica Bricks
7. Silicon Carbide Bricks

Di dalam perusahaan, pembagian jenis produk didasarkan pada kemampuan batu dalam menahan temperatur bakar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh jenis senyawa penyusunnya. Sehingga di dalam perusahaan istilah yang sering digunakan adalah SK (Shuttle Kiln) dan kode mutu batu. Beberapa kode untuk jenis produk yang digunakan adalah SK 26, 32, 34, 36, 38, 40 dan batu khusus dengan kode “*sic*” untuk jenis batu *silicon bricks*. Semakin tinggi angka mutu produk, maka semakin tinggi kemampuan batu dalam menerima temperatur bakar.

- *Unformed refractories*

Produk dengan kategori ini berbentuk semen dengan jenis produk, yaitu

1. Castable Refractories

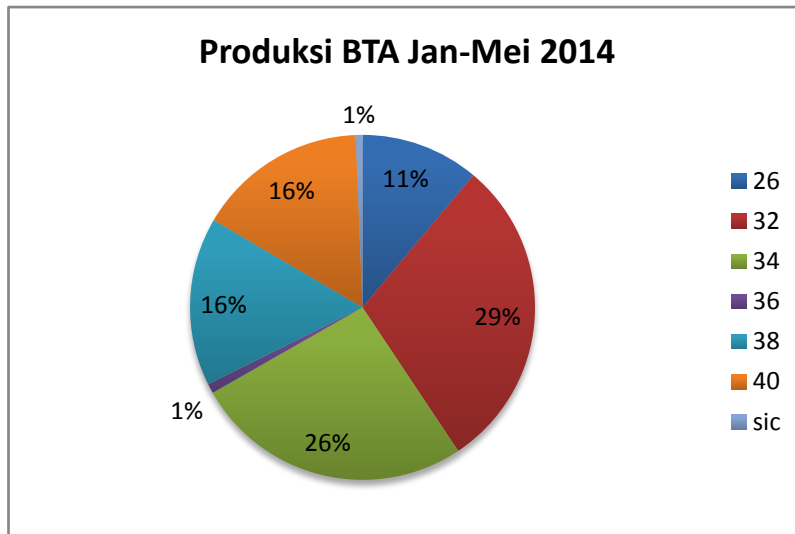
2. Castable *Materials*
3. Gunning *Materials*
4. Ramming *Materials*
5. Ramming Oil
6. Plastic Refractories
7. Refractories Mortar

Penelitian yang dilakukan fokus pada *formed refractories* (batu tahan api) karena dari pengamatan awal permasalahan yang muncul berasal dari proses produksi batu tahan api.

Tabel 4.1 Total Produksi Batu Tahan Api Jan-Mei 2014

No.	Jenis Barang	SK	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Total
			Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	Shuttle Kiln	
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
	<b>BTA</b>							
1	Silica Brick	26	23024.00	25278.00	0.00	0.00	0.00	48302.00
2	Chamotte Brick	32	24554.6	7246.20	40952.40	33656.50	21942.60	128352.30
3	Chamotte Brick	34	39166.40	10959.60	19827.80	14215.80	29305.10	113474.70
4	Chamotte Brick	36	31.90	1652.00	1115.60	1064.00	0.00	3863.50
5	Chamotte Brick	38	2956.60	18370.80	26401.70	2327.00	18599.70	68655.80
6	Chamotte Brick	40	20637.30	21883.8	7400	9087.00	10250.00	69258.10
7	Silicon Brick	sic	0.00	0.00	0.00	1421.20	1320.00	2741.20
<b>Total</b>			<b>110370.80</b>	<b>85390.40</b>	<b>95697.50</b>	<b>61771.50</b>	<b>81417.40</b>	<b>434647.60</b>

Dari Tabel 4.1 diketahui bahwa total produksi selama 5 bulan adalah 434,647 kg batu tahan api dengan total produksi tertinggi pada bulan Januari, yaitu sebesar 110,370.8 kg. Untuk rekap jenis produk yang paling kritis untuk dilakukan perbaikan maka akan ditampilkan di *pie chart* di bawah ini



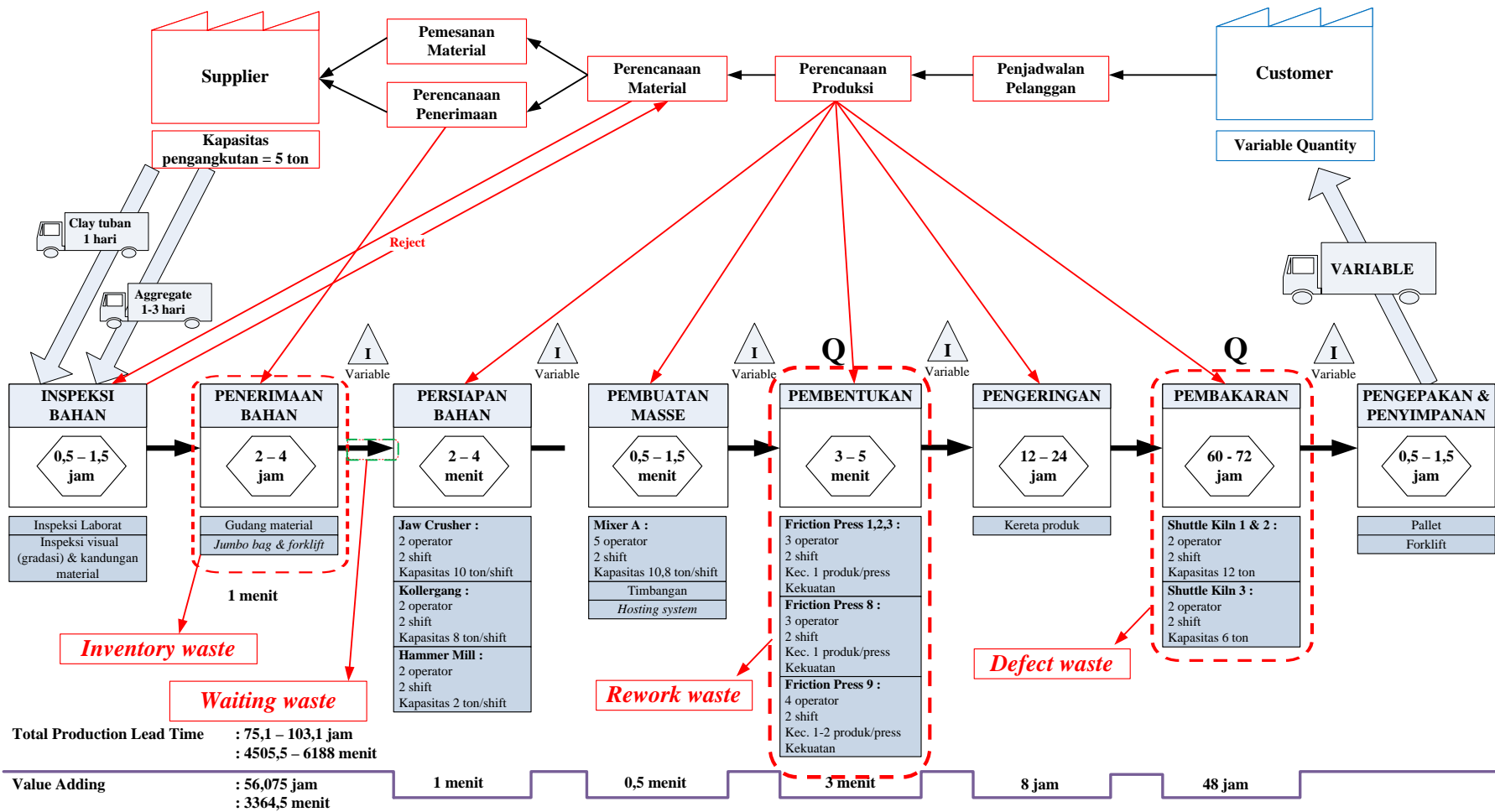
Gambar 4.2 Produksi Semua Jenis Batu Tahan Api Jan-Mei 2014

Berdasarkan Gambar 4.2 diketahui bahwa jenis produk batu tahan api yang mempunyai kontribusi terbesar dalam produksi perusahaan adalah produk SK-32. Produk ini di produksi sekitar 29% selama Jan-Mei 2014. Batu SK-32 merupakan kategori mutu batu dengan kelas medium dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Salah satu jenis *fireclay brick*
- Berat jenis : 2,0-2,2 ( $\text{gr/cm}^3$ )
- Prositasi : 20-22%
- Kuat tekan : 7200 ( $\text{kg/cm}^3$ )
- Ketahanan api terhadap beban : 1350
- Komposisi kimia :  $> 32\% \text{ Al}_2\text{O}_3$  dan  $< 65\% \text{ SiO}_2$
- Aplikasi : Umum

#### 4.3 *Big Picture Mapping*

Penggambaran proses bisnis perusahaan secara keseluruhan pada kondisi sekarang adalah dengan menggunakan *Big Picture Mapping*. Dengan menggunakan *tools* ini, penggambaran untuk aliran informasi dan aliran fisik dari proses produksi PT Loka Refractories akan jelas.



Gambar 4.3 Big Picture Mapping Proses Produksi BTA SK-32



Dari gambar 4.3 di atas diketahui aliran informasi dan *material* dari datangnya *customer order*, proses perencanaan perusahaan, *order* ke *supplier* hingga *material* diproduksi dan dikirim ke pelanggan. *Supplier* bahan baku perusahaan ada dua jenis, yaitu *supplier material grog (aggregate)* dan *material clay*. Dimana masing-masing *supplier* memiliki lama waktu pengiriman yang berbeda, namun dengan jenis alat transportasi yang sama yaitu truk dengan kapasitas 8 ton. Jenis *material aggregate* terdiri dari *phiropilite* dan kaolin belitung dengan waktu pengiriman berkisar antara 1 hingga 3 hari. Sedangkan untuk *material clay*, perusahaan menyuplai *clay tubandengan* lama pengiriman 1 hari.

#### 4.3.1 Aliran Informasi Proses Produksi

Kondisi eksisting aliran informasi produksi batu tahan api di perusahaan digambarkan sesuai dengan gambar 4.5. Pihak yang digambarkan dalam aliran informasi ini adalah PT Loka *Refractories*, *supplier* dan *customer*. Dimana bagian di dalam perusahaan yang terlibat adalah gudang produk jadi & *material*, *marketing*, PPC (*Production Planning Control*), Logistik, *Purchasing* dan Laborat. Berikut ini merupakan penjelasan aliran informasi yang terjadi sesuai kondisi eksisting di perusahaan.

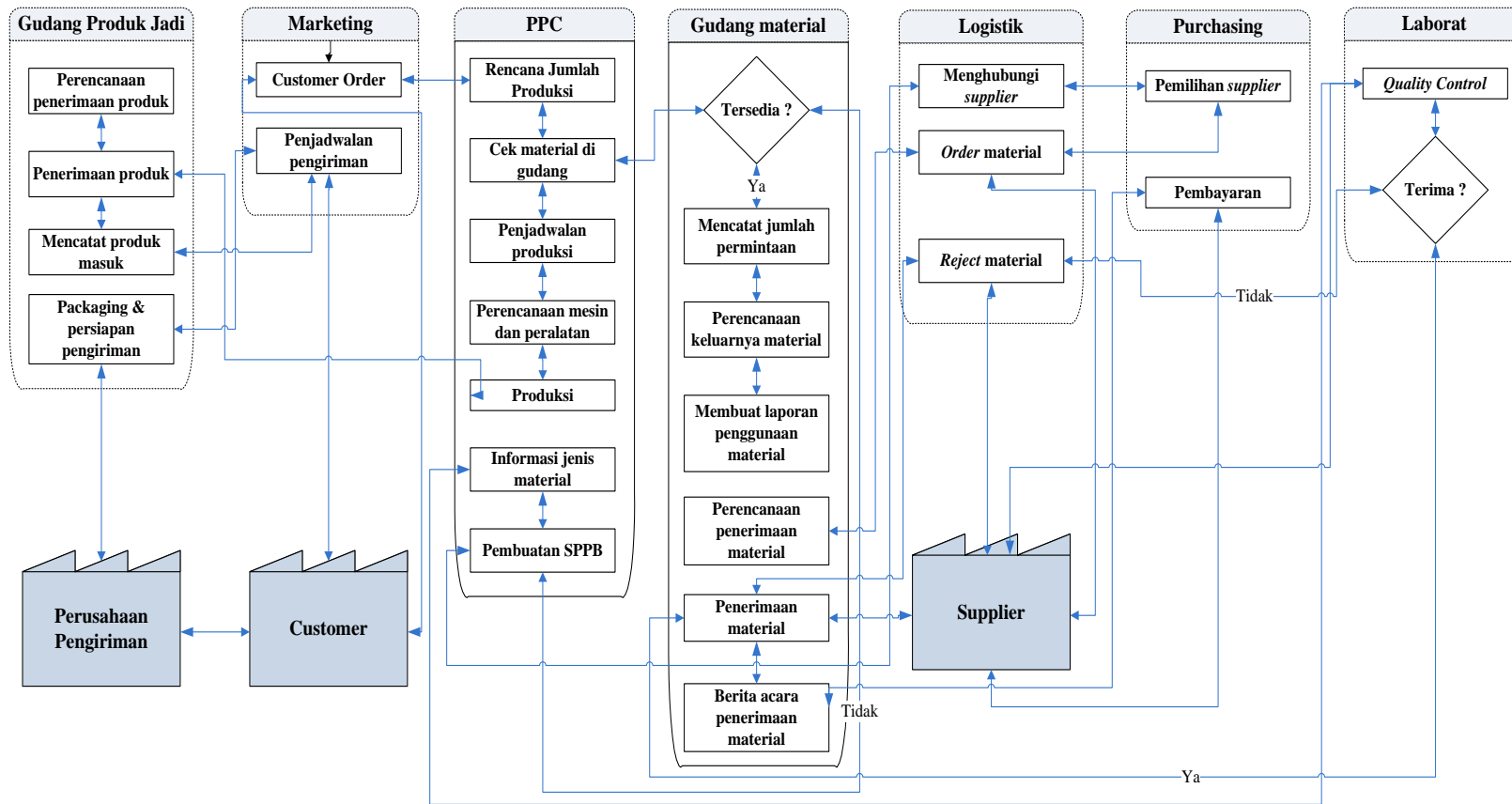
1. *Order* dari pelanggan di terima oleh bagian *marketing*, yang selanjutnya diteruskan pada bagian perencanaan atau PPC. Departemen PPC bertugas memutuskan apakah permintaan diterima atau tidak berdasarkan kondisi mesin dan peralatan produksi, *material* yang tersedia, jadwal produksi yang telah dibuat dan kemampuan operator.
2. Ketika *order* diterima, maka bagian *marketing* memberikan konfirmasi kepada *customer*. Sedangkan PPC mulai membuat perencanaan produksi. Perencanaan produksi dimulai dari penentuan jumlah produksi batu tahan api yang akan diproduksi. Departemen ini umumnya mempersiapkan jumlah produksi lebih besar dibandingkan jumlah *order* yang diterima, hal ini dilakukan untuk mengantisipasi adanya produk *defect* (afal). Persentase penambahan jumlah produksi ditentukan berdasarkan tingkat kesulitan memproduksi batu tahan api yang dipesan. Perencanaan yang

lain adalah penjadwalan produksi dan perencanaan mesin & peralatan produksi. Perencanaan ini diperlukan agar penanggung jawab pada lantai produksi bisa mempersiapkan *resources* nya dalam melakukan aktivitas produksi.

3. Aktivitas yang berhubungan erat dengan perencanaan jumlah produksi adalah mempersiapkan *material* yang akan digunakan. Informasi banyaknya *material* yang dibutuhkan akan digunakan untuk melakukan pengecekan *stock material* di dalam gudang. Jika *material* tersedia, maka penanggung jawab gudang membuat perencanaan pengeluaran *material* dari gudang dan membuat laporan penggunaan *material*. Namun jika *material* tidak tersedia maka, penanggung jawab gudang harus segera memberikan informasi kepada bagian PPC untuk melakukan permintaan *material* kepada bagian logistik.
4. Sebelum bagian logistik melakukan *order material* pada *supplier*, terdapat beberapa mekanisme yang harus dilakukan. Mekanisme pertama adalah bagian PPC perlu membuat surat permintaan *material* atau SPPB. SPPB ini diperlukan sebagai tanda bukti kepada manajemen bahwa telah terjadi kekurangan *material* pada gudang. Berdasarkan jumlah *material* yang tertulis pada surat pengajuan, maka mekanisme selanjutnya adalah bagian logistik menghubungi beberapa *supplier* yang tercatat pada *data base* untuk memastikan kesanggupan pemenuhan jumlah *order material* dari perusahaan. Mekanisme terakhir adalah pemilihan *supplier* oleh bagian *purchasing* berdasarkan pertimbangan harga *material* dan mekanisme pembayaran yang ditawarkan oleh *supplier*.
5. *Supplier* mengirimkan *material* sesuai dengan jadwal pengiriman yang ditentukan oleh perusahaan. Ketika *material* tiba di perusahaan, Laborat melakukan *quality control* sesuai dengan spesifikasi *material* yang dibutuhkan oleh bagian PPC. Ketika *material* tidak lolos *quality control*, maka pihak logistik bisa melakukan pembatalan penerimaan *material*.
6. Ketika *material* lolos dari *quality control*, maka bisa dilakukan penerimaan oleh bagian gudang *material* dan dilakukan proses pembayaran oleh bagian *purchasing* ketika *material* telah masuk semua ke dalam gudang.

