



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI  
*DEFECT* PADA PRODUK KACA LEMBARAN**

MILATUL AFIAH

NRP 2513 100 153

**Dosen Pembimbing**

Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU

NIP. 19590817 198703 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017





FINAL PROJECT – TI 141501

**IMPLEMENTATION OF SIX SIGMA METHOD TO REDUCE  
DEFECT ON FLAT GLASS PRODUCTS**

MILATUL AFIAH

NRP 2513 100 153

**Supervisor**

Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU

NIP. 19590817 198703 1 002

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



# LEMBAR PENGESAHAN

## PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI *DEFECT* PADA PRODUK KACA LEMBARAN

### TUGAS AKHIR

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

Oleh :

**MILATUL AFIAH**  
NRP 2513 100 153

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



**Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU**

**NIP. 19590817 198703 1 002**



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **PENERAPAN METODE *SIX SIGMA* UNTUK MENGURANGI *DEFECT* PADA PRODUK KACA LEMBARAN**

Nama : Milatul Afiah

NRP : 2513 100 153

Pembimbing : Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU

## **ABSTRAK**

Perusahaan Flat Glass (PFG) merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi kaca lembaran dengan proses pengambangan (*floating process*). Perusahaan ini memiliki tiga jenis produk kaca lembaran (*indo clear*, panasap dan *stopsol*). Perusahaan Flat Glass (PFG) berupaya untuk menghasilkan produk bermutu tinggi. Dalam memenuhi permintaan, perusahaan ini memproduksi kaca lembaran di *line* produksi A1 dan *line* produksi A2. Namun, proses produksi tersebut masih menghasilkan produk *defect* yang tinggi. Perusahaan ini telah menetapkan *Key Performance Indicator* (KPI) mengenai tingkat kecacatan yaitu maksimal sebesar 4.48% dari jumlah produksi perusahaan. Akan tetapi, tingkat kecacatan masih melebihi target tersebut khususnya di *line* produksi A1. Jenis kaca *Light Green Flat Glass* (LNFL) merupakan produk yang dihasilkan dari *line* produksi A1 dengan tingkat kecacatan melebihi KPI. Setelah dilakukan perhitungan *sigma level*, didapatkan nilai hanya sebesar 3.63 *sigma*. Dari analisis *pareto chart* didapatkan tiga jenis *defect* kritis yaitu *cullet defect*, *chipping defect* dan *bubble defect*. Masing-masing jenis *defect* kritis tersebut dicari akar permasalahannya menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) dan dicari akar permasalahan kritis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Kemudian, dilakukan usulan-usulan perbaikan terhadap akar permasalahan kritis. Lalu, menentukan target perbaikan serta membandingkan *sigma level* antara kondisi eksisting dan target perbaikan.

**Kata Kunci:** DMAIC, FMEA, RCA dan *Six Sigma*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **IMPLEMENTATION OF SIX SIGMA METHOD TO REDUCE DEFECT ON FLAT GLASS PRODUCTS**

Nama : Milatul Afiah

NRP : 2513 100 153

Pembimbing : Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, MSc, MRegSc, PhD, IPU

## **ABSTRACT**

Perusahaan Flat Glass (PFG) is a company that produces flat glass with a floating process. The company has three types of flat glass products (clear float glass, colored glass and reflective glass). Perusahaan Flat Glass (PFG) stives to produce high quality products. In fulfilling the demand, the company produces flat glass on A1 production line and A2 production line. However, the production process still produces high defect products. The company has set a Key Performance Indicator (KPI) on the level of disability that is a maximum of 4.48% of the company's production. However, the level of disability still exceeds the target, especially in the production line A1. The type of Light Green Flat Glass (LNFL) is a product produced from A1 production line with disability level exceeding KPI. After the calculation of sigma level, obtained a value of only 3.63 sigma. From pareto chart analysis obtained three types of critical defect namely cullet defect, chipping defect and bubble defect. Each type of critical defect is searched for root causes Root Cause Analysis (RCA) and sought the root of critical problems using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Then, proposed improvements to the root of critical problems. Then, define the improvement targets as well as compare the sigma level between the existing condition and the improvement target.

**Kata Kunci:** DMAIC, FMEA, RCA and Six Sigma

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah rabbil aalamiin*, puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Penerapan Metode Six Sigma untuk Mengurangi Defect pada Produk Kaca Lembaran”**.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan studi Strata-1 (S1) dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri di Departmen Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses pengerjaan Tugas Akhir, penulis telah menerima banyak dukungan, masukan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Nabi Muhammad *Shallallahu ‘Alaihi Wassallam*, yang telah menyelamatkan umat manusia dari masa *jahiliyah* dan senantiasa mampu menjadi sebaik-baiknya suri tauladan, serta kesediannya sejak ribuan tahun lalu mendoakan penulis tanpa perlu kami bersua.
2. Bapak Adi Wasito dan Ibu Tujiati selaku kedua orang tua penulis, serta Muhammad Yusron Arrosyid dan Neneng Khoirunnisa’ selaku adik penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan yang tidak terhingga.
3. Keluarga besar penulis, yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Prof. Ir. Moses Laksono Singgih, M.Sc, M.Reg.Sc, Ph.D, IPU selaku Dosen Pembimbing yang telah senantiasa mendampingi, memberikan motivasi, arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Mas Christo Rinaldy Nugraha S.T., selaku pembimbing penulis di perusahaan yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Bapak Sudirgo, Bapak Samuel Kusnendar, Bapak Subagyo, Bapak Agung, Bapak Hariyadi, Bapak Dody, Bapak Sriono, Bapak Tri Waluyo, Bapak Arief Setiawan, Mas Andri Yudistian, Mas Sholikhuddin, Mas Barakah Rizki, Mas Wahyu Widodo, dan seluruh karyawan perusahaan yang telah banyak

membantu dan memberikan kemudahan bagi penulis dalam pengumpulan data dan penyelesaian tugas akhir. Semoga Allah membalas kebaikan beliau, *aamiin*.

7. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya; Bapak Dr. Adithya Sudiarmo, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir; Bapak Ir Hari Supriyanto M.S.I.E dan Ibu Putu Dana Karningsih, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D selaku dosen penguji seminar proposal tugas akhir, serta Bapak Prof. Dr. Ir Udisubakti Ciptomulyono, M.Eng.Sc., dan Ibu Dyah Santhi, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji sidang tugas akhir. Teriring terima kasih pula kepada segenap dosen dan karyawan Departemen Teknik Industri ITS yang telah banyak memberikan pelajaran dan pengalaman bagi penulis selama menempuh studi di Departemen Teknik Industri ITS.
8. Seluruh teman-teman Teknik Industri 2013 CYPRIUM yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis, terima kasih atas semua doa, dukungan, dan nasihat yang diberikan kepada penulis, semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* membalas semua kebaikan tersebut. *Aamiin*.

Penulis berharap Tugas Akhir ini mampu memberikan manfaat bagi para pembacanya, namun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis butuhkan untuk perbaikan ke depannya.

Surabaya, Juli 2017

Milatul Afiah

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1_PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5.1 Batasan.....	4
1.5.2 Asumsi .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2_TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 <i>Six Sigma</i> .....	7
2.1.1 <i>Six Sigma</i> dari Segi Statistik .....	7
2.1.2 <i>Six Sigma</i> dari Segi Metodologi .....	9
2.2 <i>Supplier Input Process Output Customer (SIPOC)</i> .....	10
2.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	12
2.4 <i>Root Cause Analysis</i> .....	13

2.5	DMAIC Six Sigma .....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....		19
3.1	Tahap Identifikasi Awal .....	20
3.1.1	Studi Pustaka dan Studi Lapangan .....	20
3.1.2	Identifikasi Permasalahan .....	21
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	21
3.2.1	Pengumpulan Data Perusahaan .....	21
3.2.2	<i>Define</i> .....	22
3.2.3	<i>Measure</i> .....	22
3.3	Tahap Analisis dan Interpretasi Data.....	22
3.3.1	<i>Analyze</i> .....	23
3.3.2	<i>Improve</i> .....	23
3.4	Tahap Kesimpulan dan Saran .....	24
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		25
4.1	Gambaran Umum Perusahaan .....	25
4.1.1	Profil Perusahaan.....	25
4.1.2	Proses Produksi Kaca Lembaran.....	26
4.2	<i>Define</i> .....	29
4.2.1	Identifikasi Produk Amatan .....	29
4.2.2	Penggambaran Aktivitas-Aktivitas Produksi Menggunakan SIPOC	32
4.3	<i>Measure</i> .....	42
4.3.1	Identifikasi <i>Defect</i> yang Berpengaruh terhadap Kualitas Produk .....	42
4.3.2	Identifikasi <i>Critical to Quality</i> (CTQ) pada Kaca Lembaran.....	43
4.3.3	Pengukuran Kapabilitas Proses Awal Produksi Kaca Lembaran Berdasarkan Nilai Sigma dan DPMO.....	44

BAB 5 ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN .....	47
5.1 <i>Analyze</i> .....	47
5.1.1 Analisis terhadap <i>Defect</i> Kritis pada Kaca LNFL.....	47
5.1.2 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA) .....	48
5.1.3 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	53
5.2 <i>Improve</i> .....	58
5.2.1 Identifikasi Usulan Alternatif Solusi .....	58
5.2.2 Target Perbaikan dan Perbandingan Alternatif Terpilih dengan Kondisi Eksisting .....	66
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....	71
6.1 Kesimpulan .....	71
6.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIOGRAFI PENULIS	