Penanggung jawab gudang bertugas membuat berita acara penerimaan *material* sebagai tanda bukti bahwa *material* telah masuk ke dalam gudang.

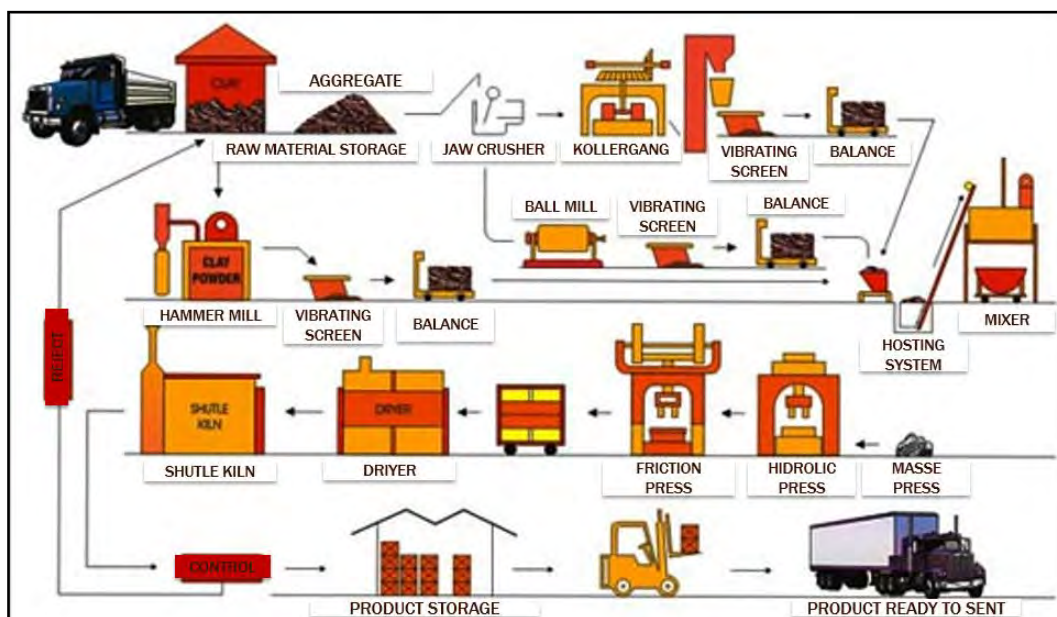
7. Penanggung jawab gudang perlu membuat laporan penggunaan *material* yang dikeluarkan untuk keperluan produksi, sehingga informasi tentang *stock material* di gudang terus terbaharui.
8. Ketika produksi batu tahan api selesai dilaksanakan, maka gudang produk jadi bisa melaksanakan penerimaan produk ke dalam gudang. Penanggung jawab gudang bertugas untuk mencatat jumlah produk yang masuk ke dalam gudang, sehingga bagian *marketing* bisa melakukan perencanaan pengiriman produk pada *customer*.
9. Setelah didapatkan jadwal pengiriman produk pada *customer*, maka bagian *marketing* bisa memberikan instruksi kepada bagian gudang untuk melakukan *packaging* dan persiapan pengiriman.



Gambar 4.4 Aliran Informasi Produksi Batu Tahan Api BTA SK-32

### 4.3.2 Aliran Fisik Proses Produksi

Untuk menggambarkan aliran fisik atau aliran *material* pada proses produksi batu tahan api maka dibutuhkan sebuah gambar aliran produksi lebih detail dari BPM yang sudah dibuat sebelumnya. Gambar aliran produksi ini lebih detail menggambarkan mesin-mesin yang digunakan serta hubungan masing-masing mesin dalam mengolah *material* yang digunakan. Berikut ini merupakan gambar aliran proses produksi batu tahan api di perusahaan.



Gambar 4.5 Aliran Fisik PT Loka Refractories

Berdasarkan gambar 4.5 di atas, maka berikut ini penjelasan aktivitas yang terjadi pada masing-masing mesin terkait dengan aliran *material* yang terjadi di dalamnya.

#### 1. Raw Material Storage

Dalam produksi batu tahan api jenis SK-32, *material* utama yang digunakan adalah *clay tuban* dan *phiropilite*. Kedua *material* ini disimpan pada gudang *material* yang sama, hanya dipisahkan peletakannya. Dalam penyimpanan kedua jenis *material* ini tidak digunakan wadah khusus, hanya perlu meletakkan *material* pada area yang telah ditentukan.

Gudang *material* ini juga tidak sepenuhnya tertutup dinding dan atap, sehingga ada *material* yang harus terkena hujan dan sinar matahari secara langsung jika *material* tersebut tidak mendapatkan tempat. Untuk memindahkan *clay tuban* dan *phiropilite* mendekati pada mesin, digunakan *jumbo bag* sebagai wadah dan *forklift* sebagai *material handling*.

## 2. Jaw Crusher

Mesin ini digunakan untuk menghancurkan *phiropilite* menjadi pecahan batu berukuran kecil. Prinsip kerja mesin ini adalah mencacah bongkahan *material* menjadi ukuran yang lebih kecil. Untuk mengoperasikan mesin ini dibutuhkan dua orang operator dengan aktivitas yang sama untuk kedua operator, yaitu memasukkan *phiropilite* ke dalam ruang penghancur pada mesin dan mengangkat *phiropilite* yang sudah dihancurkan ke dalam *jumbo bag*. Kecepatan produksi standar mesin ini adalah 10 ton per shift. Namun karena mesin ini beroperasi secara manual, maka kecepatan produksinya sangat bergantung pada langkah kerja serta kecepatan kerja dari operator.

## 3. Kollergang

Mesin ini merupakan mesin yang digunakan untuk menghaluskan *material phiropilite* yang sudah dihancurkan oleh Jaw Crusher. Dimana untuk memindahkan *material* dari Jaw Crusher ke mesin ini dibutuhkan bantuan *forklift*. Prinsip kerja mesin ini adalah menggerus pecahan *phiropilite* menggunakan dua batu *grinding* berukuran besar. Dari mesin ini bisa didapatkan *material* dengan beberapa ukuran kehalusan, sehingga untuk memisahkannya dipasang beberapa ukuran saringan (*vibrating screen*) pada tempat keluarnya *material* dari mesin kollergang ini. Mesin ini dipoperasikan oleh dua orang operator, seorang operator bertugas memasukkan *material* ke dalam mesin dan seorang lagi bertugas untuk mengangkat hasil penghalusan ke atas *vibrating screen*. Dalam satu *shift* kerja, mesin ini mampu menghasilkan *output* 8 ton *material* dengan berbagai ukuran kehalusan.

## 4. Hammer Mill

Hammer mill ini berfungsi untuk menghancurkan *clay tuban* menjadi serbuk halus. Mesin ini dioperasikan oleh seorang operator di bagian depan untuk memasukkan *material* ke dalam mesin dan seorang operator untuk memindahkan *material* yang sudah halus dari bak penampung ke dalam *jumbo bag*. Kecepatan produksi hammer mill ini cukup rendah yaitu 2 ton *clay tuban* per shiftnya.

#### 5. Hosting System

Hosting system ini merupakan sebuah wadah sebagai penampung sementara *material* yang akan dicampurkan pada mesin *mixer*. *Clay tuban* dan *phiropilite* yang sudah dihaluskan serta beberapa bahan pembantu akan dimasukkan ke dalam mesin mixer secara bertahap agar tidak menggumpal. Oleh karena itu perlu *hosting system* sebagai wadah sementara untuk menampung *material* yang sudah ditimbang beratnya.

#### 6. Mixer

Mesin ini berfungsi untuk mencampurkan semua jenis bahan penyusun batu tahan api. Output pencampuran *material* pada mesin ini dinamakan *masse*. Perusahaan mempunyai dua mesin mixer, yaitu mixer A dan mixer B. Dalam memproduksi batu tahan api jenis SK-32, perusahaan menggunakan mixer A karena mempunyai kapasitas produksi yang lebih besar. Kecepatan produksi mesin ini adalah 10,8 ton *masse* per *shift*nya. Proses pembuatan *masse* (pencampuran bahan) terdiri dari dua aktivitas pada dua mesin yaitu *hosting system* dan mesin *mixer*, dengan operator berjumlah 5 orang. Rincian aktivitas operator pada proses ini adalah sebagai berikut : 3 orang operator bertugas menimbang bahan, 1 orang operator bertugas memasukkan bahan yang sudah ditimbang ke dalam *hosting system*, sedangkan 1 operator sisanya bertugas untuk memindahkan *jumbo bag* yang sudah terisi oleh *masse*.

#### 7. Friction Press

Friction press merupakan mesin yang digunakan untuk melakukan proses pembentukan *masse* menjadi batu tahan api. Untuk memproduksi batu tahan api jenis SK-32, mayoritas digunakan mesin *friction press* 1,2 dan 3 karena sangat jarang ditemui pesanan berupa batu bentuk untuk jenis batu

ini. Mesin *friction press* 1,2,3 merupakan mesin *press* ukuran kecil yang dimiliki oleh perusahaan. Prinsip kerja mesin ini adalah mengepres (menekan) *masse* yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan (*mould*) dengan menggunakan *head block* hingga *masse* tersebut menjadi padat seperti batu. Untuk mengoperasikan mesin ini dibutuhkan tiga orang operator, dimana operator pertama bertugas untuk menimbang *masse*, operator kedua mengoperasikan mesin *press* dan operator ketiga bertugas untuk mengeluarkan batu yang sudah dicetak. Untuk jenis mesin *press* jenis 1, 2 dan 3 ini, kecepatan produksinya adalah satu batu setiap siklus pengepresan.

#### 8. Driyer

Proses pengeringan (*driyer*) ini berfungsi untuk mengurangi kadar air di dalam batu yang sudah dicetak. Batu yang akan dikeringkan diletakkan pada kereta pengeringan dan diletakkan pada area terbuka selama 24 jam. Proses ini hanya memerlukan bantuan operator bagian pembakaran untuk memindahkan kereta yang sudah berisi batu tahan api ke tempat pengeringan.

#### 9. Shuttle Kiln

Shuttle Kiln ini merupakan mesin yang digunakan untuk melakukan proses pembakaran batu tahan api setelah dilakukan proses pengeringan. Proses pembakaran ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air di dalam batu, selain itu proses ini juga berfungsi untuk membentuk ketahanan panas dari batu. Untuk jenis batu SK-32, temperatur yang digunakan untuk membakar batu adalah 1350°C. Perusahaan memiliki 3 mesin pembakaran, Shuttle Kiln 1, 2 dan 3. Untuk melakukan pembakaran pada produk batu jenis SK-32, perusahaan menggunakan Shuttle Kiln 1. Dimana mesin ini menggunakan bahan bakar gas dan mempunyai kapasitas 12 ton. Untuk melakukan pembakaran, jumlah operator yang dibutuhkan adalah tujuh orang. Masing-masing operator bertugas untuk melakukan penyusunan (*staple*) batu pada kereta pembakaran. Sedangkan selama proses pembakaran berlangsung, tugas operator hanya melakukan pengecekan terhadap temperatur bakar *shuttle kiln*. Proses pembakaran batu tahan api



ini memerlukan waktu kurang lebih 3 hari. Dimana sebelum batu dikeluarkan, perlu dilakukan proses pendinginan di dalam *shuttle kiln* selama satu hari.

#### 10. Control

Tahap kontrol ini dilakukan untuk memisahkan produk *reject* (afal) dan produk yang baik. Tahap ini dilakukan ketika produk di keluarkan dari mesin *shuttle kiln* dan siap untuk dimasukkan ke gudang produk jadi. Sebenarnya aktivitas *quality control* ini dilakukan pada setiap proses dalam memproduksi batu tahan api, namun tahap ini tetap dilakukan di akhir untuk mengantisipasi adanya produk afal yang tidak terdeteksi pada proses-proses sebelumnya. Beberapa jenis produk afal untuk batu tahan api adalah cacat dimensi, retak rambut, cuil/pecah dan flek hitam.

#### 11. Product Storage

Langkah terakhir dari produksi batu tahan api ini adalah memasukkan produk ke dalam gudang produk jadi. Namun sebelumnya batu tahan api tersebut sudah disusun di atas palet sesuai jumlah yang telah ditentukan, sehingga di dalam gudang hanya perlu dilakukan pengepakan sesuai dengan jenis pengepakan yang diinginkan pelanggan.

### 4.4 Aktivitas Proses Produksi PT Loka Refractories

Dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai aktivitas yang terjadi di dalam proses produksi PT Loka Refractories. Di dalam proses produksi, setiap proses memiliki aktivitas yang berbeda-beda. Pada Tabel 4.2 akan dijelaskan mengenai aktivitas yang terjadi pada proses produksi BTA SK-32 berdasarkan SOP.

Tabel 4.2 Aktivitas dalam Proses Produksi

No.	Proses Produksi
<b>Persiapan Bahan</b>	
Jaw Crusher	Aktivitas
1	Mengangkat grog (aggregate) mendekati mesin
2	Menyalakan mesin
3	Mengecek apakah mesin berfungsi dengan baik
4	Memasukkan grog pada mesin

No.	Proses Produksi
5	Menghancurkan grog
6	Mematikan mesin
7	Memindahkan grog yang sudah dihancurkan ke dalam jumbo bag
8	Membersihkan mesin
<b>Kollergang</b>	<b>Aktivitas</b>
1	Mengangkat bahan (grog setengah halus) mendekat pada mesin
2	Menyalakan mesin
3	Mengecek apakah mesin berfungsi dengan baik
4	Memasukkan bahan pada mesin
5	Penghalusan bahan
6	Mematikan mesin
7	Memindahkan grog halus ke dalam jumbo bag
8	Membersihkan mesin
<b>Hammer Mill</b>	<b>Aktivitas</b>
1	Mengangkat clay mendekat pada mesin
2	Menyalakan mesin
3	Mengecek apakah mesin berfungsi dengan baik
4	Memasukkan clay pada mesin
5	Penghancuran clay
6	Mematikan mesin
7	Memindahkan clay halus ke dalam jumbo bag
8	Membersihkan mesin
<b>Pembuatan Masse</b>	
	<b>Aktivitas</b>
1	Cek timbangan (dinolkan)
2	Menimbang bahan baku
3	Menimbang bahan pembantu
4	Menjalankan mesin mixer
5	Membersihkan mesin
6	Memasukkan aggregate ke dalam silo
7	Mengangkat aggregate ke dalam mixer A
8	Mengalirkan air ke dalam silo sebagai campuran bahan
9	Memasukkan bahan pembantu
10	Memasukkan clay ke silo
11	Memasukkan kaolin ke silo
12	Mengangkat clay ke mixer A
13	Mengangkat kaolin ke mixer A
<b>Pembentukan</b>	
Friction press	<b>Aktivitas</b>

No.	Proses Produksi
1-3	
1	Memeriksa mesin
2	Menjalankan mesin
3	Mempelajari petunjuk dan gambar kerja
4	Menyaring masse dengan saringan 6 mm
5	Memasukkan masse ke bak penampung (hosting system)
6	Menimbang masse
7	Memberi minyak pelicin (minyak sofut + solar) pada cetakan
8	Memasukkan dan meratakan masse pada cetakan
9	Memasang kertas di atas masse
10	Menekan handle press tahap pertama
11	Menekan handle press tahap kedua
12	Menekan handle press tahap ketiga
13	Memeriksa hasil pengepresan
14	Memindahkan hasil yang baik ke kereta pengeringan
15	Mencatat hasil ke dalam Buku Laporan
16	Membersihkan mesin dan peralatan
<b>Pengeringan</b>	
	Aktivitas
1	Memindahkan hasil pengepresan ke tempat pengeringan
2	Mengeringkan hasil pengepresan
<b>Pembakaran</b>	
Shuttle Kiln	Aktivitas
1	Mengecek bahan bakar shuttle kiln
2	Menyusun Batu Tahan Api pada kereta pembakaran
3	Memberi pasir kwarsa pada tiap lapisan BTA
4	Memasang seger kekel
5	Memberikan kaowool di setiap sambungan kereta
6	Menutup pintu shuttle kiln
7	Menyalakan blower
8	Menyalakan burner tahap pertama
9	Menyalakan burner tahap kedua
10	Menyalakan burner tahap ketiga
11	Menyalakan burner tahap keempat
12	Mencatat suhu trayek bakar setiap jamnya dalam Form Shuttle Kiln
13	Mengontrol suhu lewat Thermo control
14	Mengontrol seger kekel dari spy hole
15	Mengontrol setting minyak selang

No.	Proses Produksi
16	Membuka skep suhu
17	Mematikan burner
18	Menutup skep
19	Membuka sebagian pintu SK ketika suhu 500 derajat Celcius
20	Membuka pintu dengan lebar ketika suhu 200 derajat Celcius
21	Mencatat hasil kerja dalam Form SK
22	Membersihkan mesin dan peralatan

#### 4.5 Activity Classification

Di dalam subbab ini akan dijelaskan mengenai klasifikasi dalam proses produksi. Klasifikasi ini terdiri dari proses *value added activity*, *non value added activity* dan *necessary non value added activity*. Di dalam proses produksi, setiap proses memiliki aktivitas yang berbeda-beda. Untuk itu setiap proses perlu dilakukan klasifikasi terhadap aktivitas-aktivitas untuk mengetahui aktivitas mana yang memberi nilai tambah dan aktivitas mana yang tidak memberi nilai tambah terhadap produk. Berikut klasifikasi aktivitas-aktivitas di dalam proses produksi. Pada Tabel 4.3 akan diklasifikasikan aktivitas-aktivitas yang terjadi pada proses produksi BTA SK-32 beserta keterangannya.

Tabel 4.3 Klasifikasi Aktivitas dalam Proses Produksi

No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Persiapan Bahan	VA	NNVA	NVA	
Jaw Crusher	Aktivitas				
1	Mengangkat grog (aggregate) mendekati pada mesin			v	Jarak terlalu jauh dan dan berulang
2	Menyalakan mesin		v		Memanaskan mesin sebelum digunakan
3	Mengecek apakah mesin berfungsi dengan baik		v		Mengetahui mesin siap digunakan
4	Memasukkan grog pada mesin		v		Material yang akan digunakan
5	Menghancurkan grog	v			Aktivitas utama dalam proses ini
6	Mematikan mesin		v		Menghemat energi saat tidak digunakan

No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Persiapan Bahan				
7	Memindahkan grog yang sudah dihancurkan ke dalam jumbo bag			v	Proses yang berulang karena kapasitas jumbo bag (50 kg) tidak sesuai dengan volume total grog halus
8	Membersihkan mesin		v		Perawatan
Kollergang	Aktivitas				
1	Mengangkat bahan (grog setengah halus) mendekat pada mesin			v	Jarak terlalu jauh dan dan berulang
2	Menyalakan mesin		v		Memanaskan mesin sebelum digunakan
3	Mengecek apakah mesin berfungsi dengan baik		v		Mengetahui mesin siap digunakan
4	Memasukkan bahan pada mesin		v		Material yang akan digunakan
5	Penghalusan bahan	v			Aktivitas utama dalam proses ini
6	Mematikan mesin		v		Menghemat energi saat tidak digunakan
7	Memindahkan grog halus ke dalam jumbo bag			v	Proses yang berulang karena kapasitas jumbo bag (50 kg) tidak sesuai dengan volume total grog halus
8	Membersihkan mesin		v		Perawatan
Hammer Mill	Aktivitas				
1	Mengangkat clay mendekat pada mesin			v	Jarak terlalu jauh dan dan berulang
2	Menyalakan mesin		v		Memanaskan mesin sebelum digunakan
3	Mengecek apakah mesin berfungsi dengan baik		v		Mengetahui mesin siap digunakan
4	Memasukkan clay pada mesin		v		Material yang akan digunakan
5	Penghancuran clay	v			Aktivitas utama dalam proses ini
6	Mematikan mesin		v		Menghemat energi saat tidak digunakan
7	Memindahkan clay halus ke dalam jumbo bag			v	Proses yang berulang karena kapasitas jumbo bag (50 kg) tidak sesuai dengan volume total grog halus
8	Membersihkan mesin		v		Perawatan
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	

No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Persiapan Bahan	12.5%	62.5%	25.0%	
<b>Persentase</b>		<b>12.5%</b>	<b>62.5%</b>	<b>25.0%</b>	
No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Pembuatan Masse	VA	NNVA	NVA	
	Aktivitas				
1	Cek timbangan (dinolkan)		v		Timbangan harus dalam keadaan normal
2	Menimbang bahan baku	v			Takaran volume harus sesuai
3	Menimbang bahan pembantu	v			Takaran volume harus sesuai
4	Menjalankan mesin mixer		v		Memanaskan mesin sebelum digunakan
5	Memasukkan aggregate ke dalam silo		v		Grog halus dimasukkan
6	Mengangkat aggregate ke dalam mixer A		v		Berulang-ulang mengangkatnya
7	Mengalirkan air ke dalam silo sebagai campuran bahan	v			Kadar air paling mempengaruhi proses pembuatan masse
8	Memasukkan bahan pembantu		v		Berulang-ulang prosesnya
9	Memasukkan clay ke silo		v		Berulang-ulang prosesnya
10	Memasukkan kaolin ke silo		v		Berulang-ulang prosesnya
11	Mengangkat clay ke mixer A		v		Berulang-ulang prosesnya
12	Mengangkat kaolin ke mixer A		v		Berulang-ulang prosesnya
13	Membersihkan mesin		v		Perawatan
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	
<b>Persentase</b>		<b>25.0%</b>	<b>83.3%</b>	<b>0.0%</b>	
No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Pembentukan	VA	NNVA	NVA	
Friction press 1-3	Aktivitas				
1	Memeriksa mesin		v		Inspeksi
2	Menjalankan mesin		v		Memanaskan mesin sebelum digunakan
3	Mempelajari petunjuk dan gambar kerja		v		Penting tapi lebih baik harus hafal petunjuknya
4	Menyaring masse dengan saringan 6 mm	v			Aktivitas utama
5	Memasukkan masse ke bak penampung (hosting system)		v		Memindahkan ke wadah

No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Persiapan Bahan				
6	Menimbang masse	v			Takaran harus sesuai
7	Memberi minyak pelicin (minyak sofut + solar) pada cetakan		v		Memudahkan proses berikutnya
8	Memasukkan dan meratakan masse pada cetakan		v		Berulang-ulang prosesnya
9	Memasang kertas di atas masse	v			Aktivitas utama
10	Menekan handle press tahap pertama	v			Aktivitas utama
11	Menekan handle press tahap kedua	v			Aktivitas utama
12	Menekan handle press tahap ketiga	v			Aktivitas utama
13	Memeriksa hasil pengepresan		v		Inspeksi
14	Memindahkan hasil yang baik ke kereta pengeringan		v		Berulang-ulang prosesnya
15	Mencatat hasil ke dalam Buku Laporan		v		Pencatatan masih manual
16	Membersihkan mesin dan peralatan		v		Perawatan
<b>Total</b>		<b>6</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	
<b>Persentase</b>		<b>37.5%</b>	<b>62.5%</b>	<b>0.0%</b>	
No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Pengeringan				
	Aktivitas	VA	NNVA	NVA	
1	Memindahkan hasil pengepresan ke tempat pengeringan		v		Berulang-ulang prosesnya
2	Mengeringkan hasil pengepresan	v			Aktivitas utama dan tergantung cuaca
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
<b>Persentase</b>		<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>0%</b>	
No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Pembakaran				
Shuttle Kiln	Aktivitas	VA	NNVA	NVA	
1	Mengecek bahan bakar shuttle kiln		v		Persiapan
2	Menyusun Batu Tahan Api pada kereta pembakaran		v		Menyusun hingga memenuhi kapasitas Shuttle Kiln
3	Memberi pasir kwarsa pada tiap lapisan BTA	v			Tidak lengket dan pembakaran merata
4	Memasang seger kekel		v		Pemberian tanda untuk proses pembakaran
5	Memberikan kaowool di setiap sambungan kereta		v		Agar kereta produk tersambung semua
6	Menutup pintu shuttle kiln		v		Untuk memulai proses pembakaran

No.	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Keterangan
	Persiapan Bahan				
7	Menyalakan blower		v		Untuk memulai proses pembakaran
8	Menyalakan burner tahap pertama	v			Aktivitas utama
9	Menyalakan burner tahap kedua	v			Aktivitas utama
10	Menyalakan burner tahap ketiga	v			Aktivitas utama
11	Menyalakan burner tahap keempat	v			Aktivitas utama
12	Mencatat suhu trayek bakar setiap jamnya dalam Form Shuttle Kiln		v		Defect sering ditemukan akibat aktivitas ini
13	Mengontrol suhu lewat Thermo control		v		Defect sering ditemukan akibat aktivitas ini
14	Mengontrol seger kekel dari spy hole		v		Untuk mengetahui tingkat kematangan produk
15	Mengontrol setting minyak selang		v		Proses pembakaran selesai
16	Membuka skep suhu	v			Aktivitas utama
17	Mematikan burner	v			Aktivitas utama
18	Menutup skep		v		Penyelesaian dalam proses pembakaran
19	Membuka sebagian pintu SK ketika suhu 500 derajat Celcius	v			Aktivitas utama
20	Membuka pintu dengan lebar ketika suhu 200 derajat Celcius	v			Aktivitas utama
21	Mencatat hasil kerja dalam Form SK		v		Inspeksi
22	Membersihkan mesin dan peralatan		v		Perawatan
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	
<b>Persentase</b>		<b>40.9%</b>	<b>59.1%</b>	<b>0.0%</b>	

Dari klasifikasi aktivitas-aktivitas yang terjadi di proses produksi dapat diketahui bahwa terdapat beberapa aktivitas yang masih tidak memberikan nilai tambah sama sekali terhadap produk. Berikut adalah hasil klasifikasi aktivitas-aktivitas yang terjadi.

Tabel 4.4 Rekap Masing-masing Aktivitas

No	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Jumlah
		VA	NNVA	NVA	
1	Persiapan bahan	3	15	6	24
2	Pembuatan masse	3	10	0	13
3	Pembentukan	6	10	0	16



No	Proses Produksi	Tipe Aktivitas			Jumlah
		VA	NNVA	NVA	
4	Pengeringan batu	1	1	0	2
5	Pembakaran	9	13	0	22
<b>Jumlah</b>		<b>22</b>	<b>49</b>	<b>6</b>	<b>77</b>
<b>Persentase</b>		<b>28.57%</b>	<b>63.64%</b>	<b>7.79%</b>	<b>100%</b>

Dari Tabel 4.4 diketahui bahwa sekitar 28,57% aktivitas di proses produksi adalah *value added activity*, 63,64% *necessary non value added activity* dan 7,79% *non value added activity*. Masih adanya aktivitas *non value added* sekitar 71.43% dan tidak memberikan nilai tambah untuk produk menyebabkan perusahaan harus melakukan peningkatan untuk mengurangi aktivitas tersebut karena tidak memberikan nilai tambah bagi perusahaan. Beberapa aktivitas *non value added* yang mengidentifikasi bahwa pada proses produksi terdapat *waste* adalah pada proses persiapan bahan, pembentukan dan pembakaran.

1. Proses persiapan bahan

Terdapat indikasi *waste excessive processing* dan *waiting* pada pemindahan *material* grog ke dalam jumbo bag dikarenakan banyaknya *material* tidak sebanding dengan volume satu karung sehingga memerlukan beberapa karung untuk memindahkan *material*.

2. Proses pembentukan

Terdapat indikasi *waste rework* saat aktivitas inspeksi dimana produk setengah jadi yang cacat dan masih bisa diperbaiki akan dihancurkan ulang untuk di-*rework*.

3. Proses pembakaran

Terdapat indikasi *waste waiting* dimana batu tahan api yang akan dibakar harus menumpuk dulu sampai kapasitas shuttle kiln terpenuhi. Terdapat *waste defect* juga saat setelah pembakaran, *waste defect* yang biasa terjadi adalah adanya flek hitam dan afal.

## **4.6 Identifikasi Waste**

Di dalam penelitian ini, identifikasi *waste* dilakukan terhadap sembilan *waste* yang terjadi. *Waste-waste* tersebut adalah *Defect, Overproduction, Waiting, Underutilizing employee, Inventory, Motion* dan *Excess processing*.

### **4.6.1 Defect**

Jenis pemborosan ini berhubungan dengan kualitas yang telah didefinisikan oleh PT Loka Refractories. Jenis *defect* yang terjadi bermacam-macam. Jenis *defect* tersebut bisa bertambah bergantung pada karakteristik cacat yang terjadi. Jenis cacat yang terjadi, yaitu:

- a. Rusak saat pembakaran
- b. Terdapat flek hitam pada produk

Jenis *waste* ini mempengaruhi karena di dalam proses produksi saat terjadi jenis pemborosan ini akan memproduksi ulang untuk memenuhi order yang kurang. Dengan memproduksi ulang dimana proses produksi akan dilakukan pada produksi berikutnya maka *lead time* dari proses pemenuhan order akan semakin panjang.

Pada saat pemenuhan order, produk yang baru keluar dari pembakaran tidak langsung dikirim namun dikirim ke gudang dulu untuk penyimpanan. Perusahaan melakukan inspeksi *defect* hanya saat proses keluar dari pembakaran, sedangkan apabila ada cacat produk di gudang perusahaan tidak memiliki catatan. Sehingga apabila ada kekurangan produk dalam pemenuhan order, perusahaan tidak memenuhi dari *inventory* namun harus memproduksi ulang.

### **4.6.2 Overproduction**

Jenis pemborosan ini berkaitan dengan produksi batu tahan api yang melebihi dari permintaan pelanggan. Berdasarkan pengamatan serta *brainstorming* dengan pihak perusahaan, diketahui bahwa kapasitas produksi perusahaan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas yang diperlukan untuk memenuhi permintaan pelanggan. *Waste* ini cukup tinggi jumlahnya karena dipengaruhi oleh *demand* yang tidak stabil. Ketika *demand* berada pada posisi cukup rendah maka perusahaan cenderung mengambil kebijakan untuk menambah jumlah produksi bulanan agar tenaga kerja dan fasilitas tetap beroperasi. Selain

itu, kebijakan tersebut dilakukan untuk memenuhi serta mengantisipasi permintaan pada bulan berikutnya sehingga masih terdapat kemungkinan produk akan terjual pada periode berikutnya atau tidak.

Berdasarkan kondisi tersebut maka akan timbul kerugian finansial terhadap perusahaan. Kerugian pertama adalah besarnya biaya produksi yang dikeluarkan perusahaan terhadap produk yang memberikan pendapatan pada perusahaan. Kerugian yang kedua adalah biaya tambahan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk memberikan perlakuan khusus terhadap produk tersebut, yaitu biaya *inventory*.

#### **4.6.3 Waiting**

Jenis pemborosan ini berkaitan dengan permasalahan di dalam produksi dimana mesin atau fasilitas produksi berhenti beroperasi karena aktivitas menunggu. Jenis *waste* ini mengakibatkan meningkatnya *lead time* dalam proses produksi sehingga waktu pengerjaan jadi meningkat. Jenis *waiting* yang teridentifikasi di proses produksi BTA SK-32 di PT Loka Refractories adalah *maintenance* mesin dan *downtime*.

*Downtime* terbagi menjadi dua, yaitu *unplanned downtime* dan *planned downtime*. Kedua jenis *downtime* ini pernah terjadi di perusahaan, dimana *planned downtime* terdiri dari aktivitas *preventive maintenance* seperti pelumasan mesin-mesin pada proses persiapan bahan, *set up* stampel dan *mould* pada mesin press dan *set up inner* pada mesin press. Sedangkan *unplanned downtime* terjadi karena aktivitas-aktivitas yang tidak direncanakan. Pada PT Loka Refractories besarnya *unplanned downtime* hanya terjadi karena kerusakan (*breakdown*) pada mesin. Untuk mengukur besarnya *downtime* yang terjadi di perusahaan maka bisa dihitung proporsi lamanya waktu *downtime* akibat *breakdown* terhadap waktu kerja standar mesin.

#### **1.6.4 Underutilizing Employee**

Jenis pemborosan ini termasuk dalam jenis *waste* yang timbul akibat tidak dipergunakannya pengetahuan, keterampilan dan kemampuan pekerja secara optimal. *Waste* jenis ini sangat sedikit ditemui di PT Loka Refractories terutama pada tenaga kerja di rantai produksi. Tenaga kerja produksi yang terdapat di PT

Loka Refractories mayoritas sudah berpengalaman menangani produksi perusahaan. Hal ini dikarenakan masa tugas yang cukup lama sehingga para tenaga kerja terampil dalam melakukan berbagai macam aktivitas produksi. Hal lainnya adalah karena PT Loka Refractories menerapkan *rolling* (perputaran) tenaga kerja antar masing-masing bagian di rantai produksi selama periode tertentu. *Rolling* sendiri dilakukan karena keterbatasan jumlah operator dan tingginya tingkat ketidakpastian *demand* antar periode.

#### **4.6.5 Inventory**

Jenis pemborosan ini berkaitan dengan permasalahan di gudang dan *forecast* dalam melakukan proses produksi. *Waste* ini mengakibatkan jumlah *inventory* yang tinggi sehingga bisa terdapat *lost opportunity cost*. Dalam melakukan proses produksi, PT Loka Refractories memiliki dua jenis *inventory*, yaitu *inventory raw material* dan *inventory* produk jadi. Perbandingan antara jumlah *inventory raw material* dengan *inventory* produk jadi dilihat berdasarkan *overproduction*.