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 <i>Sigma Quality Levels of Six Sigma</i> .....	8
Gambar 2. 3 Siklus DMAIC <i>Six Sigma</i> .....	10
Gambar 2. 4 Contoh Bagan SIPOC .....	12
Gambar 2. 5 Contoh RCA 5 <i>Why</i> .....	14
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian Tugas Akhir .....	19
Gambar 4. 1 Bagan Proses Pembuatan Kaca .....	26
Gambar 4. 2 Grafik Jumlah Produk <i>Defect</i> Kaca Lembaran Januari-Maret 2017.	30
Gambar 4. 3 Grafik <i>Defect Rate</i> Produk Kaca Lembaran <i>Line</i> Produksi A1 Bulan Januari 2017 .....	31
Gambar 4. 4 Grafik <i>Defect Rate</i> Produk Kaca Lembaran <i>Line</i> Produksi A1 Bulan Februari .....	31
Gambar 4. 5 Grafik <i>Defect Rate</i> Produk Kaca Lembaran <i>Line</i> Produksi A1 Bulan Maret .....	32
Gambar 4. 6 Bagan SIPOC pada Seluruh Proses Produksi Kaca Lembaran .....	33
Gambar 4. 7 Bagan SIPOC pada Proses Persiapan Bahan Baku .....	34
Gambar 4. 8 Bagan SIPOC pada Proses Penimbangan dan Pencampuran Bahan Baku .....	35
Gambar 4. 9 Bagan SIPOC pada Proses Peleburan .....	36
Gambar 4. 10 Bagan SIPOC pada Proses Pembentukan Kaca .....	37
Gambar 4. 11 Bagan SIPOC pada Proses Pendinginan Kaca .....	38
Gambar 4. 12 Bagan SIPOC pada Proses Pencucian dan Pengeringan Kaca.....	39
Gambar 4. 13 Bagan SIPOC pada Proses Pemotongan Kaca .....	40
Gambar 4. 14 Bagan SIPOC pada Proses Pengemasan Kaca .....	41
Gambar 4. 15 Pareto Chart Jenis <i>Defect</i> yang Terjadi Pada Kaca LNFL .....	44
Gambar 4. 16 Perhitungan Nilai <i>Sigma</i> Awal Menggunakan Kalkulator <i>Sigma</i> .	46
Gambar 5. 1 Perhitungan Target Perbaikan Nilai <i>Sigma</i> Menggunakan Kalkulator <i>Sigma</i> .....	69

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Jumlah Produk <i>Defect</i> Kaca Lembaran Januari - Maret 2017 .....	2
Tabel 2. 1 Hubungan Nilai <i>Sigma</i> dan DPMO.....	8
Tabel 2. 2 <i>Overview</i> DMAIC .....	15
Tabel 2. 3 <i>Six Sigma Tools</i> pada DMAIC .....	15
Tabel 4. 1 Jumlah <i>defect</i> produk LNFL berdasarkan masing-masing CTQ potensial .....	43
Tabel 4. 2 Jumlah Produksi dan Jumlah <i>Defect</i> Kaca LNFL.....	45
Tabel 5. 1 Akar Permasalahan dari <i>Cullet Defect</i> Kaca Lembaran LNFL.....	50
Tabel 5. 2 Akar Permasalahan dari <i>Chipping Defect</i> Kaca Lembaran LNFL .....	50
Tabel 5. 3 Akar Permasalahan dari <i>Bubble Defect</i> Kaca Lembaran LNFL.....	51
Tabel 5. 4 Definisi Nilai <i>Rating Severity</i> untuk Semua Jenis <i>Defect</i> .....	54
Tabel 5. 5 Definisi Nilai <i>Rating Occurance</i> untuk Semua Jenis <i>Defect</i> .....	55
Tabel 5. 6 Definisi Nilai <i>Rating Detection</i> untuk Semua Jenis <i>Defect</i> .....	55
Tabel 5. 7 Nilai SOD serta RPN dari Jenis <i>Cullet Defect</i> .....	56
Tabel 5. 8 Nilai SOD serta RPN dari Jenis <i>Chipping Defect</i> .....	56
Tabel 5. 9 Nilai SOD serta RPN dari Jenis <i>Bubble Defect</i> .....	57
Tabel 5. 10 Akar Permasalahan dengan nilai RPN Tertinggi untuk <i>Cullet Defect</i>	58
Tabel 5. 11 Alternatif Solusi untuk <i>Cullet Defect</i> .....	60
Tabel 5. 12 Akar Permasalahan dengan nilai RPN Tertinggi untuk <i>Chipping Defect</i> .....	61
Tabel 5. 13 Alternatif Solusi untuk <i>Chipping Defect</i> .....	62
Tabel 5. 14 Akar Permasalahan dengan nilai RPN Tertinggi untuk <i>Bubble Defect</i> .....	63
Tabel 5. 15 Alternatif Solusi untuk <i>Bubble Defect</i> .....	65
Tabel 5. 16 Target Perbaikan Performansi.....	66
Tabel 5. 17 Jumlah Produksi dan Target Perbaikan Jumlah <i>Defect</i> Kaca LNFL .	68

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang yang mendasari dilakukannya penelitian ini, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta ruang lingkup yang terdiri dari batasan dan asumsi. Selain itu, terdapat penjelasan mengenai sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

Perusahaan Flat Glass (PFG) adalah sebuah perusahaan yang memproduksi kaca lembaran dengan proses pengambangan (*floating process*). Perusahaan ini memiliki dua buah tungku pembakaran dengan kapasitas produksi maksimal sebesar 300.000 ton per tahun. Terdapat beberapa jenis produk yang dihasilkan yaitu *clear, grey, dark grey, blue, dark blue, bronze, dark green, light green, european green, privacy dark grey, heat absorbent glass, privacy dark green* dan *stopsol (reflective glass)*. Perusahaan ini berupaya untuk menghasilkan produk bermutu tinggi dan memenuhi Standar Internasional.

Dalam memenuhi permintaan yang datang baik dari pasar nasional maupun pasar internasional, perusahaan melakukan proses produksi untuk menghasilkan kaca lembaran. Proses produksi tersebut dimulai dari proses persiapan bahan baku, proses peleburan bahan baku, proses pembentukan kaca lembaran sampai dengan proses pengemasan kaca lembaran.

Proses produksi kaca lembaran tersebut masih menghasilkan produk cacat (*defect*). Persentase jumlah produk *defect* yang dihasilkan dari proses produksi tersebut masih tinggi. Padahal perusahaan telah menetapkan *Key Performance Indicator (KPI)* mengenai tingkat kecacatan (*defect rate*) yaitu sebesar 4.48% dari jumlah produksi. Sehingga, diharapkan proses produksi tersebut menghasilkan produk cacat (*defect*) yang tidak melebihi batas KPI tersebut. Berikut merupakan jumlah produk *defect* kaca lembaran pada bulan Januari sampai Maret 2017.

Tabel 1. 1 Jumlah Produk *Defect* Kaca Lembaran Januari - Maret 2017

<i>Line</i> Produksi	Bulan	Jumlah Produksi Kaca	Jumlah Produk <i>Defect</i>	<i>Defect Rate</i>
A1	Jan-17	180,123	9,186	5.10%
A1	Feb-17	185,209	9,131	4.93%
A1	Mar-17	239,279	14,811	6.19%
A2	Jan-17	277,978	11,230	4.04%
A2	Feb-17	240,722	8,449	3.51%
A2	Mar-17	231,271	4,255	1.84%

Sumber : Data Perusahaan

Berdasarkan Tabel 1.1, dapat dilihat bahwa setiap proses produksi yang dilakukan di *line* produksi A1 dan *line* produksi A2 selalu menghasilkan produk *defect*. Namun, produk *defect* yang dihasilkan di *line* produksi A1 memiliki persentase yang jauh lebih besar dibandingkan dengan *line* produksi A2.

Pada bulan Januari 2017, dihasilkan persentase produk *defect* sebanyak 5.10 % di *line* produksi A1 dari keseluruhan jumlah produk kaca lembaran sebanyak 180,123. Lalu, pada bulan Februari 2017, di *line* produksi A1 dihasilkan jumlah produk kaca lembaran yaitu sebesar 185,209 dengan persentase produk *defect* sebesar 4.93%. Kemudian, pada bulan Maret, dihasilkan persentase produk *defect* sebanyak 6.19% di *line* produksi A1 dari keseluruhan jumlah produk kaca lembaran sebanyak 239,279. Sedangkan di *line* produksi A2 dihasilkan persentase 4.04%, 3.51% dan 1.84% untuk bulan Januari sampai Maret 2017. Sehingga dapat dikatakan bahwa persentase produk *defect* di *line* produksi A1 lebih besar daripada persentase produk *defect* di *line* produksi A2.

Adapun jenis cacat (*defect*) yang terjadi pada produk kaca lembaran antara lain yaitu adanya gelembung udara yang terperangkap di dalam kaca, butiran kaca yang menempel di permukaan kaca dan batu yang terdapat di dalam kaca lembaran. Selain itu, jenis *defect* pada kaca lembaran yaitu adanya gumpil pada sudut kaca dan goresan pada permukaan kaca.

Beberapa produk *defect* tersebut dapat dikenakan proses pengerjaan ulang (*rework*). Namun, pada kenyataannya produk cacat (*defect*) yang dihasilkan akan dipisahkan dan dijadikan sebagai bahan campuran untuk proses produksi

selanjutnya. Tingginya jumlah produk cacat tentunya sangat merugikan perusahaan karena biaya proses produksi kaca lembaran tersebut akan sia-sia. Dengan demikian, perlu adanya perbaikan pada proses produksi untuk menurunkan jumlah cacat yang ada pada *line* produksi A1 di perusahaan tersebut.

Seiring dengan peningkatan permintaan kaca lembaran yang diproduksi pada *line* produksi A1, maka perlu adanya efisiensi dalam proses produksi kaca lembaran. Efisiensi perlu diterapkan agar produktivitas semakin meningkat. Hal tersebut akan berdampak pada peningkatan profit atau keuntungan perusahaan.

Kemudian, kualitas merupakan salah satu kunci utama keberhasilan bisnis dalam memenangkan persaingan pasar. Perlu adanya suatu strategi yang dapat menjaga kestabilan proses produksi agar dihasilkan produk dengan variasi kecil dan mengurangi produk *defect* pada *line* produksi A1.

Perusahaan ini telah berupaya menjaga kualitas kaca lembaran. Hal itu ditunjukkan dengan adanya penerapan 5S pada perusahaan ini. Selain itu, penggunaan *control chart* telah diterapkan untuk mengontrol proses produksi kaca lembaran. Namun, perusahaan ini belum menerapkan *Six Sigma* di dalam proses produksi.

*Six Sigma* merupakan suatu metode yang digunakan dalam pengendalian kualitas. Menurut Yang & El Haik (2003), *Six Sigma* adalah metodologi yang dapat digunakan oleh perusahaan untuk meningkatkan kapabilitas proses bisnisnya. Tujuan utama dari penerapan metode *Six Sigma* yaitu mengurangi variasi yang besar pada proses produksi. Metode *Six Sigma* mampu memberikan dampak positif dalam mereduksi jumlah *defect* kaca lembaran. *Tools* yang digunakan dalam upaya mereduksi *defect* adalah *Define, Measure, Analyze, Improvement, Control* (DMAIC *Six Sigma*), *Supplier Input Process Output Customer* (SIPOC), *Pareto Chart*, *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah bagaimana mengurangi jumlah *defect* pada produk kaca lembaran menggunakan metode *Six Sigma* untuk meningkatkan performansi produksi.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi *defect* yang paling sering terjadi dan memiliki dampak terbesar pada produk kaca lembaran berdasarkan CTQ (*Critical to Quality*).
2. Menghitung nilai *sigma* level dari proses produksi kaca lembaran di pada *line* produksi A1.
3. Mengidentifikasi akar penyebab permasalahan terjadinya *defect* pada proses produksi kaca lembaran pada *line* produksi A1
4. Memberikan alternatif solusi yang dapat diterapkan oleh perusahaan dalam mereduksi *defect* dan mengurangi kerugian yang diakibatkan oleh *defect* yang tinggi agar KPI tercapai.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat diadakannya penelitian ini sebagai berikut.

1. Membantu meningkatkan performansi produksi dan mencapai target KPI di bagian produksi kaca lembaran pada *line* produksi A1.
2. Mendapatkan alternatif solusi dalam mereduksi *waste* berupa cacat produksi yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan dan meningkatkan kapabilitas proses.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup pelaksanaan penelitian ini terdiri dari penentuan batasan dan asumsi. Berikut adalah penjelasan batasan dan asumsi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini.

#### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian tugas akhir ini dilakukan pada *line* produksi A1.
2. Jenis kaca yang dijadikan obyek amatan yaitu kaca lembaran LNFL (*Light Green Flat Glass*)

3. Penelitian hanya dilakukan sampai tahap *Improve* pada metode DMAIC *Six Sigma* dan belum diimplementasikan
4. Penelitian ini hanya memfokuskan pada tahap pemberian alternatif untuk rekomendasi perbaikan pada perusahaan, sedangkan tahap implementasi serta kontrol disesuaikan dengan kebijakan perusahaan.

### **1.5.2 Asumsi**

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Proses produksi berjalan dengan normal saat dilakukan penelitian.
2. Tidak ada perubahan kebijakan perusahaan selama penelitian ini dilakukan

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada subbab ini dijelaskan mengenai sistematika penulisan yang akan digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir.

#### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian. Selain itu, terdapat ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan tugas akhir.

#### **2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi mengenai teori-teori yang digunakan dalam penelitian. Teori tersebut akan menjadi dasar penelitian dan landasan bagi peneliti. Landasan teori tersebut bertujuan sebagai sarana mempermudah pembaca dalam memahami konsep yang digunakan dalam penelitian ini. Teori yang digunakan didapatkan dari berbagai literatur, penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya, jurnal serta berbagai artikel. Selain itu, metode yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini juga dijelaskan pada bagian ini.

#### **3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian tugas akhir. Tahapan-tahapan tersebut dilakukan secara berurutan agar dapat melaksanakan penelitian dengan sistematis dan terstruktur.

#### 4. BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi mengenai proses pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian. Selain itu, terdapat proses pengolahan data yang dilakukan untuk menjawab permasalahan yang ada serta mencapai tujuan penelitian.

#### 5. BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Bab ini menjelaskan mengenai hal-hal yang didapat setelah melalui tahapan pengumpulan dan pengolahan data. Analisis dilakukan dari data-data primer maupun data-data sekunder yang telah diolah. Selain itu, terdapat pula alternatif-alternatif perbaikan untuk mengatasi permasalahan perusahaan.

#### 6. BAB 6 KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan serangkaian kegiatan penelitian. Selain itu, terdapat saran atau rekomendasi yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

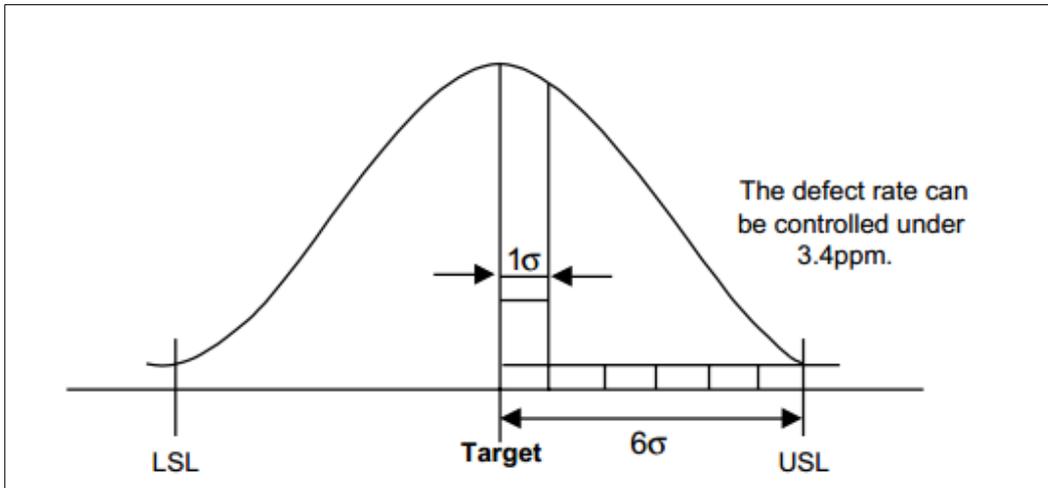
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori *Six Sigma*, SIPOC, *Failure Model and Effect Analysis* (FMEA), *Root Cause Analysis* (RCA) dan *Define Measure Analyze Improve Control* (DMAIC) *Six Sigma*. Teori-teori tersebut akan digunakan sebagai landasan pengerjaan laporan penelitian tugas akhir.

#### **2.1 *Six Sigma***

Menurut Yang & El-Haik (2003), *Six Sigma* merupakan suatu metodologi yang menyediakan *tools* untuk meningkatkan kapabilitas dari suatu proses produksi perusahaan. Sedangkan menurut Pyzdek & Keller (2010), *Six Sigma* adalah suatu teknik yang teliti, fokus dan terbukti sangat efektif untuk diterapkan pada peningkatan kualitas. Di dalam *Six Sigma*, proses merupakan unit dasar untuk dilakukan perbaikan secara terus-menerus. Perbaikan pada proses produksi yang dilakukan diharapkan mampu peningkatan kinerja perusahaan serta mampu menurunkan variasi kinerja. Sehingga, penerapan dari *Six Sigma* dapat mereduksi jumlah cacat (*defect*) serta meningkatkan profit perusahaan. Selain itu, manfaat dari penerapan *Six Sigma* yaitu adanya peningkatan kualitas produk dan peningkatan semangat kerja karyawan.

##### **2.1.1 *Six Sigma* dari Segi Statistik**

Menurut Brue (2002), *Six Sigma* merupakan suatu konsep statistik yang mengukur cacat (*defect*) dalam sebuah proses. *Sigma* berarti standar deviasi yang menyatakan suatu nilai simpangan terhadap nilai tengah dari suatu populasi. Suatu proses dapat dikatakan baik apabila berjalan di dalam rentang tertentu. Rentang tersebut memiliki batas atas/ *Upper Specification Limit* (USL) dan batas bawah/ *Lower Specification Limit* (LSL). Jika hasil keluaran (*output*) dari suatu proses berada di luar rentang tersebut maka dapat dikatakan sebagai cacat/ ketidaksesuaian (*defect*). Secara statistik, *Six Sigma* dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2. 1 *Sigma Quality Levels of Six Sigma* (Park, 2003)

*Six Sigma* bertujuan untuk mengurangi variasi agar dapat mencapai standar deviasi yang sangat kecil. Di dalam *Six Sigma*, apabila terdapat suatu proses yang menghasilkan jumlah cacat sebesar 3.4 DPMO (*Defects per Million Opportunities*) maka proses tersebut akan dinyatakan telah mencapai level *Six Sigma*. *Defects per Million Opportunities* (DPMO) adalah sejumlah peluang terjadinya cacat dari sejuta kesempatan yang ada. Berikut merupakan hubungan antara nilai *Sigma* dengan DPMO.