#### **4.6.6 Motion**

Jenis pemborosan ini terjadi karena adanya gerakan berlebihan dari operator di rantai produksi sehingga menyebabkan kelelahan fisik pada operator tersebut. Pada perusahaan *waste* ini dapat terjadi karena mekanisme pengoperasian mesin yang masih konvensional dimana mesin-mesin yang ada termasuk mesin lama sehingga memerlukan banyak aktivitas dari operator. Aktivitas lainnya adalah pergi ke kamar kecil saat proses produksi berlangsung.

Berdasarkan *brainstorming* diketahui bahwa peluang terjadinya *waste* ini bisa diminimalkan dengan penambahan jumlah operator untuk tiap-tiap mesin dengan tujuan membagi beban aktivitas pemindahan *material* dengan operator lain.

#### **4.6.7 Excess processing**

Jenis pemborosan ini berhubungan dengan kualitas dimana saat dalam masa proses produksi, terdapat *rework* yang menyebabkan proses menjadi berulang dan *lead time* menjadi bertambah. Jenis *waste* ini biasanya dikaitkan

dengan jumlah waktu pengerjaan akibat *rework* maupun jumlah produk *rework* itu sendiri.

Pada perusahaan ini, jenis produk yang mengalami *rework* adalah produk setengah jadi dimana produk ini masih dapat diperbaiki serta konsumsi terhadap sumber daya perusahaan tidak terlalu tinggi.

#### **4.7 Pengukuran Waste Kritis terhadap Lead time Produksi Pelat**

Pengukuran *waste* dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data sekunder didapatkan dari PT Loka Refractories sedangkan data primer didapatkan dari hasil pengamatan langsung di lantai produksi. Pengukuran *waste* didasarkan atas frekuensi kejadian. Kemudian dilakukan pengukuran pengaruh terjadinya *waste* terhadap *lead time* produksi berdasarkan bobot tiap *waste* dengan menggunakan metode AHP (*expert judgment*). Kemudian tiga *waste* terkritis akan dilakukan pengukuran mengenai resiko biaya yang ditimbulkan.

##### **4.7.1 Pengukuran Waste Berdasarkan Frekuensi Kejadian**

Pengukuran *waste* dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan data-data perusahaan yang mendukung serta pengamatan langsung. Hasil kuantitatif ini akan menghasilkan prosentase kejadian *waste* dimana prosentase ini nantinya akan menjadi salah satu faktor penentu *waste* kritis. Berikut merupakan perhitungan setiap *waste*.

###### **4.7.1.1 Defect**

Pengukuran *waste defect* dilihat dari prosentase antara jumlah produk afal (rusak) dibandingkan dengan data total produksi. Data yang digunakan adalah data produksi bulan Januari-Mei 2014. Adapun perhitungan disajikan pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 *Waste Defect* yang Terjadi

Bulan	Pembakaran	
	Jumlah Afal	Produk Jadi
Januari	76	4619
Februari	362	2128
Maret	62	6665
April	48	9899
Mei	29	5739
Total	577	29050
Persentase	1.986%	

Berdasarkan Tabel 4.5 diatas, maka didapatkan frekuensi produk reject dibandingkan data total produksi adalah sebesar 1.986%.

Untuk kerugian finansialnya sendiri adalah berupa *loss sales* sebanyak produk SK-32 yang rusak. Dengan harga jual rata-rata Rp 10,000.00 maka perhitungan *loss sales* adalah sebesar Rp 10,000.00 x 577 biji = **Rp 5,770,000**

#### 4.7.1.2 Overproduction

Pengukuran *waste* overproduction dilihat dari prosentase data *overproduction* dibandingkan dengan data *order* di bulan Januari-Mei 2014. Adapun perhitungan disajikan pada Tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Perbandingan *Waste Overproduction* dengan Produk Jadi

Bulan	<i>Overproduction</i> (biji)	Produk Jadi (biji)
Januari	164	4695
Februari	1332	2490
Maret	212	6727
April	187	9947
Mei	162	5768
Jumlah	2057	29627
Prosentase	6.94%	

Berdasarkan Tabel 4.6 diatas, maka didapatkan frekuensi overpoduction dibandingkan *order* adalah sebesar 6.94%.

Besarnya kerugian finansial dikarenakan adanya biaya simpang tambahan untuk produk berlebih. Berdasarkan brainstorming dengan perusahaan, besarnya biaya simpan untuk setiap unit produk jadi adalah diasumsikan sebesar 5% dari harga produk.. Maka kerugian finansial untuk *waste* ini adalah sebesar 2057 biji x (Rp 10,000 x 5%) = **Rp 1,028,500.00**

#### 4.7.1.3 *Waiting*

Pengukuran *waste waiting* menggunakan data trouble dari proses yang ada dalam proses produksi batu tahan api di bulan Januari-Mei 2014. Proses yang teridentifikasi adalah proses penggilingan dan proses pembentukan. Adapun perhitungan disajikan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4.7 Frekuensi *Waste Waiting*

Bulan	Pembentukan	Penggilingan	Total/bulan (jam)	Total/hari (jam)	Prosentase <i>waiting</i>
Januari	17.00	2.17	19.17	0.64	2.66%
Februari	27.25	1.83	29.08	0.97	4.04%
Maret	18.50	1.50	20.00	0.67	2.78%
April	13.17	1.42	14.58	0.49	2.03%
Mei	17.75	2.00	19.75	0.66	2.74%
<b>Rata-rata <i>waiting</i></b>					<b>2.85%</b>

Berdasarkan Tabel 4.7 diatas, maka didapatkan frekuensi *waiting* sebesar 2.85%. Untuk biaya *waiting*, diasumsikan dalam 144 jam dapat membuat 12000 kg. Dengan berat rata-rata satu buah BTA SK-32 sebesar 4.42 kg maka produk yang harusnya dapat dihasilkan adalah sebanyak 2715 produk. Biaya *waiting* akan dihitung dari jumlah total waktu *waiting* dibandingkan dengan jumlah produk yang dapat dihasilkan.

144 jam x 60 = 8640 menit dengan asumsi dalam waktu 8640 menit dapat membuat 12000 kg produk, maka dibutuhkan 0.72 menit untuk membuat 1 kg produk.

Total waktu *waiting* adalah 6155 menit, dalam waktu *waiting* tersebut dapat membuat sekitar 8548.61 kg. Dari hasil tersebut diketahui bahwa rata-rata produk yang hilang setiap bulan adalah sebesar 8548.61 kg /5 = 1709.72 kg. Untuk jumlah produk yang hilang adalah sebesar 1709.72 kg / 4.42 = 387 unit.

Biaya yang hilang dihitung dengan menggunakan harga jual produk, total kehilangan biaya akibat *waste waiting* adalah sebesar 387 unit x Rp 10,000/unit = **Rp 3,870,000.00**

#### 4.7.1.4 Undertilizing Employee

Karena jenis *waste* ini sangat sedikit dijumpai di perusahaan maka tidak dilakukan perhitungan, selain itu permasalahan ini juga sudah mampu diatasi oleh perusahaan sehingga jenis *waste* ini tidak dianggap sebagai permasalahan yang mengganggu kualitas produksi perusahaan.

#### 4.7.1.5 Inventory

Pengukuran *waste inventory* didapatkan dengan menggunakan perbandingan penggunaan *raw material* dengan *inventory* saat itu. Data yang digunakan adalah data bulan Januari-Mei 2014. Adapun hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4.8 Jumlah *Waste Inventory*

	Produksi (Kg)	Inventory (Kg)
Rata-rata	25674.40	27367.40
Selisih	1693.00	
Prosentase	6.59%	

Berdasarkan Tabel diatas, frekuensi *inventory raw material* adalah sebesar 6.59%. ditambah dengan asumsi *overproduction* disimpan sebesar 6.94% maka besar *inventory* adalah 13.53%.

Tabel 4.9 Rekap Jumlah Produk yang Hilang Akibat *Inventory*

Bulan	Produksi (Kg)	Inventory (kg)	Produk yang hilang (biji)
Januari	23,056.40	26177.76	706
Februari	34,879.30	7725.20	0
Maret	27,657.40	43659.52	3620
April	18,794.50	35881.44	3866
Mei	23,984.40	23393.09	0
Total	128372	136837.01	8192
Rata-rata	25674.4	27367.40	1638

Kerugian finansial untuk jenis *waste* ini dihitung dari kemungkinan jumlah



produk yang hilang. Dengan berat rata-rata produk BTA SK-32 sebesar 4.42 kg. Dengan biaya simpan (*holding cost*) sebesar 5% dari harga produk maka biaya *inventory* adalah sebesar 8192 biji x (Rp 10,000.00 x 5%) = **Rp 4,096,000.00**

#### 4.7.1.6 Motion

Dari hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan, *motion* didefinisikan sebagai gerakan yang tidak termasuk ke dalam SOP yang telah tersedia, seperti pergi ke kamar kecil. Karena operator hanya menggunakan kamar kecil saat jam istirahat maka *waste* ini tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pemborosan yang ada di perusahaan. Permasalahan yang ditemukan pun juga terjadi di departemen produksi *unformed refractories*. Karena penelitian ini hanya fokus pada produksi Batu Tahan Api SK-32 (*formed refractories*) maka jenis *waste* ini tidak perlu dianalisa lebih lanjut

#### 4.7.1.7 Excess processing

Pengukuran *waste excess processing* dilakukan dengan menggunakan data jumlah aktivitas *rework*. Frekuensi terjadinya *rework* didapat dari perhitungan waktu kerja mesin untuk melakukan *rework* terhadap masing-masing jenis produk *defect*.. Adapun perhitungan disajikan pada Tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.10 Frekuensi *Waste Excess processing*

Mesin	Kec. Proses		Afal	Output	Waktu Kerja	
	kg per shift	kg per jam	Kg	Kg	Afal	Output
Jaw Crusher	10000	1250	2575.5	196143.7	2.06	156.91
Kollergang	8000	1000	2575.5	196143.7	2.58	196.14
Mixer	10800	1350	2575.5	196143.7	1.91	145.29
Friction Press	504	63	2575.5	196143.7	40.88	3113.39
Pengeringan	417	52.08	2575.5	196143.7	49.45	3766.20
Shuttle Kiln	1684	210.5	2575.5	196143.7	12.24	931.80
Total					109.11	8309.74
Prosentase					1.31%	

Berdasarkan Tabel 4.10, dibutuhkan kecepatan proses mesin per jam untuk mendapatkan waktu kerja mesin untuk melakukan *rework*. Data kecepatan proses per jam alah konversi dari kecepatan proses dari mesin per shift. Untuk

mendapatkan waktu kerja mesin jumlah produk afal/output dibagi dengan kecepatan proses mesin per jam. Sehingga prosentase total waktu adalah 1.31%

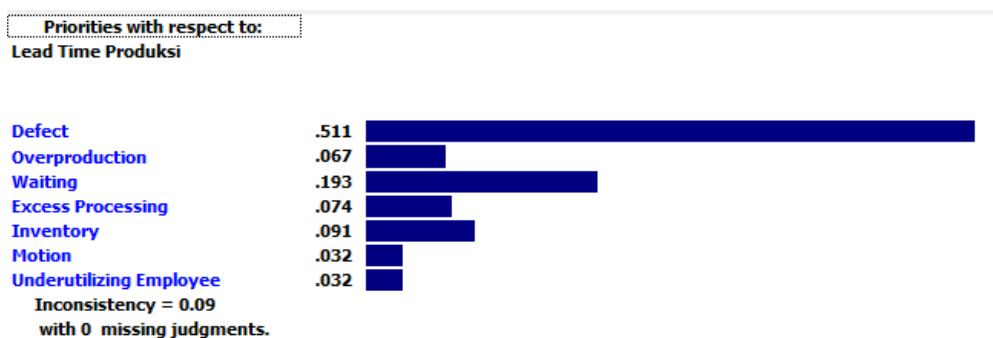
Untuk kerugian finansialnya sendiri adalah berupa *loss sales* dimana produk yang harusnya dapat menjadi produk jadi mengalami proses *rework* sehingga *loss sales* dengan 1 produk membutuhkan sekitar 4.42 kg adalah sebesar  $(2575.5 \text{ kg}/4.42) \times \text{Rp } 10,000.00 = \text{Rp } 5,826,923$

#### 4.7.2 Pengukuran Waste Berdasarkan Dampak Terhadap Lead time Produksi

Pengukuran *waste* berdasarkan dampak terhadap *lead time* produksi batu tahan api didapatkan dari frekuensi terjadinya *waste* dibandingkan dengan efek yang ditimbulkan akibat *waste* tersebut. Efek terhadap *lead time* produksi batu tahan api didapatkan dari pembobotan AHP dengan supervisor PPC. Adapun rekap pembobotan *waste* disajikan pada gambar dibawah ini.

	Defect	Overprodu	Waiting	Excess Pri	Inventory	Motion	Underutiliz
Defect		7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Overproduction			5.0	2.0	2.0	4.0	4.0
Waiting				4.0	3.0	5.0	5.0
Excess Proses					2.0	3.0	3.0
Inventory						3.0	3.0
Motion							1.0
Underutilizing	Incon: 0.09						

Gambar 4.6 Input AHP di *Software Expert Choice*



Gambar 4.7 Hasil Expert Judgment

Output AHP menunjukkan bahwa pengukuran pembobotan *waste* memiliki nilai inconsistency sebesar 0.09. Nilai ini lebih kecil dari 0.1 sehingga

memiliki tingkat konsistensi yang relatif tinggi dan bobot yang dihasilkan dapat digunakan dalam perhitungan.

Bobot produksi menunjukkan dampak tiap *waste* terhadap *lead time* produksi batu tahan api. Sehingga semakin besar bobot, maka semakin besar dampaknya terhadap *lead time* produksi.

Tabel 4.11 Pembobotan masing-masing *Waste*

<b>Waste</b>	<b>Bobot</b>
<i>Defect</i>	0.511
<i>Overproduction</i>	0.067
<i>Waiting</i>	0.193
<i>Underutilizing Employee</i>	0.032
<i>Inventory</i>	0.091
<i>Motion</i>	0.032
<i>Excess processing</i>	0.074

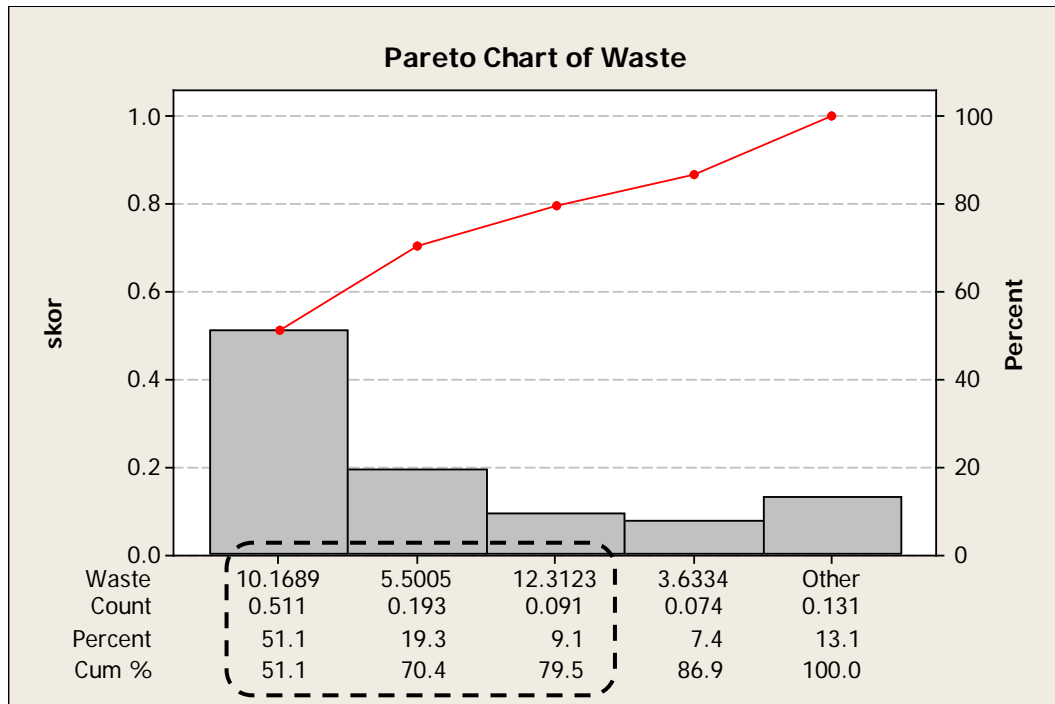
#### 4.7.3 Penentuan *Waste* Kritis

*Waste* kritis adalah *waste* yang memiliki efek dan frekuensi yang besar terhadap *lead time* produksi batu tahan api. Penentuan *waste* kritis berdasarkan *waste* yang memiliki nilai skor tertinggi dimana nilai ini merupakan hasil dari perkalian antara frekuensi terjadinya *waste* dengan efek yang diakibatkan terhadap *lead time* produksi.