Tabel 2. 1 Hubungan Nilai *Sigma* dan DPMO

<i>Sigma Level</i>	DPMO	<i>Yield</i>
6-sigma	3.4	99.9997%
5-sigma	233	99.977%
4-sigma	6,210	99.379%
3-sigma	66,807	93.32%
2-sigma	308,537	69.2%
1-sigma	690,000	31%

Sumber: George, 2002

Dari Tabel 2.1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai *sigma*, maka akan diikuti dengan penurunan nilai DPMO. Hal tersebut dapat diartikan bahwa jika

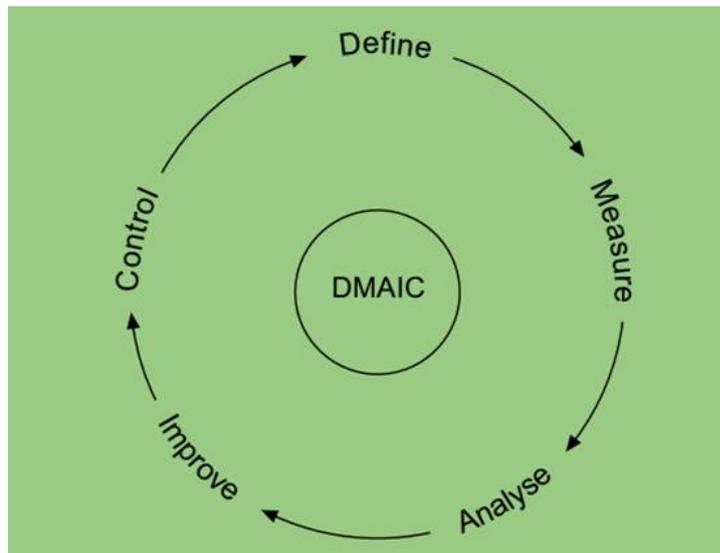
suatu proses menghasilkan jumlah cacat yang sangat kecil daripada jumlah produk yang dihasilkan, maka akan menghasilkan nilai *sigma* yang tinggi.

### **2.1.2 Six Sigma dari Segi Metodologi**

Menurut Brue (2002), metodologi *Six Sigma* menggunakan *statistical tools* untuk mengidentifikasi beberapa faktor penting yang paling berpengaruh terhadap peningkatan kualitas proses produksi. *Six Sigma* adalah suatu bentuk kegiatan yang dilakukan oleh seluruh *stakeholder* perusahaan dalam rangka mencapai suatu tujuan. Tujuan yang dimaksud yaitu peningkatan kepuasan konsumen dan peningkatan efisiensi proses bisnis.

Menurut Yang & El-Haik (2003), metodologi *Six Sigma* memiliki dua pendekatan yaitu *Define Measure Analyze Improve Control* (DMAIC) dan *Define Measure Analyze Design Verify* (DMADV). DMAIC mudah diaplikasikan untuk produk atau proses eksisting yang akan diperbaiki. Sedangkan DMADV diterapkan untuk produk atau proses baru yang akan didesain dan diimplementasikan.

DMAIC adalah suatu metode untuk menyelesaikan masalah dengan *Six Sigma*. Metode DMAIC memiliki lima tahapan yaitu menetapkan masalah (*Define*), mengukur performansi (*Measure*), menganalisis penyebab masalah (*Analyze*), meningkatkan proses (*Improve*) dan kontrol proses agar masalah tidak terulang kembali (*Control*). Tahapan tersebut secara berurutan akan membentuk suatu siklus peningkatan kualitas dengan metode *Six Sigma*. Gambar 2.2 menunjukkan siklus DMAIC sebagai berikut.



Gambar 2. 2 Siklus DMAIC Six Sigma (Basu & Wright, 2003)

## 2.2 *Supplier Input Process Output Customer (SIPOC)*

Menurut Pyzdek & Keller (2010), SIPOC merupakan suatu metode yang digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. SIPOC menggambarkan aktivitas-aktivitas di dalam sebuah sistem sehingga dapat diketahui proses utama maupun subproses. Selain itu, SIPOC juga bermanfaat untuk mengetahui pengaruh masing-masing proses terhadap proses selanjutnya. Penggunaan SIPOC akan mempermudah menemukan lokasi dari suatu proses yang menimbulkan suatu *defect* pada produk. SIPOC memiliki lima elemen utama dari sistem kualitas yaitu *suppliers*, *inputs*, *process*, *outputs* dan *customers*. Berikut merupakan diskripsi terkait elemen dalam SIPOC.

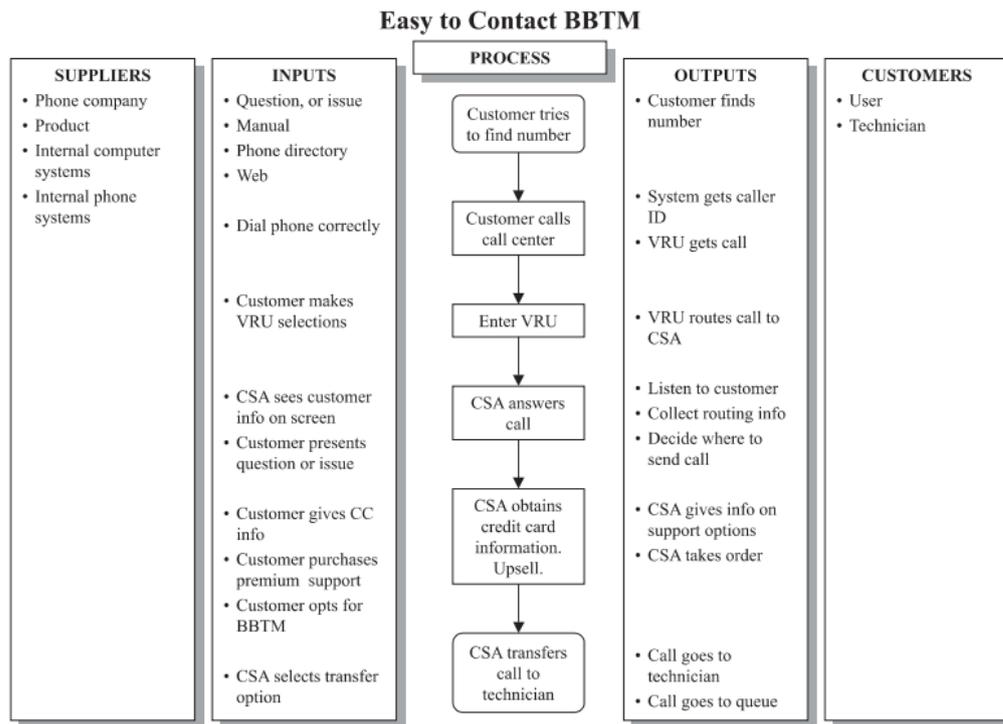
1. *Suppliers* merupakan orang atau sekelompok orang yang memberikan informasi terkait *raw material* atau sumber daya lain yang diperlukan suatu proses produksi. Jika suatu proses terdiri dari beberapa subproses, maka subproses sebelumnya dapat dianggap sebagai petunjuk pemasok internal (*internal suppliers*).
2. *Inputs* adalah segala sesuatu yang diperoleh dari pemasok (*suppliers*) untuk diproses.
3. *Process* merupakan serangkaian tahapan yang mentransformasi *input* dan secara ideal memberikan nilai tambah terhadap *input* tersebut.

4. *Outputs* merupakan produk baik berupa barang atau jasa yang dihasilkan dari suatu proses.
5. *Customers* adalah orang, sekelompok orang atau subproses yang menerima *outputs*. Jika suatu proses terdiri dari beberapa subproses, maka subproses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customers*).

SIPOC merupakan *tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dalam proses perbaikan. Dalam pembuatan SIPOC, dimulai dengan mendapatkan informasi dari orang-orang yang mengetahui tentang proses tertentu. Dilakukan *brainstorming* untuk membuat sebuah bagan SIPOC. Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan bagan SIPOC menurut Pyzdek & Keller (2010).

1. Membuat *process map* dari proses yang ada.
2. Mengidentifikasi *outputs* dari suatu proses dengan cara *brainstorming* dan mencatat seluruh ide terkait *output* tersebut.
3. Mengidentifikasi *customers* yang akan menerima *outputs*.
4. Mengidentifikasi *inputs* yang diperlukan di dalam suatu proses untuk menghasilkan *outputs*.
5. Mengidentifikasi *suppliers* yang terlibat dalam sistem tersebut.
6. Menganalisis setiap elemen yang ada.
7. Membuat bagan SIPOC.
8. Melakukan pengecekan terhadap bagan SIPOC dan melakukan modifikasi jika diperlukan.

SIPOC menjadi suatu masukan utama dalam membangun pemetaan proses yang lengkap. Kelebihan dari SIPOC yaitu dapat mengetahui pengaruh dari proses sebelumnya. Selain itu, dapat diketahui *stakeholder* yang memiliki andil di dalam suatu proses produksi. Berikut merupakan contoh bagan SIPOC.