Tabel 4.12 Penentuan *Waste* Kritis berdasarkan AHP

<b>Waste</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Bobot</b>	<b>Skor (x1000)</b>
<i>Defect</i>	1.99%	0.511	10.1689
<i>Overproduction</i>	6.94%	0.067	4.6498
<i>Waiting</i>	2.85%	0.193	5.5005
<i>Underutilizing Employee</i>	-	0.032	-
<i>Inventory</i>	13.53%	0.091	12.3123
<i>Motion</i>	-	0.032	-
<i>Excess processing</i>	1.31%	0.074	0.97

Dari Tabel diatas diketahui bahwa *waste* yang memiliki nilai tertinggi adalah *defect*. Sedangkan menurut konsep pareto 80/20, tiga *waste* kritis yang terpilih adalah *Defect, Inventory* dan *Waiting*.



Gambar 4.8 Pareto Chart dari Waste yang Terjadi

Sedangkan penentuan *waste* akibat kerugian yang ditimbulkan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Penentuan *Waste* Kritis Berdasarkan Kerugian Finansial

<i>Waste</i>	Kerugian yang Ditimbulkan (Rp)
<i>Defect</i>	5,770,000
<i>Overproduction</i>	1,028,500
<i>Waiting</i>	3,870,000
<i>Underutilizing Employee</i>	-
<i>Inventory</i>	4,096,000
<i>Motion</i>	-
<i>Excess processing</i>	5,826,923

Dari Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa *waste* yang menimbulkan kerugian finansial terbesar adalah *waste excess processing, defect* dan *waiting*. Maka *waste* yang harus dilakukan perbaikan adalah *waste defect, waiting* dan *inventory*.

## BAB 5

### ANALISIS DAN PERBAIKAN

Dalam bab 5 ini akan dilakukan analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya. Analisis dilakukan dengan mencari akar penyebab permasalahan dengan RCA untuk kemudian dibuat peringkat prioritas dengan FMEA. Setelah diketahui prioritas dari penyebab permasalahan kemudian dibuat alternatif perbaikan dan dipilih alternatif yang terbaik.

#### 5.1 Root Cause Analysis (RCA)

Untuk memudahkan mencari akar permasalahan dari *waste* paling berpengaruh terhadap kualitas produksi. RCA dibuat untuk masing-masing sub-*waste* dari *waste* paling berpengaruh.

##### 5.1.1 RCA Waste Defect

*Waste defect* terjadi saat setelah pembakaran. Pada *waste* ini biasanya jenis *waste* yang terjadi adalah rusak bakar ada yang karena timbul flek hitam dan ada juga yang karena pecah saat pembakaran. Adapun akar penyebab dari *defect* flek hitam dan pecah bakar disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 RCA Defect

Waste	Sub-waste	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5	
Defect	Rusak bakar	Flek hitam	Material tercampur dengan material lain	Kecerobohan operator memindahkan material			
				Tercampur sisa material lain	Tidak ada wadah khusus WIP terletak di area yang salah		
			Material grog (gragal) kotor	Peletakan material yang sembarangan	Tidak ada standar tempat peletakan di gudang		
					Tidak ada SOP yang mengatur tata letak material		

Waste	Sub-waste	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5	
			Pembakaran batu kurang sempurna	Temperatur bakar terlalu tinggi	Operator terlambat mematikan <i>burner</i>		
						Operator terlambat membuka pintu Shuttle Kiln	Terlambat <i>check</i> suhu Shuttle Kiln
				Bahan bakar kotor	Campuran residu terlalu tinggi	Kecerobohan operator	
		Pecah bakar	Batu retak saat stapel	<i>Quality control</i> kurang maksimal	<i>Quality control</i> tidak merata	Stapel melebihi kapasitas	
						Kecerobohan operator memindahkan <i>material</i>	Tidak ada SOP inspeksi untuk operator
				Pengeringan batu kurang maksimal	Ruangan terlalu lembab	Terkendala cuaca	
					Tidak menggunakan mesin		
					Pengeringan terlalu cepat	Penjadwalan produksi kurang tepat	

Dari Tabel 5.1 diketahui rata-rata akar penyebab permasalahan terjadi karena kecerobohan dari operator baik dari segi ketidakpatuhan terhadap peraturan dan SOP maupun dari segi karenan kurangnya standarisasi terhadap aktivitas yang kritis

### 5.1.2 RCA Waste Waiting

Jenis *waiting* yang menjadi fokus utama adalah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak (*downtime*). Diketahui juga bahwa mesin yang sering mengalami kegagalan adalah Kollergang 6A, Hammer Mill, FP-1 dan FP-3. Ditambah dengan asumsi *lead time* tinggi karena adanya *waiting* maka akan dilakukan analisis dengan menggunakan RCA untuk mengetahui akar permasalahan *waiting* yang tinggi. Adapun akar penyebab dari *waiting* yang tinggi disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 RCA *Waiting*

Waste	Sub-waste	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5		
<b>Waiting</b>	<i>Downtime</i> Pembentukan	FP-1 rusak	Stempel atas atau bawah rusak	Stempel atas putus	Mould tergenget oleh stempel	Posisi mould dan stempel kurang tepat Kecerobohan operator		
					Tekanan mesin tidak sesuai ketentuan	Set up oleh operator yang kurang tepat		
				Stempel atas retak atau cuil	Mould tergenget oleh stempel	Posisi mould dan stempel kurang tepat Kecerobohan operator		
				Kualitas material plendes buruk				
			Plendes (rumah poros ulir utama) aus	Gesekan plendes dan poros terlalu kasar	Pelumas kotor			
				FP-3 rusak	Stempel atas atau bawah rusak	Stempel atas putus	Mould tergenget oleh stempel	Posisi mould dan stempel kurang tepat Kecerobohan operator
							Tekanan mesin tidak sesuai ketentuan	Set up oleh operator yang kurang tepat
		Stempel atas retak atau cuil	Mould tergenget oleh stempel			Posisi mould dan stempel kurang tepat Kecerobohan operator		
		Kulit piringan kurang tepat	Roda piringan kurang tepat			Kulit piringan sudah tipis		
			Kulit piringan lepas		Tidak dilakukan pengecekan oleh operator	Tidak ada SOP pengecekan kulit piringan		
		Roda piringan kurang tepat			Setiap kerapatan roda dan kulit piringan kurang tepat	Kulit piringan sudah tipis		
			Tidak ada standar kerapatan roda dan kulit piringan					
		Pasokan oli tidak cukup	Kurang tekanan dari		As pompa oli aus	Gesekan gigi dan rumah		



Waste	Sub-waste	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5	
			untuk menggerakkan mesin	pompa oli (gir pom)		pompa terlalu kasar Oli sudah kotor	
			Baut stampel bawah putus	Tekanan mesin pres terlalu besar	Set up tekanan mesin salah	Kerobohan operator	
				Suaian baut dan lubang stampel terlalu longgar	Kecerobohan operator Baut sudah aus dan berkarat		
			Seal penahan oli aus	Tekanan oli yang diterima seal terlalu besar			
				Oli sudah tidak layak pakai	Oli yang dipompa kotor	Anggaran pengadaan oli terbatas	
	Downtime Penggilingan	Koll 6A rusak	Poros batu grinding aus	Terjadi gesekan yang terlalu kasar antara poros dan <i>bosch</i>	Kurang pelumasan	Jumlah persediaan pelumas sedikit	
					Debu masuk ke dalam <i>bosch</i>		
			<i>Bosch</i> (rumah poros) batu grinding pecah	Terjadi gesekan yang terlalu kasar antara poros dan <i>bosch</i>	Kurang pelumasan	Jumlah persediaan pelumas sedikit	
					Debu masuk ke dalam <i>bosch</i>		
			Saringan rusak atau buntu	Gesekan <i>material</i> dengan saringan	Lewatnya <i>material</i> pada saringan kurang tepat	Operator malas membersihkan saringan	
			Poros <i>bucket</i> (timba) aus	Gesekan poros dan <i>bosch</i> terlalu kasar	Kurang pelumasan	Jumlah persediaan pelumas sedikit	
					Debu masuk ke dalam <i>bosch</i>		
			<i>Bucket</i> aus	<i>Material</i> terlalu berat	<i>Material</i> terlalu basah	Kadar air yang dicampur terlalu tinggi	
			HM A Rusak	Palu penghancur <i>material</i> rusak (aus)	<i>Material</i> terlalu berat	<i>Material</i> melebihi kapasitas mesin	<i>Material</i> masuk terlalu cepat
						Saringan rusak atau buntu	Gesekan <i>material</i> dengan

Waste	Sub-waste	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5
				saringan	kurang tepat	saringan
		Mixer A	Pisau pengaduk <i>material</i> tumpul	Gesekan pisau dengan <i>material</i> terlalu kasar	Penggunaan pisau kurang tepat	
			Beering rusak	Gesekan beering dan poros terlalu kasar	Kurang pelumasan Debu masuk ke dalam beering	

Dari tabel 5.2 diketahui bahwa kebanyakan kerusakan mesin disebabkan karena kesalahan operator produksi maupun operator perbaikan.

### 5.1.3 RCA Waste Inventory

Berdasarkan perhitungan dan data dari perusahaan, diketahui bahwa jumlah *raw material* PT Loka Refractories terlalu banyak. Kemudian dilakukan analisis mengenai penyebab jumlah *raw material* yang berlebihan ini. Analisis dilakukan dengan menggunakan RCA untuk mengetahui akar permasalahan *inventory* yang berlebihan. Adapun akar penyebab dari *inventory raw material* yang berlebihan disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 RCA *Inventory*

Waste	Sub-waste	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5
<i>Inventory</i>	Raw <i>Material</i>	<i>Material</i> kurang baik	Tercampur dengan <i>material</i> lain	Peletakan kurang baik	Tidak ada standar peletakan <i>raw material</i> di gudang	
				Kecerobohan operator memindahkan <i>material</i>		
		<i>Quality control</i> kurang maksimal	Sampel yang diambil kurang mewakili jumlah <i>raw material</i>	Jumlah sampel sedikit		
		Jumlah yang berlebihan	Memesan langsung banyak	Tidak adanya <i>forecast</i> untuk jumlah produk batu tahan api		

Waste	Sub-waste	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5		
				Kebutuhan <i>material</i> tinggi	Kapasitas penyimpanan gudang besar			
				Service level ketersediaan <i>material</i> tinggi				
	Produk Jadi	Produksi yang berlebihan	Prosedur perusahaan		<i>Defect</i> yang cukup tinggi	<i>Material</i> yang digunakan kurang baik	<i>Material</i> tercampur dengan <i>material</i> lain	
						<i>Material</i> utama kotor	Peletakan <i>material</i> sembarangan	
			Produk rusak saat dikirim ke gudang	Menggunakan metode LIFO			Penumpukan dan peletakan yang kurang baik	Kecerobohan operator
							Perusahaan memprioritaskan produk yang terakhir datang untuk dikirim	
				Produk yang terletak dibawah rusak atau cuil	Kecerobohan operator dalam meletakkan produk			

Dari Tabel 5.3 diketahui bahwa akar penyebab permasalahan untuk *waste inventory* rata-rata adalah karena kecerobohan operator dalam meletakkan produk dan standarisasi yang masih kurang baik.

## 5.2 Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)

Setelah ditelusuri akar penyebab dari sub-*waste* kritis, kemudian dibuat FMEA untuk mengetahui prioritas perbaikan yang dapat dilakukan dengan melihat *Risk Priority Number* (RPN). Dalam pembuatan RPN, yang harus dilakukan adalah menentukan indikator dari *severity*, *occurance* dan *detection*.

### 5.2.1 Penentuan Severity, Occurance, Detection

Penentuan *severity*, *occurance* dan *detection* dilakukan untuk masing-masing. Adapun eliminasi dari *waste inventory* adalah dengan tujuan mengurangi jumlah *inventory raw material* sedangkan eliminasi *waste defect* dan *waiting* untuk tujuan mengurangi *lead time* produksi. Untuk penentuan *detection* didefinisikan untuk seluruh *waste* kritis. Untuk penentuan nilai *severity*, *occurance* dan *detection* menggunakan hasil *brainstorming* dengan *supervisor* PPC di PT Loka Refractories.

*Severity* dapat dikatakan sebagai tingkat pengaruh buruk terhadap *waste* yang terjadi. *Severity* merupakan langkah untuk menganalisis risiko dengan menghitung dampak akan mempengaruhi output proses. Semakin besar suatu kegagalan mempengaruhi output proses, maka semakin tinggi tingkat pengaruh buruknya (*severity*). Skala penilaian *severity* berada dalam range 1-10.

*Occurance* dapat didefinisikan sebagai peluang munculnya kegagalan atau kesalahan dari tiap jenis *waste* berdasarkan definisi *waste*. Skala dari *occurance* juga dalam range 1-10. *Occurance* setiap *waste* berbeda sehingga perlu didefinisikan dulu untuk masing-masing *waste*.

*Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan kegagalan yang akan terjadi. Pemberian nilai *detection* juga menggunakan skala 1-10. Pendefinisian nilai *detection* melibatkan pihak manajemen sehingga dapat diasumsikan nilai yang diberikan tidak bias.

### 5.2.2 Penghitungan Nilai RPN Waste Defect

Setelah dilakukan pendefinisian terhadap *severity*, *occurance* dan *detection*, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing *waste*. Untuk RPN *waste defect* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5. 4 *Occurance Waste Defect*

Effect	Occurance	Rating
Rendah	< 0.0007%	1
	0.0007%	2
	0.00067%	3
Sedang	0.05%	4
	0.25%	5

Effect	Occurance	Rating
	1.25%	6
Tinggi	5%	7
	12.50%	8
Sangat Tinggi	50%	9
	> 50%	10

Tabel 5.5 RPN Waste Defect

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Sev	Potential Cause	Occ	Control	Det	RPN
Defect	Muncul flek hitam pada produk akhir	Batu <i>reject</i> , banyak flek hitam pada batu karena <i>material</i> lain tidak mampu menahan temperatur bakar	5	Kecerobohan operator dalam memindahkan <i>material</i>	8	Pengawasan lapangan	4	160
				Operator kurang peduli kebersihan	7	Check list SOP		140
		Batu <i>reject</i> , warna batu tidak sesuai dengan spesifikasi, batu berwarna gelap dan banyak flek hitam	6	Tidak ada inspeksi <i>material</i>	7	Check list SOP	4	168
	Batu <i>reject</i> , batu hangus, batu berwarna terlalu gelap	6	Operator terlambat mematikan <i>burner</i>	6	Pengawasan lapangan	4	144	
			Terlambat <i>check</i> suhu Shuttle Kiln	6	Pengawasan lapangan	4	144	
	Pecah bakar	Batu retak saat stapel	6	Stapel melebihi kapasitas	5	Pengawasan lapangan	2	60
			6	Tidak ada SOP inspeksi untuk operator	6	Analisis lebih lanjut	4	144
		Pengeringan batu kurang maksimal	5	Terkendala cuaca	3	Visual	4	60
			5	Tidak menggunakan mesin	5	Visual	1	25
5			Penjadwalan produksi kurang tepat	4	Evaluasi perencanaan produksi	4	80	

Dari Tabel 5.5 diatas, cara mendapatkan nilai RPN adalah dengan menghitung nilai Severity x occurrence x Detection = Nilai RPN. Dengan interpretasi hasil di bawah ini.

Tabel 5.6 Range Nilai RPN untuk *Waste Defect*

Range	Keterangan
< 75	Rendah
76-150	Sedang
> 150	Tinggi

Contoh perhitungan untuk menghitung nilai RPN dari *waste defect* dapat dilihat pada tabel 5.7. Untuk dampak akibat batu reject karena warna batu tidak sesuai dengan spesifikasi x tidak ada inspeksi *material* x check list SOP dengan nilai yang termasuk tinggi sesuai dengan range dari nilai RPN.

Tabel 5.7 Contoh Perhitungan Nilai RPN

<i>Waste</i>	Potential Failure Mode	Potential Effect	Sev	Potential Cause	Occ	Control	Det	RPN
<i>Defect</i>	Muncul flek hitam pada produk akhir	Batu <i>reject</i> , warna batu tidak sesuai dengan spesifikasi, batu berwarna gelap dan banyak flek hitam	6	Tidak ada inspeksi <i>material</i>	7	Check list SOP	4	168

Dari perhitungan RPN untuk *waste defect*, didapatkan dua nilai RPN yang merupakan tertinggi sesuai dengan range untuk FMEA *defect waste*, dimana kedua nilai ini meliputi keseluruhan akar permasalahan penyebab *defect* yang terjadi.

### 5.2.3 Penghitungan Nilai RPN *Waste Waiting*

Setelah dilakukan pendefinisian terhadap *severity*, *occurrence* dan *detection*, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing *waste*. Untuk RPN *waste waiting* dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.8 Occurance Waste Waiting

Effect	Occurance	Rating
Rendah	Hampir tidak pernah terjadi dalam satu tahun	1
	Terjadi 1 kegagalan per tahun	2
	Terjadi 2 kegagalan per tahun	3
Sedang	Terjadi 3 kegagalan per tahun	4
	Terjadi 4 kegagalan per tahun	5
	Terjadi 5 kegagalan per tahun	6
Tinggi	Terjadi 20 kegagalan per tahun	7
	Terjadi 50 kegagalan per tahun	8
Sangat Tinggi	Terjadi 150 kegagalan per tahun	9
	Terjadi lebih dari 150kegagalan per tahun	10

Tabel 5.9 FMEA Waste Waiting

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Sev	Potential Cause	Occ	Control	Det	RPN
Waiting	(FP-1) Stempel atas atau bawah rusak	Stempel tergores dan cuil, batu yang di-press pecah dan produk menjadi reject	7	Posisi <i>mould</i> dan stempel kurang tepat	8	Pengawasan lapangan	4	224
				kecerobohan operator	8	Check list SOP	4	224
				Posisi <i>mould</i> dan stempel kurang tepat	7	Check list SOP	4	196
				kecerobohan operator	8	Check list SOP	4	224
	(FP-3) Stempel atas atau bawah rusak	Stempel tergores dan cuil, batu yang di-press pecah dan produk menjadi reject	7	Posisi <i>mould</i> dan stempel kurang tepat	8	Pengawasan lapangan	4	224
				kecerobohan operator	8	Check list SOP	4	224
Posisi <i>mould</i> dan stempel kurang tepat				7	Check list SOP	4	196	

<i>Waste</i>	<b>Potential Failure Mode</b>	<b>Potential Effect</b>	<b>Sev</b>	<b>Potential Cause</b>	<b>Occ</b>	<b>Control</b>	<b>Det</b>	<b>RPN</b>
				kecerobohan operator	8	Check list SOP	4	224
	(FP-3) Kulit piringan lepas	Gaya tekan mesin tidak maksimal, batu keropos dan tidak sempurna	6	Tidak ada SOP pengecekan kulit piringan	6	Check list SOP	4	144
	(Koll 6A) Saringan rusak (jebol)	Mase kasar dan halus tercampur	7	Operator malas membersihkan saringan	7	Check list SOP	4	196
	(HM A) Palu penghancur <i>material</i> rusak	<i>Material</i> tidak hancur dengan sempurna	8	<i>Material</i> masuk terlalu cepat	7	Pengawasan lapangan	4	224
	(HM A) Saringan rusak (jebol)	Mase kasar dan halus tercampur	7	Operator malas membersihkan saringan	7	Check list SOP	4	196
	Pengiriman <i>material</i>	Transfer <i>material</i> terhambat, <i>lead time</i> produksi bertambah	7	Layout yang kurang baik	6	Pengawasan lapangan	4	168
				Tidak ada anggaran pengadaan forklift	4	Visual	4	112
	Perpindahan produk jadi	Transfer produk jadi terhambat, menambah <i>lead time</i> produksi	7	Tidak ada anggaran pengadaan forklift	4	Visual	4	112



Dari Tabel 5.9 Diatas, cara mendapatkan nilai RPN adalah dengan menghitung nilai Severity x occurrence x Detection = Nilai RPN. Dengan interpretasi hasil di bawah ini.

Tabel 5.10 Range Nilai RPN untuk *Waste Waiting*

Range	Keterangan
< 90	Rendah
91-180	Sedang
> 180	Tinggi

Dari perhitungan RPN untuk *waste waiting*, didapatkan nilai tertinggi sesuai dengan range untuk *waste waiting*, yaitu untuk akar permasalahan posisi *mould* kurang tepat, operator malas membersihkan saringan dan *material* masuk terlalu cepat. Ketiga hal ini berakibat pada stempel tergores dan cuil hingga mengakibatkan produk cacat, mase kasar dan halus tercampur dan *material* tidak hancur dengan sempurna sehingga harus dilakukan penggantian terhadap mesin. Penggantian komponen dari masing-masing mesin ini memiliki pengaruh penambahan wasktu yang signifikan terhadap *lead time* produksi.

#### 5.2.4 Penghitungan Nilai RPN *Waste Inventory*

Setelah dilakukan pendefinisian terhadap *severity*, *occurance* dan *detection*, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) masing-masing *waste*. Untuk RPN *waste inventory* dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.11 *Occurance Waste Inventory*

Occurance	
Kemungkinan Kegagalan	Rating
<b>Hampir tidak mungkin</b>	1
Kegagalan mustahil/terkceil yang diharapkan	
<b>Sangat rendah</b>	2
Hanya kegagalan yang terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	
<b>Rendah</b>	3
Kegagalan yang terisolasi berkaitan dengan proses serupa	

Occurance	
Kemungkinan Kegagalan	Rating
<b>Sedang</b>	4
Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah yang besar	5
	6
<b>Tinggi</b>	7
Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang mengalami kegagalan besar	8
<b>Sangat tinggi</b>	9
Kegagalan hampir tidak bisa dihindari	10

Tabel 5.12 FMEA Waste Inventory

Waste	Potential Failure Mode	Potential Effect	Sev	Potential Cause	Occ	Control	Det	RPN	
<i>Inventory</i>	<i>Inventory Raw Material</i>	Jumlah berlebih	8	Ketidakpastian permintaan batu tahan api	10	Visual	5	400	
				Kapasitas penyimpanan di gudang yang besar	10	Visual	1	80	
				Service level ketersediaan raw material tinggi	10	Visual	1	80	
	<i>Inventory Produk Jadi</i>	Produk cacat di gudang	5	Produksi berlebih	6	Defect yang cukup tinggi	8	4	192
				Kecerobohan operator dalam meletakkan produk	10	Check list SOP	4	200	
				Prioritas pengiriman dengan metode <i>Last In First Out</i>	8	Check list SOP	4	160	

Dari Tabel 5.12 diatas, cara mendapatkan nilai RPN adalah dengan menghitung nilai Severity x occurance x Detection = Nilai RPN. Dengan interpretasi hasil di bawah ini.

Tabel 5.13 Range Nilai RPN untuk *Waste Inventory*

Range	Keterangan
< 100	Rendah
101-200	Sedang
> 200	Tinggi

Dari perhitungan RPN untuk *waste inventory*, didapatkan nilai RPN tertinggi sesuai dengan nilai range dengan akar permasalahan, yaitu ketidakpastian permintaan batu tahan api. Ketidakpastian ini menyebabkan perusahaan membuat stok yang banyak terhadap *inventory raw material*.

Adapun untuk keseluruhan akar permasalahan masing-masing *waste* disajikan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 RPN Keseluruhan *Waste*

<i>Waste</i>	<i>Sub-Waste</i>	<b>Akar Permasalahan</b>
<i>Defect</i>	Muncul flek hitam pada produk akhir	Kecerobohan operator dalam memindahkan <i>material</i>
		Tidak ada inspeksi <i>material</i>
<i>Waiting</i>	(FP-1) Stempel atas atau bawah rusak	Posisi <i>mould</i> dan stempel kurang tepat
	(Koll 6A) Saringan rusak (jebol)	Operator malas membersihkan saringan
	(HM A) Palu penghancur <i>material</i> rusak	<i>Material</i> masuk terlalu cepat
<i>Inventory</i>	<i>Inventory Raw material</i>	Ketidakpastian permintaan batu tahan api

Pada *waste defect*, akar permasalahan yang menjadi penyebab paling kritis adalah kecerobohan operator dalam memindahkan *material* serta tidak adanya inspeksi *material*. Kecerobohan operator ini disebabkan karena kurangnya standarisasi mengenai pemindahan *material* di lantai produksi. Tidak adanya inspeksi *material* juga disebabkan kurangnya operator untuk melakukan inspeksi maupun kurang terlatihnya operator yang ada saat ini.

Pada *waste waiting*, akar permasalahan yang menjadi penyebab paling kritis adalah posisi *mould* dan stempel kurang tepat, operator malas

membersihkan saringan dan *material* masuk terlalu cepat. Posisi *mould* dan stempel kurang tepat serta operator malas membersihkan saringan disebabkan kurangnya perawatan (*maintenance*) di perusahaan karena operator yang ada untuk melakukan *maintenance* terbatas dan operator tersebut juga yang termasuk ke dalam operator yang menjalankan mesin tersebut. Untuk *material* yang masuk terlalu cepat disebabkan oleh ketidakpatuhan operator terhadap SOP.

Pada *waste inventory*, akar permasalahan yang menjadi penyebab paling kritis adalah ketidakpastian permintaan batu tahan api. Ini menjadi penyebab *inventory* berlebih karena kapasitas produksi di PT Loka Refractories sangat besar dan tidak sebanding dengan permintaan yang ada.

Dari akar penyebab permasalahan yang telah ditemukan, maka akan dilakukan perbaikan dengan tujuan untuk meminimalisir *waste* yang terjadi sehingga dapat mengeliminasi *non value added activity*.

### 5.3 Langkah Perbaikan

Setelah diketahui akar permasalahan yang paling kritis melalui metode FMEA, selanjutnya adalah mengidentifikasi alternatif perbaikan yang akan dipilih untuk mengatasi akar permasalahan dari *waste* yang terjadi pada proses produksi. *Waste* yang terjadi terdiri dari jenis *waste defect*, *waiting* dan *inventory*. Pada Tabel 5.15 akan ditunjukkan setiap akar permasalahan kritis serta alternatif perbaikannya.

Tabel 5.15 Alternatif Perbaikan Terhadap Setiap Akar Permasalahan

<b>Waste</b>	<b>Sub-Waste</b>	<b>Akar permasalahan</b>	<b>Alternatif Perbaikan</b>
<b>Defect</b>	Muncul flek hitam pada produk akhir	Kecerobohan operator dalam memindahkan <i>material</i>	Pembuatan SOP Pemindahan <i>Material</i>
		Tidak ada inspeksi <i>material</i>	Pengadaan pelatihan untuk staff QC
<b>Waiting</b>	(FP-1) Stempel atas atau bawah rusak	Posisi <i>mould</i> dan stempel kurang tepat	Penambahan divisi <i>maintenance</i> serta melakukan pelatihan <i>maintenance</i>
	(Koll 6A) Saringan rusak (jebol)	Operator malas membersihkan saringan	
	(HM A) Palu penghancur <i>material</i> rusak	<i>Material</i> masuk terlalu cepat	Pembuatan SOP Pemindahan <i>Material</i>
<b>Inventory</b>	<i>Inventory Raw Material</i>	Ketidakpastian permintaan batu tahan api	Pengadaan pelatihan untuk staff PPC

### 5.3.1 Identifikasi Alternatif Perbaikan

Dari macam-macam alternatif perbaikan yang ada pada Tabel 5.15 maka dapat dikelompokkan langkah perbaikannya untuk menyusun tiga alternatif perbaikan berdasarkan hasil dari *brainstorming* dengan perusahaan dan berdasarkan hasil dari analisis RCA serta FMEA. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing alternatif perbaikan.

1. Pembuatan SOP pemindahan *material*. Pembuatan SOP ini bertujuan untuk memberikan dan menjelaskan tata cara operasional di produksi terkait dengan *material* yang akan diproduksi dimana *material* yang akan diproduksi harus siap dan sesuai dengan yang dibutuhkan. Dikarenakan operator di lapangan masih sering melakukan kesalahan, maka dibutuhkan suatu standar kerja yang harus dipatuhi oleh operator sehingga kesalahan maupun kecerobohan dapat diminimalisir. Dengan langkah perbaikan, yaitu membuat form pencatatan keluar masuknya *material* di area produksi serta *check list* SOP. Pembuatan SOP ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya *defect* dan *waiting*. Alternatif ini juga dapat mengurangi pemborosan-pemborosan seperti *rework* dan *excess processing*.
2. Pengadaan pelatihan untuk *staff quality control (QC)*. Pelatihan untuk *staff QC* ini bertujuan untuk memberikan inspeksi terhadap *material* yang nantinya akan digunakan. Dikarenakan inspeksi oleh QC hanya saat proses produksi dan tidak ada saat *material* diambil dari gudang akan diproses maka dirasa perlu untuk diadakan pelatihan untuk inspeksi *material* yang akan digunakan. Langkah perbaikannya adalah dengan membuat form inspeksi masuknya *material* ke dalam rantai produksi. Pelatihan ini untuk mengurangi *defect*.
3. Penambahan divisi *maintenance*. Ini dilakukan karena mesin rusak (*breakdown*) cukup tinggi dan menambah *lead time* produksi maka perbaikan yang dapat dilakukan adalah menambah divisi *maintenance*. Mesin rusak dikarenakan *maintenance* yang masih kurang baik. *Maintenance* untuk mesin dilakukan tidak terjadwal sehingga banyak mesin yang rusak. Penambahan divisi *maintenance ini* berguna untuk melakukan penjadwalan *maintenance* yang baik. Pegawai yang nantinya

masuk ke divisi *maintenance* tetap diambil dari karyawan yang terbiasa dengan mesin-mesin tersebut karena mereka yang paling mengerti permasalahan yang terjadi. Selanjutnya *staff* divisi tersebut akan diberikan pelatihan terkait *maintenance*. Nantinya tugas dari divisi ini adalah membuat laporan aktivitas *maintenance*, mengawasi *set up mould* dan stempel mesin *friction press* dan membuat jadwal *preventive maintenance*. Penambahan divisi ini bertujuan untuk mengurangi *waiting*.

4. Pengadaan pelatihan untuk *staff* PPC. Pelatihan ini bertujuan untuk memberikan kemampuan kepada *staff* PPC terkait dengan peramalan (*forecast*) sehingga *material* yang akan dipesan tidak berlebih. Pelatihan ini juga dimaksudkan agar para *staff* dapat meminimalisir *defect* yang terjadi sehingga mengurangi pemesanan *material*.
- Alternatif perbaikan yang pertama adalah pembuatan SOP terkait dengan *material* yang akan diproduksi. Dari hasil *brainstorming* dan pengamatan langsung diketahui bahwa tingkat kecerobohan karyawan cukup tinggi dikarenakan belum adanya suatu standar operasional yang jelas dan mengatur setiap proses. Tingkat kesalahan yang cukup tinggi ini dikarenakan tidak adanya tempat untuk meletakkan *material* di area produksi sehingga operator ceroboh saat memindahkan *material* tersebut dan dapat mengakibatkan bertambahnya *lead time* produksi. Pembuatan SOP juga bertujuan untuk mengurangi *non value added activity*. Karena aktivitas *non value added activity* di produksi, sebagian besar terkait dengan aktivitas pemindahan *material*. Dengan adanya SOP, diharapkan kesalahan yang diakibatkan kecerobohan operator dapat dikurangi sehingga *non value added activity* dapat dikurangi dan *lead time* dari produksi juga berkurang.
- Untuk alternatif yang kedua, yaitu pelatihan untuk *staff*. Pelatihan ini mencakup pelatihan untuk *staff* *Quality Control* (QC), *staff* PPC dan nantinya *staff* *maintenance*. Operator akan dibekali dengan pengetahuan dasar terkait dengan proses yang menjadi tanggung jawabnya. Meningkatnya pengetahuan terhadap proses akan menunjang kemampuan operator untuk mengambil keputusan terkait dengan proses yang menjadi

tanggung jawabnya. Selain itu dengan bertambahnya pengetahuan operator, maka mereka dapat melakukan analisis yang mendetail dan memberikan masukan *improvement* yang tepat. Hal ini dikarenakan operator merupakan orang yang langsung bersentuhan dengan proses produksi sehari-hari.

- Untuk alternatif ketiga adalah penambahan divisi baru. Terkait dengan jumlah mesin rusak yang cukup tinggi dikarenakan *maintenance* yang kurang baik sehingga *lead time* dari produksi menjadi lebih panjang karena proses produksi harus berhenti atau menunggu mesin untuk diperbaiki, maka dirasa perlu untuk melakukan penambahan divisi. Divisi yang ditambahkan adalah divisi *maintenance* untuk *me-manage maintenance* dari mesin-mesin produksi. *Divisi maintenance* ini nantinya akan merancang penjadwalan *maintenance* mesin dari mulai persiapan *sparepart* hingga melakukan *maintenance* dan perbaikan dengan membuat *preventive maintenance* untuk masing-masing mesin. Operator dari divisi diambil dari operator yang bersentuhan langsung dengan mesin tersebut karena sudah mengerti tentang permasalahan dari mesin tersebut. Nantinya operator akan diberikan pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan terkait *maintenance*.