Gambar 2. 3 Contoh Bagan SIPOC (Pyzdek & Keller, 2010)

### 2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Menurut Yang & KI-Haik (2003), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah metode yang sangat penting untuk mengeliminasi potensi kegagalan (*potential failures*). FMEA digunakan untuk klasifikasi kegagalan secara detail sehingga didapatkan kegagalan-kegagalan kritis yang perlu dilakukan antisipasi oleh perusahaan.

Langkah-langkah dalam menyusun FMEA menurut McDermott (2009) sebagai berikut.

1. Menentukan sistem yang akan dianalisis.
2. Menggambarkan sistem dalam sebuah peta proses.
3. Menganalisis *stakeholder* yang berpengaruh terhadap sistem menggunakan *Supplier Input Process Output Customer analysis* (SIPOC Analysis).
4. Mengidentifikasi fungsi pada setiap proses.
5. Mencari dan menentukan potensi kegagalan pada setiap fungsi dari bagian tersebut.

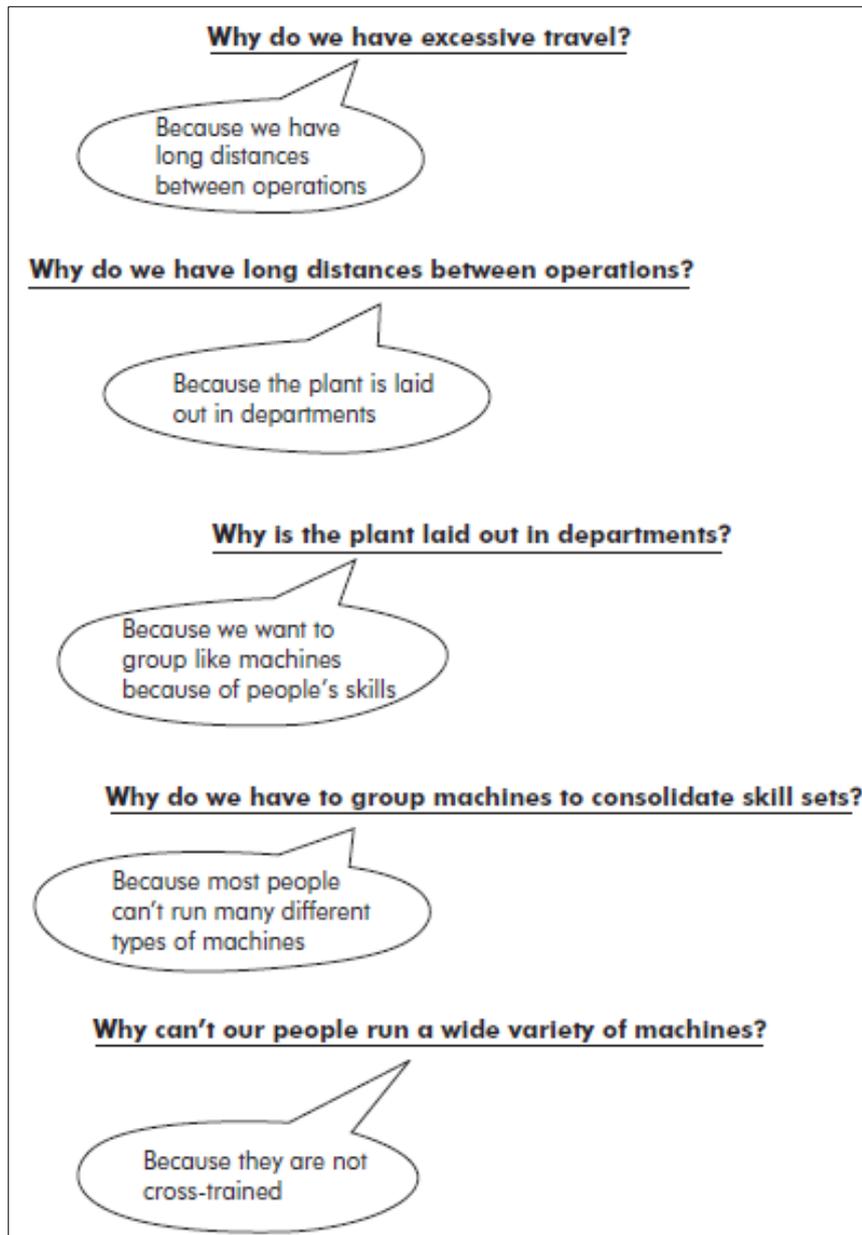
6. Menentukan dampak (*severity*), potensi terjadi kegagalan (*occurrence*) dan potensi terdeteksinya kegagalan (*detection*) untuk setiap kemungkinan kegagalan. Berikut merupakan penjelasan dari *severity*, *occurrence*, dan *detection*.
  - a. *Severity* adalah sebuah penilaian untuk menunjukkan seberapa besar efek yang ditimbulkan dari *failure mode* yang berdampak pada konsumen maupun proses-proses selanjutnya.
  - b. *Occurrence* adalah sebuah penilaian mengenai peluang dari frekuensi penyebab terjadinya kegagalan yang akan terjadi, sehingga dapat dihasilkan *failure mode* yang berdampak tertentu pada suatu sistem.
  - c. *Detection* adalah sebuah penilaian mengenai kemampuan dari suatu alat maupun proses control dalam mendeteksi kegagalan pada suatu sistem.
7. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) untuk tiap potensi kejadian kegagalan. Potensi kegagalan kritis ditunjukkan dari nilai RPN terbesar.
 
$$\text{RPN} = \text{Severity (S)} \times \text{Occurrence (O)} \times \text{Detection (D)} \quad (2.1)$$
8. Menentukan penanganan untuk setiap kemungkinan kegagalan yang kritis. Perlu adanya penentuan kompensasi yang tepat pada tiap *stakeholder* ketika terjadi kegagalan.
9. Melakukan *update* FMEA apabila terjadi perubahan desain maupun proses oleh perusahaan.

Menurut Singgih (2007), urutan prioritas alternatif perbaikan dapat diketahui dengan cara mengurutkan nilai RPN. Sehingga untuk mendapatkan akar permasalahan kritis dapat menggunakan nilai RPN tertinggi dari tiap permasalahan.

#### **2.4 Root Cause Analysis**

Menurut Mann (2010), *Root Cause Analysis* (RCA) merupakan sebuah *basic tools* yang fokus mengeliminasi penyebab dari permasalahan. Salah satu *tools* RCA adalah 5 *why*. Dari permasalahan yang ada diajukan pertanyaan menggunakan

kalimat tanya mengapa (*why*) sampai diketahui sumber penyebab masalah. Berikut adalah contoh RCA menggunakan 5 *why*.



Gambar 2. 4 Contoh RCA 5 *Why* (Carreira, 2005)

## 2.5 DMAIC Six Sigma

Menurut Pyzdek & Keller (2010), *Define-Measure-Analyze-Control* (DMAIC) digunakan ketika mengaplikasikan peningkatan performansi dari suatu produk eksisting, proses maupun servis. Gambaran umum mengenai DMAIC dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut.

Tabel 2. 2 *Overview DMAIC*

D	Mendefinisikan tujuan dari kegiatan perbaikan dan menggabungkan ke dalam <i>Project Charter</i> . Memperoleh <i>sponsorship</i> dan <i>assemble team</i> .
M	Mengukur kondisi eksisting dari suatu sistem. Membangun sistem ukuran yang <i>valid</i> dan <i>reliable</i> untuk membantu dalam memonitor kemajuan pencapaian tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Membangun garis dasar performansi dari proses eksisting menggunakan pengukur yang tepat.
A	Menganalisis suatu sistem untuk diidentifikasi dalam rangka mengeliminasi perbedaan antara performansi eksisting dari sistem atau proses dengan tujuan yang akan dicapai. Menggunakan <i>statistical tools</i> untuk mempermudah dalam melakukan analisis.
I	Memperbaiki sistem. Berfikir kreatif dalam rangka menemukan cara yang lebih baik, lebih murah atau lebih cepat. Menggunakan <i>project management</i> atau <i>management tools</i> untuk mengimplementasikan pendekatan baru tersebut. Menggunakan metode statistik untuk memvalidasi perbaikan tersebut.
C	Mengontrol sistem baru. Menggunakan <i>statistical tools</i> untuk memonitor stabilitas sistem baru.

Sumber : Pyzdek & Keller, 2010

Struktur DMAIC merupakan kerangka yang berguna untuk mengontrol suatu proyek. Berikut beberapa *Six Sigma Tools* yang digunakan dalam setiap tahap DMAIC.

Tabel 2. 3 *Six Sigma Tools* pada DMAIC

Tahap	<i>Candidate Six Sigma Tools</i>
D	<i>Project Charter, VOC Tools (Surveys, Focus Groups, Letters, Comment Cards, Process Map, QFD, SIPOC, Benchmarking, Project Planning and Management Tools, or Pareto Analysis</i>
M	<i>Measurement Systems Analysis, Process Behavior Charts (SPC), Exploratory Data Analysis, Descriptive Statistics, Data Mining, Run Charts, or Pareto Analysis</i>

Tabel 2.3 *Six Sigma Tools* pada DMAIC (Lanjutan)

Tahap	<i>Candidate Six Sigma Tools</i>
A	<i>Cause and Effect Diagrams, Tree Diagrams, Brainstorming, Process Behavior Chart (SPC), Process Maps, Design of Experiments, Enumerative Statistics (Hypothesis Tests), Inferential Statistics (Xs and Ys), or Simulation</i>
I	<i>Force Field Diagrams, FMEA, 7M Tools, Project Planning and Management Tools, Prototype and Pilot Studies, or Simulations</i>
C	<i>SPC, FMEA, ISO 900x, Change Budgets, Bid Models, Cost Estimating Models, Reporting System</i>

Sumber : Pyzdek & Keller, 2010

Menurut Yang & El-Haik (2003), pada tiap tahap DMAIC dalam metodologi *Six Sigma* akan dilakukan beberapa aktivitas sebagai berikut.