Dari keempat alternatif perbaikan sebelumnya dapat diringkas menjadi tiga alternatif. Adapun ketiga alternatif tersebut disajikan pada Tabel 5.16

Tabel 5.16 Alternatif Perbaikan

No	Alternatif Perbaikan
1	Pembuatan SOP
2	Pelatihan untuk <i>staff</i>
3	Penambahan divisi baru

### 5.3.2 Kombinasi Alternatif Perbaikan

Dari beberapa alternatif perbaikan yang sudah disebutkan di sub-bab sebelumnya, kemudian akan dikombinasikan. Hal ini ditujukan untuk mendapatkan alternatif perbaikan yang terbaik dengan memperhatikan biaya yang

dikeluarkan dan *performance* yang dihasilkan, sehingga diperoleh *value* yang terbaik dengan pendekatan *value management*. Hasil kombinasi alternatif akan ditunjukkan pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Kombinasi Alternatif

No	Kombinasi Alternatif	Keterangan
1	0	Kondisi eksisting
2	1	Membuat SOP terkait <i>material</i>
3	2	Pelatihan untuk staff
4	3	Penambahan divisi <i>maintenance</i>
5	1,2	Membuat SOP terkait <i>material</i> dan memberikan pelatihan untuk staff
6	1,3	Membuat SOP terkait <i>material</i> dan menambah divisi <i>maintenance</i>
7	2,3	Pelatihan untuk staff dan menambah divisi <i>maintenance</i>
8	1,2,3	Membuat SOP terkait <i>material</i> , memberikan pelatihan untuk staff dan menambah divisi <i>maintenance</i>

Dari hasil pengkombinasian alternatif perbaikan tersebut, maka pilihan alternatif perbaikan yang nantinya akan dipilih menjadi lebih banyak. Jumlah total kombinasi dari alternatif perbaikan tersebut sebanyak delapan kombinasi, termasuk kondisi awal. Kondisi awal adalah kondisi eksisting perusahaan saat sebelum dilakukan penerapan dari suatu alternatif perbaikan. Pilihan alternatif perbaikan yang dilakukan bisa saja dari satu jenis alternatif, atau bisa juga dari hasil kombinasi alternatif. Dasar pemilihan kombinasi alternatif tersebut adalah dengan melihat *value* terbesar. Karena apabila pemilihan melihat dari segi *cost* saja, maka belum tentu kombinasi alternatif perbaikan termurah juga mempunyai *performance* yang besar. Selain itu apabila pemilihan melihat dari segi *performance* saja, maka adanya kemungkinan kombinasi alternatif dengan *performance* terbaik namun membutuhkan biaya yang sangat mahal.

### 5.3.3 Penentuan Kriteria Performansi Perbaikan



Untuk kriteria performansi perbaikan dipilih tiga kriteria yang dapat mempengaruhi dari *waste* yang terjadi, yaitu produktivitas, *cycle time* dan *inventory*.

Tabel 5.18 Kriteria Performansi Perbaikan

No	KRITERIA PERFORMANSI
1	Produktivitas
2	<i>Cycle Time</i>
3	<i>Inventory</i>

Produktivitas akan mempengaruhi jenis pemborosan *defect* dan *waiting* dimana apabila produktivitas perusahaan tinggi maka *defect* dan *waiting* akan berkurang serta *inventory* perusahaan pun akan berkurang juga.

Untuk *cycle time* akan mempengaruhi jenis pemborosan *defect* dan *waiting* dimana *defect* perusahaan yang banyak akan mempengaruhi waktu siklus produksi dan *waiting* yang tinggi pun juga akan memperpanjang waktu siklus produksi sehingga kriteria ini dimasukkan dalam perbaikan.

Untuk *inventory* akan mempengaruhi jenis pemborosan dari *inventory* itu sendiri sehingga harus kriteria ini dimasukkan ke dalam perbaikan.

#### 5.3.4 Pembobotan Kriteria Performansi Perbaikan

Dari kriteria performansi dilakukan pembobotan dengan AHP dengan range 1-9. Untuk mencari nilai pembobotan dilakukan dengan mengisi kuisioner terhadap lima responden dari PT Loka Refractories. Responden ini dilakukan dengan dua orang dari bagian *Marketing* serta tiga orang bagian PPC. Adapun hasil rekap dari kuisioner disajikan pada Tabel 5.19

Tabel 5.19 Rekap AHP

KRITERIA PERFORMANSI	RESPONDEN					KRITERIA PERFORMANSI
	1	2	3	4	5	
Produktivitas	1	2	-2	3	1	<i>Cycle Time</i>
Produktivitas	4	5	7	3	5	<i>Inventory</i>

<b>Cycle Time</b>	4	6	5	5	4	<b>Inventory</b>
-------------------	---	---	---	---	---	------------------

Tabel 5.20 Perbandingan Berpasangan Tiap Performansi

	<b>RESPONDEN</b>	<b>Produktivitas</b>	<b>Cycle Time</b>	<b>Inventory</b>
<b>Produktivitas</b>	Responden 1	1	1	4
	Responden 2	1	2	5
	Responden 3	1	0.5	7
	Responden 4	1	3	3
	Responden 5	1	1	5
<b>Cycle Time</b>	Responden 1	1.00	1	4
	Responden 2	0.50	1	6
	Responden 3	2.00	1	5
	Responden 4	0.33	1	5
	Responden 5	1.00	1	4
<b>Inventory</b>	Responden 1	0.25	0.25	1
	Responden 2	0.2	0.17	1
	Responden 3	0.14	0.2	1
	Responden 4	0.33	0.2	1
	Responden 5	0.2	0.25	1

Setelah diketahui nilai perbandingan berpasangan untuk setiap atribut performansi, maka dilakukan perhitungan nilai *geometric mean* yang didapatkan dengan rumus berikut.

$$a_{ij} = (Z_1 \times Z_2 \times Z_3 \times \dots \times Z_n)^{1/n}$$

Dimana:

$a_{ij}$  : Nilai rata-rata perbandingan berpasangan antara kriteria  $a_j$  dan untuk  $n$  responden

$Z_n$  : Nilai perbandingan antara kriteria  $a_i$  dan  $a_j$  untuk responden ke- $i$

$n$  : Jumlah responden

Dengan menggunakan rumus diatas, didapatkan nilai *geometric mean* untuk setiap atribut performansi dan disajikan pada Tabel 5.21 dibawah ini

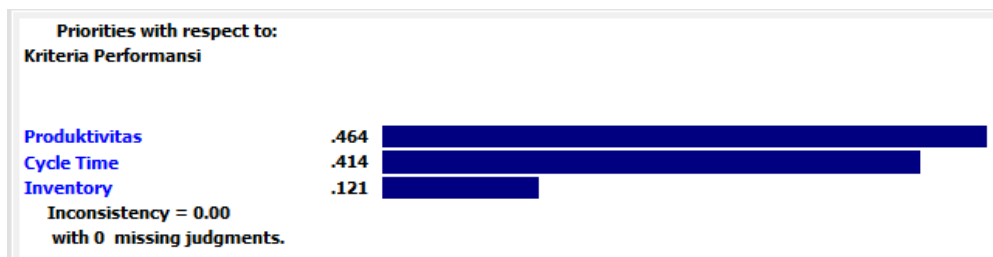
Tabel 5.21 *Geometric Mean* Kriteria Performansi

Kriteria Performansi	Produktivitas	Cycle Time	Inventory
Produktivitas	1	1.20	3.58
Cycle Time	0.83	1	3.66
Inventory	0.28	0.27	1

Kemudian nilai *geometric mean* akan diolah dengan menggunakan *software Expert Choice*. Pengolahan dimulai dengan memasukkan nilai *geometric mean* sebagaimana disajikan di gambar 5.1. Setelah itu, dilakukan perhitungan pembobotan untuk menentukan nilai bobot dari setiap atribut performansi. Nilai *inconsistency* yang dihasilkan adalah 0.00. Nilai ini lebih kecil dari 0,1 sehingga dapat dikatakan penilaian AHP oleh responden memiliki nilai konsisten yang relatif tinggi dan hasil perhitungan AHP dapat digunakan untuk pengolahan selanjutnya. Adapun nilai bobot dari setiap kriteria performansi disajikan dalam gambar 5.2.

	Produktivitas	Cycle Time	Inventory
Produktivitas		1.2	3.58
Cycle Time			3.66
Inventory	Incon: 0.00		

Gambar 5.1 Input *Geometric Mean* di *Expert Choice*



Gambar 5.2 Hasil Pembobotan dengan menggunakan *Software Expert Choice*

### 5.3.5 Biaya Alternatif Perbaikan

Alternatif pertama adalah pembuatan SOP. Alternatif ini berkaitan dengan pemindahan (*transfer*) *material* di produksi. Biaya yang muncul untuk alternatif ini adalah sebagai berikut

1. Untuk pembuatan SOP diestimasikan akan memerlukan pelatihan dalam transfer *material*. Pembuatan SOP ini dilakukan dengan tujuan reduksi *lead time* dan meningkatkan produktivitas perusahaan. Pembuatan SOP juga harus disertai dengan pelatihan terhadap karyawan. Pelatihan ini diasumsikan mengambil waktu 1 jam setiap *shift*-nya dalam 1 bulan. Perusahaan memiliki 3 *shift* sehingga memakan waktu sekitar 3 jam. Dengan asumsi gaji yang didapatkan sebesar Rp 1,740,000, maka biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk investasi pembuatan SOP adalah sebesar

$$\text{Rp } 1,740,000 / (30 \times 8) = \text{Rp } 7,250$$

Jam kerja yang hilang akibat pelatihan SOP adalah sebesar

$$7,250 \times 3 \times 30 \times 20 \times 3 = \text{Rp } 39,150,000$$

Biaya *opportunity lost* saat pelatihan

$$10,000 \times 51.12 = \text{Rp } 511,200$$

Jam kerja yang hilang                      Rp 13,050,000

Biaya *opportunity lost*                      Rp 511,200

Biaya total                                      **Rp 39,661,200**

2. Alternatif kedua adalah pelatihan untuk *staff* QC dan PPC. Pelatihan ini diestimasikan memakan waktu hingga lima jam setiap kali pelatihan.

Dengan asumsi gaji yang didapatkan sebesar Rp 1,740,000, maka biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan adalah sebesar

$$\text{Rp } 1,740,000 / (30 \times 8) = \text{Rp } 7,250$$

Jam kerja yang hilang akibat pelatihan

$$7,250 \times 5 \times 30 \times 6 \times 3 = \text{Rp } 19,575,000$$

Biaya *opportunity lost* saat pelatihan

$$10,000 \times 85.2 = \text{Rp } 852,000$$

Pada saat implementasi, alternatif ini akan berakibat terbuangnya beberapa waktu untuk melakukan pengecekan. Pengecekan dilakukan 15 menit tiap *shift*-nya.

Biaya *opportunity lost* saat implementasi

$$4.26 \times 10,000 \times 3 \times 30 = \text{Rp } 3,834,000$$

Jam kerja yang hilang Rp 19,575,000

Opportunity lost saat pelatihan Rp 852,000

Opportunity lost saat implementasi Rp 3,834,000

Biaya pelatihan (6 orang peserta) Rp 2,500,000 x 6 = Rp 15,000,000

Total biaya **Rp 39,261,000**

3. Alternatif ketiga akan dilakukan penambahan divisi, yaitu divisi maintenance untuk *me-manage* mesin dan peralatan serta melakukan persiapan *maintenance*. Adapun biaya investasi dari perusahaan adalah sebesar

$$\text{Peningkatan gaji } \text{Rp } 2,200,000 - \text{Rp } 1,740,000 = \text{Rp } 460,000$$

Biaya tenaga kerja untuk 5 orang

$$\text{Rp } 460,000 \times 5 = \text{Rp } 2,300,000$$

Biaya pelatihan untuk *staff*

$$\text{Rp } 2,500,000 \times 3 = \text{Rp } 7,500,000$$

Biaya perencanaan penjadwalan *maintenance* @ mesin

$$\text{Rp } 1,500,000 \times 13 = \text{Rp } 19,500,000$$

Biaya pengadaan *spare parts*

$$\text{Rp } 2,000,000 \times 4 = \text{Rp } 8\,000,000$$

Biaya Total **Rp 37,300,000**

### 5.3.6 Pemilihan Alternatif Perbaikan

Setelah memperoleh kombinasi alternatif perbaikan yang mungkin dilakukan, maka dalam menentukan kombinasi alternatif perbaikan terbaik dapat dilakukan dengan cara menentukan *value* dari pembagian antara nilai *performance* dan *cost*. Dan hasil *value* tersebut dibandingkan dengan *value* kondisi perusahaan saat ini, sehingga usulan alternatif perbaikan tersebut akan diterima jika *value* yang dihasilkan melebihi *value* kondisi perusahaan saat ini. Berikut ini adalah persamaan untuk melakukan perhitungan *value*:

$$\text{Value}(V) = \frac{\text{Performance}(P)}{\text{Cost}(C)} \dots\dots\dots (5.1)$$

Pada persamaan 5.1, satuan dari *cost* adalah rupiah, sedangkan *nilai performance* tanpa satuan. Untuk itu, nilai *performance* perlu dikonversikan dalam satuan rupiah. Untuk mengetahui *value* dari masing-masing alternatif perbaikan, maka saat kondisi eksisting (*do nothing*) diasumsikan bernilai 1. Asumsi tersebut dilakukan untuk mempermudah menghitung *value* dari alternatif, sehingga Persamaan 5.1 menjadi Persamaan 5.2:

$$V_o = \frac{P_o}{C_o} = 1 \dots\dots\dots (5.2)$$

Untuk mengkonversi nilai *performance* tiap alternatif perbaikan kedalam satuan uang (rupiah), berikut disajikan pada Persamaan 5.3:

$$V_o = V_n$$

$$\frac{P_o}{C_o} = \frac{P_n}{C_n}$$

$$C'n = \frac{P_n}{P_o} \times C_o \dots\dots\dots(5.3)$$

Dari Persamaan 5.3, maka untuk memperoleh nilai *value* untuk masing-masing alternatif perbaikan dapat menggunakan persamaan 5.4.s

$$V_n = \frac{C'n}{C_n} \dots\dots\dots(5.4)$$

Keterangan:

- $V_o$  = *Value* kondisi *existing*
- $V_n$  = *Value* alternatif ke-n
- $P_o$  = *Performance* awal
- $P_n$  = *Performance* alternatif ke-n
- $C_o$  = *Cost* awal
- $C_n$  = *Cost* alternatif ke-n
- $C'n$  = Besaran nilai rupiah untuk *performance*

Nilai *performance* diperoleh dengan cara melakukan kuisisioner performansi alternatif perbaikan terhadap masing-masing kriteria performansinya. Sementara biaya dari masing-masing alternatif perbaikan didapatkan melalui data perusahaan dan melakukan *brainstorming* dengan para ahli di perusahaan. Dimana pengolahan performansi serta biaya yang dikeluarkan dapat dilihat pada lampiran. Setelah dilakukan pengolahan data kuisisioner, maka *value* yang diperoleh untuk masing-masing kombinasi alternatif perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.18 sebagai berikut.

Tabel 5.22 *Value* Setiap Alternatif

Alternatif	Bobot kriteria performansi			Performansi (P)	<i>Cost (C)</i>	<i>Value</i>
	A	B	C			
	0.464	0.415	0.121	2835055.269		

Alternatif	Bobot kriteria performansi			Performansi (P)	Cost (C)	Value
	A	B	C			
	0.464	0.415	0.121	2835055.269		
0	17	20	15	18.00	51,039,500	1
1	28	24	25	25.98	74,461,200	0.989
2	29	35	34	32.10	74,061,000	1.229
3	25	28	21	25.76	72,100,000	1.013
1,2	31	33	35	32.31	113,722,200	0.806
1,3	30	32	28	30.59	111,761,200	0.776
2,3	32	33	34	32.66	111,361,000	0.831
1,2,3	35	38	39	36.73	151,022,200	0.689

Dari Tabel 5.22 diketahui bahwa alternatif yang terpilih berdasarkan perhitungan *value* adalah alternatif 2 dengan *value* sebesar 1.33 dan alternatif 3 dengan *value* sebesar 1.013. Alternatif 2 tersebut adalah melakukan pelatihan terhadap *staff* PPC dan *staff* QC. Sedangkan alternatif 3 adalah penambahan divisi baru untuk melakukan *maintenance* untuk seluruh mesin.

#### 5.4 Analisis Alternatif Terpilih

Setelah melalui berbagai tahap mulai dari identifikasi *non value added activity*, identifikasi *waste* dan penentuan *waste* kritis, RCA, dan FMEA, akan terlihat akar permasalahan yang menjadi fokus dari *improvement*. Terdapat lima akar permasalahan yang menjadi hasil dari FMEA. Setiap akar permasalahan tersebut mempunyai alternatif perbaikan sendiri-sendiri, namun beberapa alternatif perbaikan tersebut dapat disederhanakan menjadi hanya tiga alternatif perbaikan saja, yaitu :

- Pembuatan SOP
- Pelatihan untuk *staff*
- Penambahan divisi baru

Berdasarkan konsep *value management* dimana alternatif yang memiliki *value* tertinggi yang terpilih adalah alternatif 2 dengan nilai *value* tertinggi adalah sebesar 1.229, yaitu pelatihan terhadap *staff* PPC dan QC. Ini merupakan alternatif untuk memberikan pelatihan terhadap *staff* PPC terkait dengan konsep peramalan (*forecast*) terhadap permintaan produk jadi dan untuk perbaikan SOP yang dirasa



masih kurang di area produksi. Dengan mengetahui peramalan produk jadi, perusahaan dapat memperkirakan seberapa besar *raw material* yang harus tersedia. Selain itu pelatihan untuk *staff* PPC berguna untuk mengurangi aktivitas *non value added* yang cukup tinggi perusahaan. Sedangkan untuk *staff* QC, pelatihan berguna untuk melakukan inspeksi *material* secara keseluruhan agar *material* yang akan diproduksi tidak memiliki kekurangan yang dapat menghambat proses produksi. Inspeksi yang dilakukan secara menyeluruh dan harus mampu mendeteksi kekurangan dari *material* yang digunakan.