#### 1. Tahap *Define*

Tahap pertama dalam metodologi *Six Sigma* adalah tahap *define*. Pada tahap ini dilakukan pendefinisian permasalahan dan tujuan dari kegiatan perbaikan. Tahap ini dilakukan agar perbaikan proses sesuai dengan keinginan pihak-pihak yang terkait (*triple bottom line* perusahaan). *Tools* yang digunakan yaitu *Supplier, Input, Process, Output, Customer* (SIPOC). Kegunaan dari *tools* ini yaitu untuk mengidentifikasi kebutuhan *stakeholder, input* dan *output* yang diinginkan, serta *process deliverables*.

#### 2. Tahap *Measure*

Pada tahap ini dilakukan pengukuran kondisi eksisting dari suatu sistem. Tujuan utama adanya tahap ini adalah untuk mengetahui bagian kritis dari suatu proses yang akan diperbaiki. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran level *sigma* dari perusahaan dan perhitungan kapabilitas proses.

### 3. Tahap *Analyze*

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk bagian-bagian kritis dari proses yang telah diukur sebelumnya. Analisis dilakukan menggunakan RCA dan FMEA. Perbaikan yang nantinya akan dilakukan berdasarkan analisis dari data-data tersebut.

### 4. Tahap *Improve*

Pada tahap ini akan dilakukan *brainstorming* untuk mengusulkan beberapa ide perbaikan. Perlu adanya pembuatan skenario perbaikan agar dapat diketahui seberapa besar dampak perbaikan terhadap proses eksisting. Selain itu, dapat dilakukan perbandingan kemampuan perusahaan dalam mengimplementasikan perbaikan tersebut.

### 5. Tahap *Control*

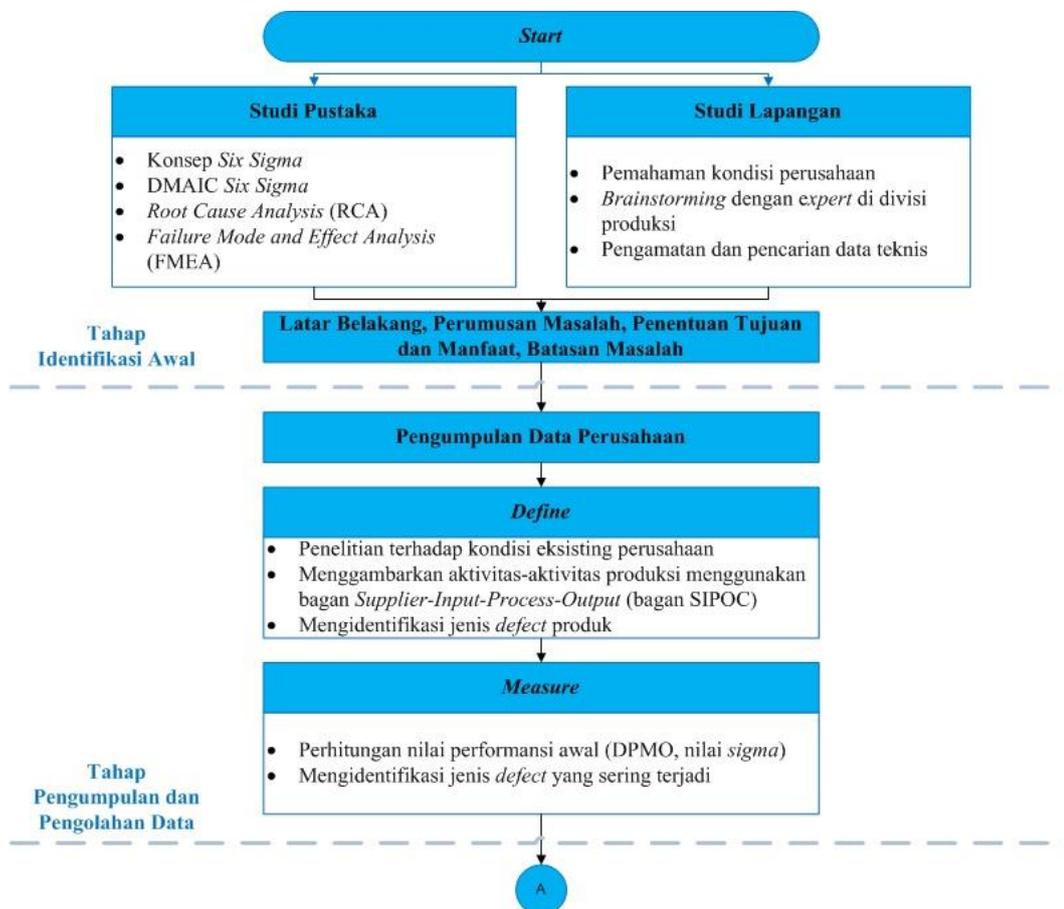
Pada tahap ini akan dilakukan kontrol untuk mencegah terjadinya kegagalan di dalam proses. Tahap ini dapat dilakukan setelah perbaikan diimplementasikan pada sistem tersebut. *Tools* yang dapat digunakan pada tahap ini yaitu *Statistical Process Control* (SPC), *Poka Yoke* (*error proofing*), dan sebagainya.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

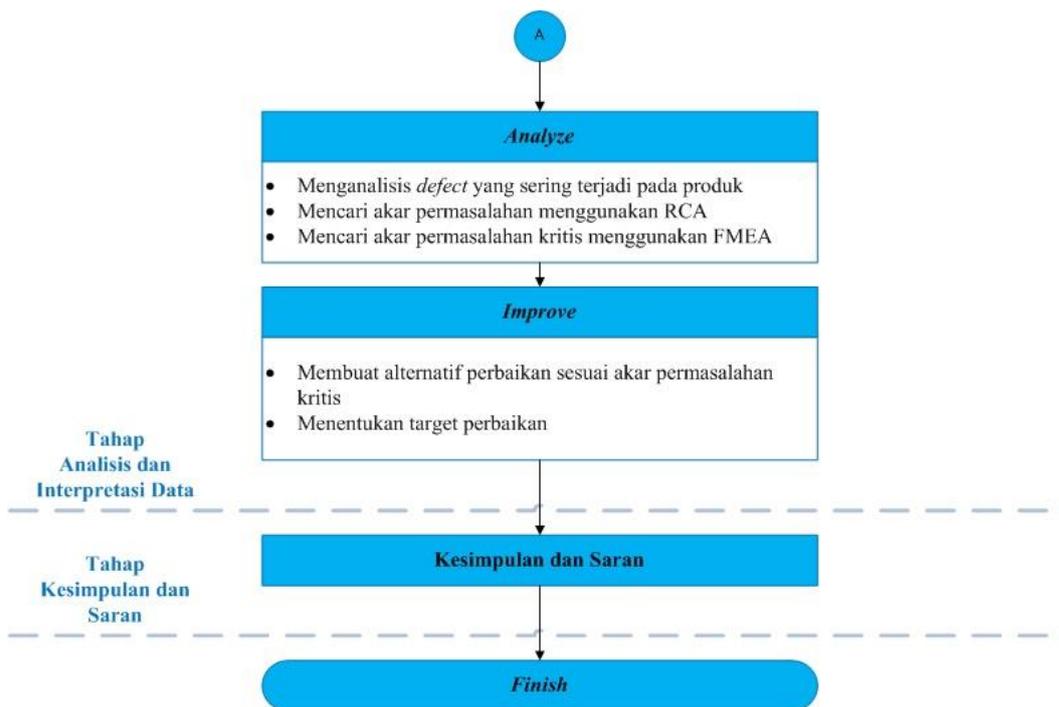
## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kerangka berfikir (metodologi) yang digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian tugas akhir ini meliputi tahap identifikasi awal, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data serta tahap kesimpulan dan saran. Berikut merupakan *flowchart* penelitian tugas akhir.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir (Lanjutan)

### 3.1 Tahap Identifikasi Awal

Tahap ini merupakan tahap identifikasi awal untuk melakukan penelitian tugas akhir. Pada tahap ini terdapat beberapa aktivitas seperti studi pustaka dan studi lapangan, serta identifikasi permasalahan.

#### 3.1.1 Studi Pustaka dan Studi Lapangan

Pada tahap awal, dilakukan studi pustaka dengan mempelajari teori-teori yang nantinya dibutuhkan saat melakukan penelitian tugas akhir. Studi lapangan juga dilakukan bersamaan dengan studi pustaka. Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting di perusahaan. Dari studi pustaka dan studi lapangan maka penulis dapat mengetahui permasalahan serta metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Studi pustaka yang akan dilakukan oleh penulis berkaitan dengan teori-teori mengenai konsep *Six Sigma*, *DMAIC Six Sigma*, *Root Cause Analysis (RCA)*, dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Teori-teori serta metode tersebut didapat dari buku, jurnal maupun materi perkuliahan yang berkaitan dengan permasalahan.

Pada tahap studi lapangan akan dilakukan observasi untuk memahami kondisi perusahaan. Selain itu, dilakukan *brainstorming* dengan orang yang berkompeten di divisi produksi, Selanjutnya akan dilakukan pengamatan dan pencarian data teknis yang dibutuhkan.

### **3.1.2 Identifikasi Permasalahan**

Setelah dilakukan studi pustaka dan studi lapangan, penulis dapat mengetahui permasalahan yang harus diselesaikan dengan metode yang sesuai. Kemudian, dilakukan identifikasi permasalahan meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat serta batasan masalah. Latar belakang menjelaskan mengenai gejala-gejala yang ada di perusahaan, sumber masalah serta penentuan metode untuk penyelesaian masalah. Perumusan masalah dilakukan berdasarkan latar belakang yang telah disusun. Penetapan tujuan dan manfaat bagi perusahaan dilakukan pada bagian ini. Lalu, pemberian batasan masalah diperlukan agar terfokus pada satu hal sehingga mudah untuk diselesaikan.

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

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap ini dilakukan aktivitas-aktivitas sebagai berikut.

### **3.2.1 Pengumpulan Data Perusahaan**

Pada tahap ini dilakukan pencarian data-data yang diperlukan terkait dengan performansi dan pencapaian dari aktivitas produksi perusahaan. Data-data yang didapatkan berupa data sekunder dan data primer. Data sekunder didapatkan dari laporan kegiatan produksi, sedangkan data primer didapatkan dari pengamatan objek amatan maupun wawancara kepada *expert* di divisi produksi. Data tersebut nantinya akan diolah menggunakan metode yang telah ditentukan.

### 3.2.2 *Define*

Pada tahap *define* dilakukan aktivitas-aktivitas sebagai berikut.

1. Penelitian terhadap kondisi eksisting perusahaan

Pada tahap ini dilakukan observasi secara langsung ke perusahaan. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui proses produksi, pencapaian serta performansi proses di perusahaan tersebut.

2. Penggambaran aktivitas-aktivitas produksi menggunakan bagan SIPOC

Penggambaran proses bisnis menggunakan SIPOC dilakukan untuk mengidentifikasi semua elemen yang relevan dalam proses perbaikan. Penggunaan SIPOC dapat menggambarkan aktivitas-aktivitas di seluruh proses produksi perusahaan secara utuh. Dalam pembuatan bagan SIPOC, dilakukan dengan wawancara pihak perusahaan. Pemetaan elemen-elemen ke dalam bagan dilakukan setelah semua data didapatkan.

3. Identifikasi jenis cacat pada produk kaca lembaran

Data-data yang diperoleh sebelumnya, dapat diidentifikasi mengenai jenis-jenis cacat (*defect*) pada produk. Selanjutnya akan dilakukan penanganan terhadap cacat (*defect*) yang paling sering terjadi.

### 3.2.3 *Measure*

Pada tahap *measure* dilakukan aktivitas-aktivitas sebagai berikut.

1. Melakukan perhitungan nilai performansi awal (DPMO, Nilai *Sigma*)
2. Identifikasi jenis cacat yang sering terjadi

## 3.3 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

Tahap analisis dan interpretasi data dapat dilakukan setelah tahap pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap terdiri dari tahap *analyze* dan tahap *improve*.

### 3.3.1 *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Melakukan analisis terhadap cacat yang sering terjadi pada produk  
Analisis terhadap jenis cacat (*defect*) dapat dilakukan setelah didapatkan data mengenai jenis cacat yang sering muncul. Analisis dilakukan berkaitan dengan penyebab dari cacat tersebut serta dampak yang ditimbulkan terhadap kualitas produk.
2. Mencari akar permasalahan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA)  
Pembuatan RCA dilakukan untuk menganalisis akar permasalahan dari cacat yang sering muncul. Hasil dari RCA akan digunakan sebagai input dalam pembuatan *Failure Model and Effect Analysis* (FMEA).
3. Mencari akar permasalahan kritis menggunakan *Failure Model and Effect Analysis* (FMEA)  
Pembuatan FMEA dapat dilakukan setelah pembuatan RCA. Akar permasalahan yang didapatkan dari RCA, nantinya akan dilakukan perhitungan terkait *severity*, *occurance* dan *detection* terhadap efek yang ditimbulkan. Sehingga, didapatkan akar permasalahan kritis yang akan dilakukan perbaikan untuk tiap-tiap jenis *defect* pada produk.

### 3.3.2 *Improve*

Pada tahap *improve* dilakukan aktivitas-aktivitas sebagai berikut.

1. Membuat Usulan-Usulan Perbaikan  
Dilakukan *brainstorming* untuk menghasilkan usulan-usulan perbaikan yang sesuai dengan akar permasalahan kritis dari tiap jenis *defect*. Diharapkan usulan terbaik tersebut dapat menjadi masukan untuk perusahaan dalam melakukan peningkatan performansi perusahaan.
2. Menentukan Target Perbaikan dari Alternatif yang Telah Diusulkan  
Dilakukan penerapan target perbaikan dari alternatif yang telah diusulkan. Nantinya akan dilakukan perbandingan nilai *sigma* dari target perbaikan dan kondisi eksisting.

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

Pada tahap ini dilakukan pembuatan kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu, dilakukan pemberian saran untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini. Data-data yang telah dikumpulkan akan diolah menggunakan *tools* yang telah ditentukan sebelumnya.

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

Pada tahap ini terdiri dari profil perusahaan dan proses produksi kaca lembaran.

##### **4.1.1 Profil Perusahaan**

Perusahaan Flat Glass (PFG) merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi kaca lembaran dengan proses pengambangan (*floating process*) di Indonesia. Perusahaan ini memiliki luas pabrik sekitar 85 Ha. Perusahaan ini memiliki *line* produksi A1 dan *line* produksi A2 yang memiliki kapasitas maksimal 300.000 ton/tahun atau 1.000 ton/hari. Perusahaan ini beroperasi selama 24 jam dan terdapat 3 *shift* kerja. Karyawan yang bekerja di perusahaan ini berjumlah sekitar 1.100 karyawan.

Perusahaan ini memproduksi tiga jenis kaca lembaran sebagai berikut.

1. Kaca *Indo Float (Clear Float Glass with Excellent Transmittance and Transparency)*

Jenis kaca ini merupakan kaca bening hasil dari proses pengambangan (*float process*) dengan permukaan yang bersih, rata serta bebas distorsi. Jenis kaca ini dapat digunakan untuk eksterior dan interior pada bangunan, kaca pengaman khusus maupun peralatan rumah tangga.

2. Kaca *Panasap (Solar Heat Absorbing Colored Glass That Creates A Comfortable Room)*

Jenis kaca ini merupakan kaca *float* yang telah diberi warna dengan cara penambahan sedikit logam pewarna. Jenis kaca ini dapat menyerap sebagian cahaya matahari. Adapun jenis warna dari kaca ini adalah

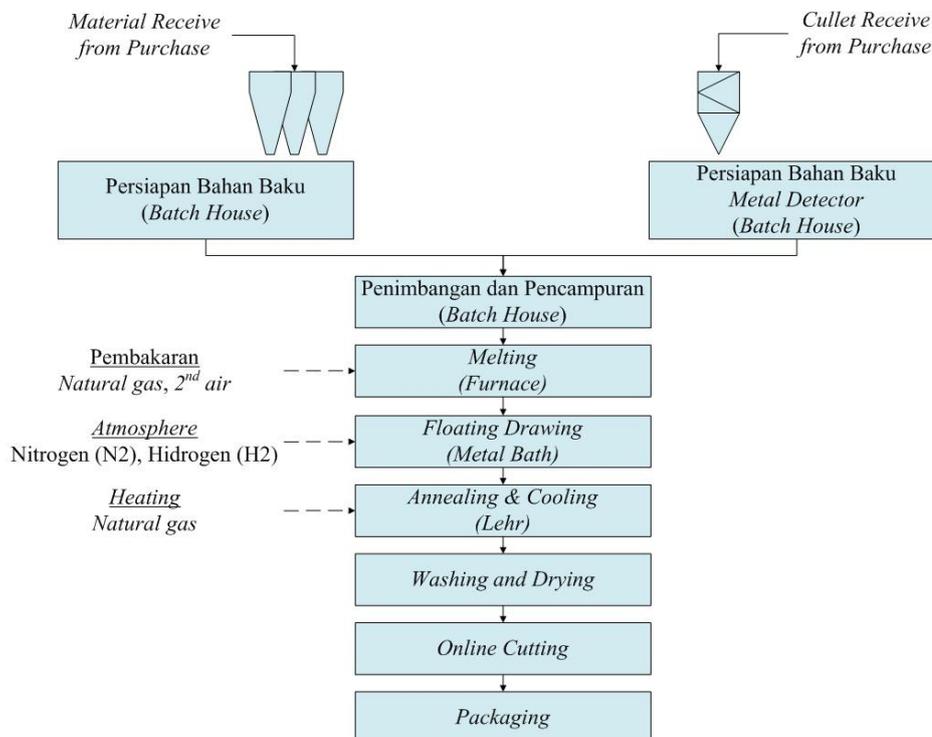
grey, dark grey, blue, dark blue, bronze, dark green, light green, european green, privacy dark grey, heat absorbent glass, dan privacy dark green. Jenis kaca ini dapat digunakan untuk eksterior dan interior bangunan.