Alternatif perbaikan yang dilakukan dapat langsung berdampak kepada *cycle time* perusahaan karena pelatihan ini diadakan untuk mengurangi aktivitas *non value added* yang cukup tinggi di perusahaan. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah mengurangi aktivitas-aktivitas pemindahan *material* yang dapat meningkatkan kesalahan atau kecerobohan operator. Dengan adanya pelatihan ini diharapkan *staff* atau operator dapat mengurangi aktivitas *non value added* yang terjadi. Aktivitas *non value added* yang dapat dihilangkan, yaitu pemindahan *material* berulang-ulang yang mengakibatkan *waste excess processing* dan *waiting*, dapat menghilangkan *waste rework* yang terjadi karena telah membuat form inspeksi *material* yang masuk ke area produksi sehingga *material* yang digunakan dijamin siap.

Pemilihan alternatif perbaikan 2 juga membuat performansi dari produksi meningkat sebesar 78.33% dengan disertai peningkatan *value* sebesar 22.9%.

Adapun untuk rincian biaya alternatif 2 adalah

$$\text{Rp } 1,740,000 / (30 \times 8) = \text{Rp } 7,250$$

Jam kerja yang hilang akibat pelatihan

$$7,250 \times 5 \times 30 \times 6 \times 3 = \text{Rp } 19,575,000$$

Biaya *opportunity lost* saat pelatihan

$$10,000 \times 85.2 = \text{Rp } 852,000$$

Pada saat implementasi, alternatif ini akan berakibat terbuangnya beberapa waktu untuk melakukan pengecekan. Pengecekan dilakukan 15 menit tiap *shift*-nya.

Biaya *opportunity lost* saat implementasi

$$4.26 \times 10,000 \times 3 \times 30 = \text{Rp } 3,834,000$$

Jam kerja yang hilang	Rp 19,575,000
<i>Opportunity lost</i> saat pelatihan	Rp 852,000
<i>Opportunity lost</i> saat implementasi	Rp 3,834,000
Biaya pelatihan (6 orang peserta)	Rp 2,500,000 x 6 = Rp 15,000,000
Total biaya	Rp 39,261,000

Untuk alternatif 3 dengan value sebesar 1.013, yaitu penambahan divisi *maintenance*. Ini merupakan alternatif dimana perusahaan pada saat ini tidak memiliki *divisi maintenance* dan perawatan perusahaan masih menggunakan bengkel terdekat sehingga penambahan divisi ini bertujuan untuk melakukan perawatan terhadap mesin-mesin yang ada mulai dari persiapan *spareparts*, penjadwalan *maintenance*, melakukan *maintenance* dan melakukan perbaikan.

Alternatif perbaikan yang dilakukan ini berdampak langsung untuk *cycle time* perusahaan karena dengan berkurangnya *downtime* dari mesin yang mengakibatkan mesin berhenti beroperasi maka proses produksi di perusahaan dapat berjalan dengan lancar sehingga perusahaan berhenti beroperasi hanya pada saat dilakukan *preventive maintenance*. Diharapkan dengan adanya divisi ini maka dapat mengurangi *waiting* akibat mesin berhenti proses dan dapat meningkatkan performansi rantai produksi sebesar 43.11% dengan disertai peningkatan *value* sebesar 1.3%. Adapun biaya investasi dari perusahaan adalah sebesar peningkatan gaji Rp 2,200,000 – Rp 1,740,000 = Rp 460,000

Biaya tenaga kerja untuk 5 orang

$$\text{Rp } 460,000 \times 5 = \text{Rp } 2,300,000$$

Biaya pelatihan untuk *staff*

$$\text{Rp } 2,500,000 \times 3 = \text{Rp } 7,500,000$$

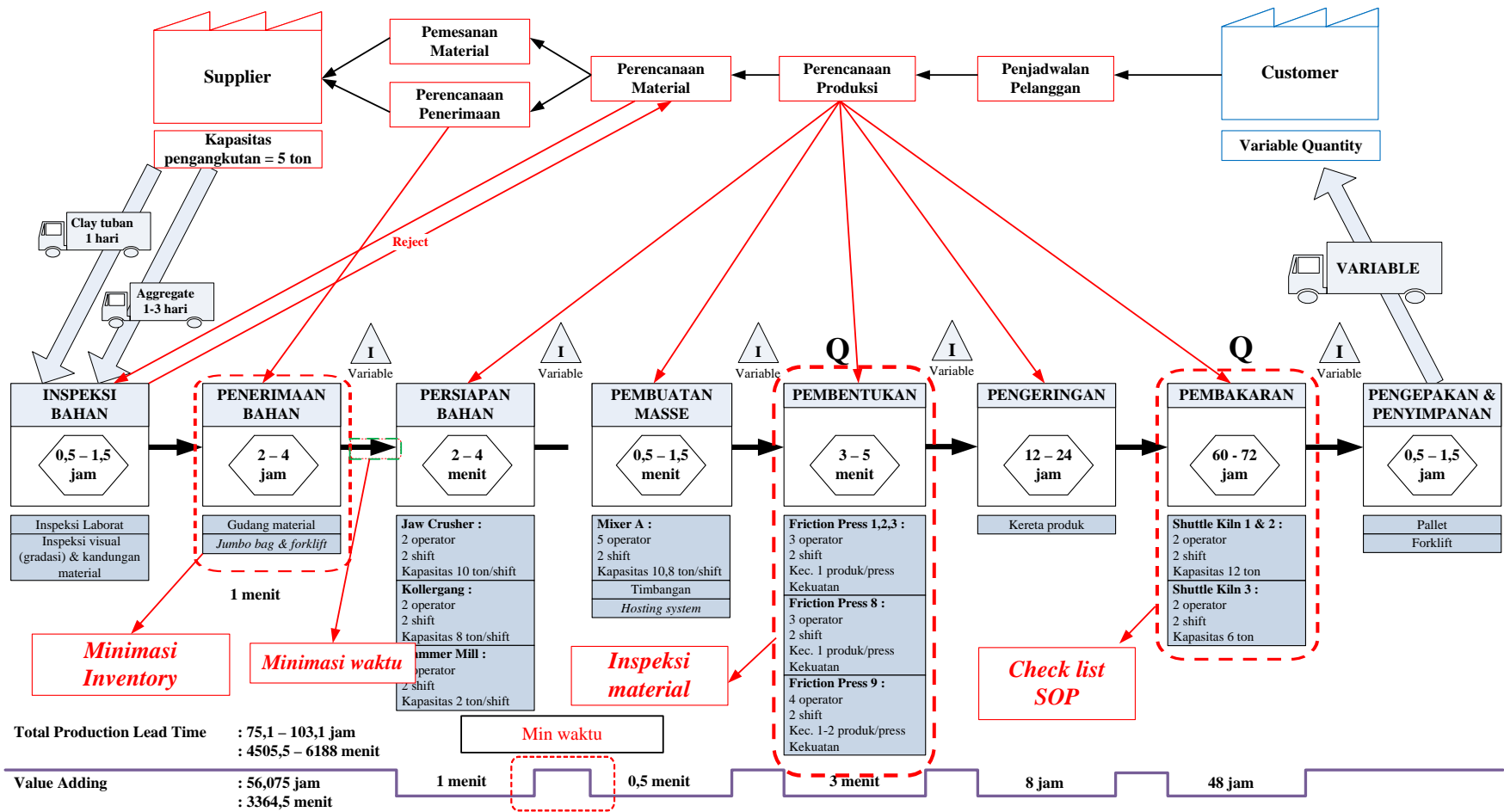
Biaya perencanaan penjadwalan *maintenance* @ mesin

$$\text{Rp } 1,500,000 \times 13 = \text{Rp } 19,500,000$$

Biaya pengadaan *spare parts*

$$\text{Rp } 2,000,000 \times 4 = \text{Rp } 8,000,000$$

Biaya Total **Rp 37,300,000 + Rp 34,800,000 = Rp 72,100,000**



Gambar 5.3 Big Picture Mapping Perbaikan BTA SK-32

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Non value added activity* di dalam proses produksi PT Loka Refractories adalah sekitar 71.43% (NVA dan NNVA). *Non value added activity* ini terdapat pada proses persiapan bahan, proses pembentukan dan proses pembakaran.
2. Dari *non value added activity*, *waste* yang teridentifikasi adalah *waste waiting* dan *excess processing* pada proses persiapan bahan, *waste rework* karena tidak adanya inspeksi *material*, dan *waste defect* saat proses pembakaran, *overproduction* karena kapasitas produksi lebih besar dari order serta ditambah dengan tingginya tingkat *inventory* perusahaan. Sedangkan *waste* kritis yang menjadi acuan untuk dilakukan perbaikan adalah *waste defect*, *waiting* dan *inventory*.
3. Penyebab terjadinya *waste defect* adalah karena kecerobohan operator dalam memindahkan *material*, operator kurang peduli kebersihan, tidak ada inspeksi *material*, operator terlambat mematikan *burner* dan terlambat *check* suhu Shuttle Kiln serta kurangnya standarisasi atau tidak adanya SOP. Untuk *waste waiting* adalah posisi *mould* dan stempel kurang tepat, operator malas membersihkan saringan dan *material* masuk terlalu cepat. Sedangkan untuk *waste inventory* adalah ketidakpastian permintaan batu tahan api, kapasitas penyimpanan di gudang yang besar dan *service level* ketersediaan *raw material* tinggi.
4. Alternatif perbaikan yang terpilih adalah alternatif 2 dan 3 karena memiliki *value* tertinggi, yaitu 1.229 dan 1.013. Nilai *value* ini didapatkan dari nilai performansi dan biaya yang dihitung. Alternatif 2 adalah memberikan

pelatihan kepada *staff* PPC untuk meramalkan (*forecast*) produk jadi sehingga *material* tersedia dengan tepat serta memberikan pelatihan untuk *staff Quality Control* agar dapat melakukan inspeksi dengan baik sehingga produktivitas perusahaan meningkat dan *lead time* produksi berkurang. Pelatihan tersebut dilakukan dengan tujuan menghilangkan *non value added activity* yang terdapat di proses produksi. Dengan melakukan perbaikan, performansi produksi meningkat sebesar 78.33% dan disertai peningkatan *value* sebesar 22.9%. Alternatif 3 adalah melakukan penambahan divisi *maintenance* untuk melakukan perawatan dan perbaikan. Perawatan *maintenance* dilakukan mulai dari persiapan spareparts, penjadwalan *maintenance* dan pelaksanaan *maintenance*. Sedangkan perbaikan dilakukan saat mesin mengalami kerusakan (*breakdown*) dan menyebabkan proses produksi berhenti. Dengan melakukan perbaikan ini performansi produksi meningkat sebesar 43.11% dan disertai peningkatan *value* sebesar 1.3%.

## 6.2 Saran

Beberapa saran dan masukan yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya perusahaan menerapkan kebijakan kontrol dalam *continuous improvement*.
2. Masih perlu dibuktikan alternatif perbaikan yang terpilih dengan menerapkan kontrol terhadap perbaikan.
3. Masih perlu dilakukan reduksi untuk jenis pemborosan lainnya (bukan *waste* kritis) yang terjadi di rantai produksi PT Loka Refractories.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J. K. & Simchi-levi, D. 2000. *Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: The impact of forecasting, lead times, and information*. *Management science*, 46, 436-443.
- Dell'Isola, D. H. 1986. *Quality Control*, 2nd edition, Prentice-Hall Internasional.
- Foster, S. Thomas. 2004. *Managing Quality : An Integrative Approach*, New Jersey : Prentice Hall.
- Gasperz, V. 2006. *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*, Jakarta, PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, V. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Harelstad C., Swartwood, D. & Malin, J. 2004. *The value of combining best practices*.
- Hlines, P. & Taylor, D. 2000. *Going lean*. Cardiff, UK: *Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School*.
- Liker, J. K., 2004. *The Toyota Way: 14 Management Principles from the Worlds Greatest Manufacturer*. s.1: McGraw-Hill.
- Martin, J. W. 2007. *Lean Six Sigma for Supply chain Management: The 10-Step Solution Process*, New York, The McGraw-Hill Companies.
- Rooney, J. J & Vanden Heuvel, N. L. 2004. *Root Cause Analysis For Begginers*, Quality Progress.
- Tiinoco, J. C. 2004. *Implementation of Lean Manufacturing*, Master of Science, University of Wisconsin-Stout.

## **LAMPIRAN**

<b>Detection</b>		
<b>Kemungkinan Mendeteksi</b>	<b>Detection</b>	<b>Rating</b>
Hampir tidak mungkin	Kegagalan tidak dapat dideteksi	1
Sangat jarang	Alat kontrol sulit mendeteksi kegagalan	2
Jarang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat rendah	3
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi kegagalan rendah	4
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat rendah	5
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi kegagalan sedang	6
Agak tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan cukup mudah	7
Tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah	8
Sangat Tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah dan akurat	9
Hampir Pasti	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan sangat mudah dan akurat	10

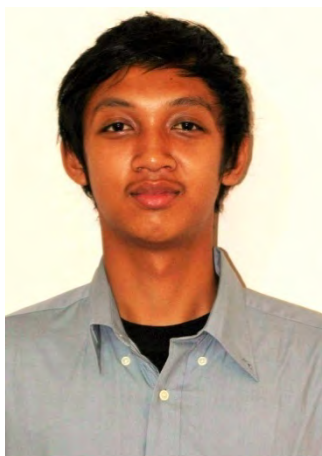


Severity		
Effect	Severity	Rating
Tidak ada	Tidak berpengaruh terhadap proses produksi	1
Sangat minor	Sedikit berpengaruh terhadap proses produksi, namun dapat diabaikan	2
Minor	Berpengaruh terhadap proses produksi, namun masih dapat diabaikan	3
Sangat rendah	Berpengaruh terhadap proses produksi	4
	Tidak menyebabkan kerusakan produk	
Rendah	Berpengaruh terhadap proses produksi	5
	Terdapat peluang kerusakan produk	
	Memerlukan proses tambahan	
Sedang	Berpengaruh terhadap proses produksi	6
	Kerusakan produk pasti terjadi	
Tinggi	Berpengaruh terhadap proses produksi	7
	Kerusakan produk pasti terjadi	
	Menghentikan sebagian proses produksi	
Sangat tinggi	Berpeluang membahayakan operator	8
	Menghentikan sebagian proses produksi	
	Kerusakan pada produk pasti terjadi	
Berbahaya	Membahayakan operator	9
	Menghentikan proses produksi	
	Terdapat peluang kerusakan fasilitas	
Sangat berbahaya	Membahayakan operator	10
	Menghentikan seluruh proses produksi	
	Menyebabkan kerusakan pada fasilitas	

<b>Occurance</b>	
<b>Kemungkinan Kegagalan</b>	<b>Rating</b>
<b>Hampir tidak mungkin</b>	1
Kegagalan mustahil/terkceil yang diharapkan	
<b>Sangat rendah</b>	2
Hanya kegagalan yang terisolasi yang berkaitan dengan proses hampir identik	
<b>Rendah</b>	3
Kegagalan yang terisolasi berkaitan dengan proses serupa	
<b>Sedang</b>	4
Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah yang besar	5
	6
<b>Tinggi</b>	7
Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang mengalami kegagalan besar	8
<b>Sangat tinggi</b>	9
Kegagalan hampir tidak bisa dihindari	10



## BIOGRAFI PENULIS



**Sindhunata Pamungkas**, terbiasa dipanggil Sindhu lahir di Kota Jakarta tanggal 28 Juli 1993. Penulis lahir sebagai anak bungsu dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Edyanto Purwono dan Ibu Titiek Sudharwati Rahayu. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Negeri 013 Pagi Jakarta dan SD Angkasa IX Jakarta, kemudian mengenyam bangku sekolah menengah pertama di SMP Negeri 49 Jakarta, yang dilanjutkan di SMAN 14 Jakarta, dan kemudian mengenyam bangku perkuliahan di Jurusan Teknik Industri ITS Surabaya dengan NRP 2510.100.134. Di Jurusan Teknik Industri, penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitiaan proker Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) seperti OC LKMM TD dan *Industrial Engineering Games (IE Games)*. Selain kepanitiaan, penulis juga sempat mengikuti pelatihan *hard* dan *soft skill* seperti LKMM Pra-TD, LKMM TD Pioneer, ESQ, pelatihan AutoCad. Selama kuliah penulis juga aktif dalam kegiatan futsal dan pernah mewakili jurusan Teknik Industri ITS dan kampus. Prestasi selama futsal yang pernah diraih adalah Juara 2 Psychofest (Unair) antar jurusan se-Surabaya dan dua kali menjuarai futsal FOG secara beruntun. Penulis mempunyai pengalaman kerja praktek di PT. Garuda Maintenance Facilities (GMF) AeroAsia. Diluar kegiatan kampus, penulis mempunyai minat yang besar di bidang olahraga dan *travelling*.