### 3. Kaca Stopsol (*Solar Heat Reflective Glass to Improve Coolness*)

Jenis kaca ini didapatkan dari proses yang sama dengan jenis kaca sebelumnya. Namun, pada kaca ini terdapat lapisan oksida logam yang tipis dan transparan di salah satu permukaannya. Hal tersebut dapat membuat jenis kaca ini lebih tahan terhadap perubahan cuaca. Jenis kaca ini cocok digunakan untuk jendela serta dinding bangunan.

#### 4.1.2 Proses Produksi Kaca Lembaran

Perusahaan Flat Glass (PFG) memproduksi kaca lembaran dengan proses pengambangan (*float process*) yaitu mengalirkan lelehan kaca di atas cairan timah. Sehingga, kaca yang dihasilkan berbentuk datar (*flat*) dengan kualitas tinggi serta kedua permukaan kaca yang bebas dari distorsi. Secara umum, berikut merupakan bagan dari proses pembuatan kaca dari awal sampai akhir.



Gambar 4. 1 Bagan Proses Pembuatan Kaca (Data Perusahaan)

Proses produksi kaca terdiri dari delapan proses produksi. Berikut merupakan penjelasan dari proses produksi kaca lembaran pada tiap seksi produksinya.

#### 1. Proses Persiapan Bahan Baku

Proses persiapan bahan baku pembuatan kaca terjadi di *Batch House*.

Bahan baku dalam pembuatan kaca terdiri dari:

- a. Bahan baku alam (*silica sand, feldspar, dolomite*)
- b. Bahan baku kimia (*soda ash, calumite, saltcake*)
- c. Bahan baku pewarna (*blue dust*)
- d. Bahan baku tambahan (pecahan kaca / *cullet*)

Bahan baku alam, bahan baku kimia, dan bahan baku pewarna disebut dengan *batch*. Sedangkan bahan baku tambahan disebut dengan *cullet*.

Khususnya untuk *cullet* dilakukan proses *metal detection* agar nantinya terbebas dari logam yang dapat menyebabkan *defect* pada kaca lembaran. Seluruh *batch* dan *cullet* tersebut akan melalui proses pengayakan sehingga didapatkan ukuran partikel yang standar.

#### 2. Proses Penimbangan dan Pencampuran Bahan Baku

Setelah melalui proses persiapan bahan baku, *batch* dan *cullet* tersebut akan dibawa ke seksi penimbangan dan pencampuran bahan baku di *Batch House*. Pada seksi ini, dilakukan proses penimbangan untuk masing-masing bahan baku. Penimbangan dilakukan pada berat kering bahan baku menggunakan peralatan penimbangan (*scale*). Lalu, dilakukan pencampuran bahan baku menggunakan peralatan *mixing* di tangki dengan kapasitas maksimal 3500 Kg. Bahan baku yang telah tercampur rata kemudian dimasukkan ke *silo* untuk disimpan sementara dan selanjutnya akan dibawa ke seksi peleburan.

#### 3. Proses Peleburan (*Melting*)

Selanjutnya, proses peleburan dapat dilakukan setelah proses penimbangan dan pencampuran bahan baku. Proses ini dilakukan di tungku pembakaran (*furnace 6 port x 2*) dengan temperatur maksimal sebesar 1670<sup>0</sup>C. *Batch* dan *cullet* yang telah tercampur rata akan

dipanaskan sampai melebur dan homogen menggunakan api yang berasal dari *natural gas* serta pengaturan 2<sup>nd</sup> *air. Batch* dan *cullet* yang telah melebur dapat disebut dengan *molten glass*. Penggunaan *bubbler* dan *skimbar* akan membantu *molten glass* menjadi lebih homogen. Secara umum, terdapat empat tahap di seksi *melting* yaitu peleburan (*melting*) di tungku/ *furnace*, pelepasan gelembung udara (*bubble*) dalam *molten glass*, *skimming* dan *stirring* serta penjernihan (*refining*).

#### 4. Proses Pembentukan Kaca (*Drawing*)

*Molten glass* yang telah homogen akan dialirkan ke *Metal Bath*. *Metal Bath* merupakan kolam yang di dalamnya terdapat timah cair. Proses pembentukan kaca dimulai dari aliran *molten glass* di atas timah cair yang akan dibentuk menggunakan *A-Roll* pada bagian sisi-sisinya serta *Lehr-Roll* pada ujung *Metal Bath*. Pembentukan kaca dilakukan sesuai tebal dan lebar order. Pada tahap ini ditambahkan *atmosphere* berupa hidrogen (H<sub>2</sub>) dan nitrogen (N<sub>2</sub>) agar tidak terjadi oksidasi timah yang akan menyebabkan kaca melekat pada timah.

#### 5. Proses Pendinginan Kaca (*Annealing and Cooling*)

Setelah proses pembentukan kaca, maka dilakukan proses pendinginan kaca. Proses ini terjadi di *Lehr*. Proses pendinginan dilakukan secara bertahap (*annealing*) agar dapat diatur kekerasan dan kelenturan kaca dengan pengaturan pemberian *natural gas*. Pada proses ini diharapkan agar kaca mudah dipotong, tidak pecah dan tidak bergelombang. Lalu, proses pendinginan (*cooling*) dilakukan dengan membiarkan kaca di udara bebas.

#### 6. Proses Pencucian dan Pengeringan Kaca (*Washing and Drying*)

Proses selanjutnya yaitu proses pencucian dan pengeringan kaca. Pada proses ini, kaca disemprot dengan *RO water* dengan tekanan tertentu menggunakan mesin *RO* agar kotoran yang menempel di permukaan kaca dapat dihilangkan. Kemudian, kaca dikeringkan sampai tidak ada bekas noda air.

#### 7. Proses Pemotongan Kaca (*Cutting*)

Lalu, kaca yang telah bersih dipotong sesuai order menggunakan *online cutting*. *Online cutting* merupakan pemotongan kaca yang dilakukan saat kaca mengalir di atas *roll*. Sebelumnya kaca melewati mesin *defect catcher* sehingga jika terdapat *defect* seperti *bubble defect* dan *inclusion defect* maka akan diberi tanda pada titik tersebut. Selanjutnya dilakukan pemotongan kaca menggunakan mesin *cutting* dengan adanya *cutter* sejumlah 26 *length wise* dan 3 *cross wise*. Pada saat dipotong, kaca berada di atas *floating table*. Sehingga, hasil potongan kaca dapat dengan cepat dibawa ke seksi pengemasan (*packaging*).

#### 8. Proses Pengemasan (*Packaging*)

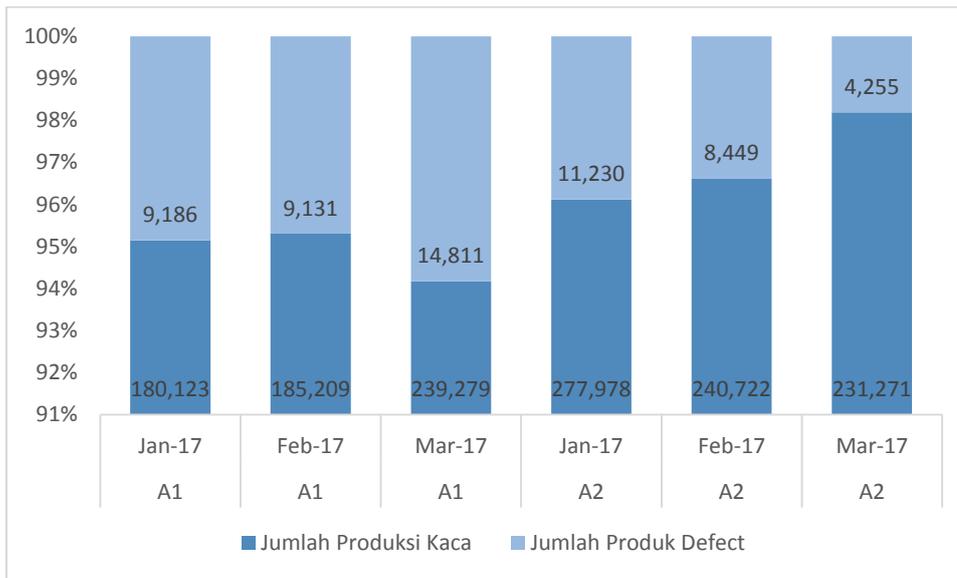
Proses pengemasan kaca adalah proses terakhir dari produksi. Proses ini dilakukan secara manual oleh operator. Proses pengemasan kaca menggunakan *box* sesuai *order*. Selanjutnya, kaca yang telah dikemas tersebut akan dikirim ke *warehouse* dan siap dikirim ke konsumen.

### 4.2 *Define*

Pada tahap ini dilakukan penggambaran aktivitas-aktivitas pada proses produksi kaca pada *line* produksi A1 untuk mengidentifikasi *defect*.

#### 4.2.1 Identifikasi Produk Amatan

Perusahaan Flat Glass (PFG) menghasilkan produk kaca lembaran di *line* produksi A1 dan A2. Jenis kaca yang digunakan sebagai objek amatan adalah produk kaca lembaran yang diproduksi di *line* produksi A1 (LNFL). Alasan pemilihan objek amatan tersebut karena pada *line* produksi A1 menghasilkan persentase jumlah *defect* yang lebih tinggi dibandingkan *line* produksi A2. Misalnya, pada bulan Januari - Maret 2017 dihasilkan persentase jumlah produk *defect* yang jauh lebih besar pada *line* produksi A1. Berikut merupakan jumlah produk *defect* kaca lembaran pada bulan Januari 2017 sampai Maret 2017.

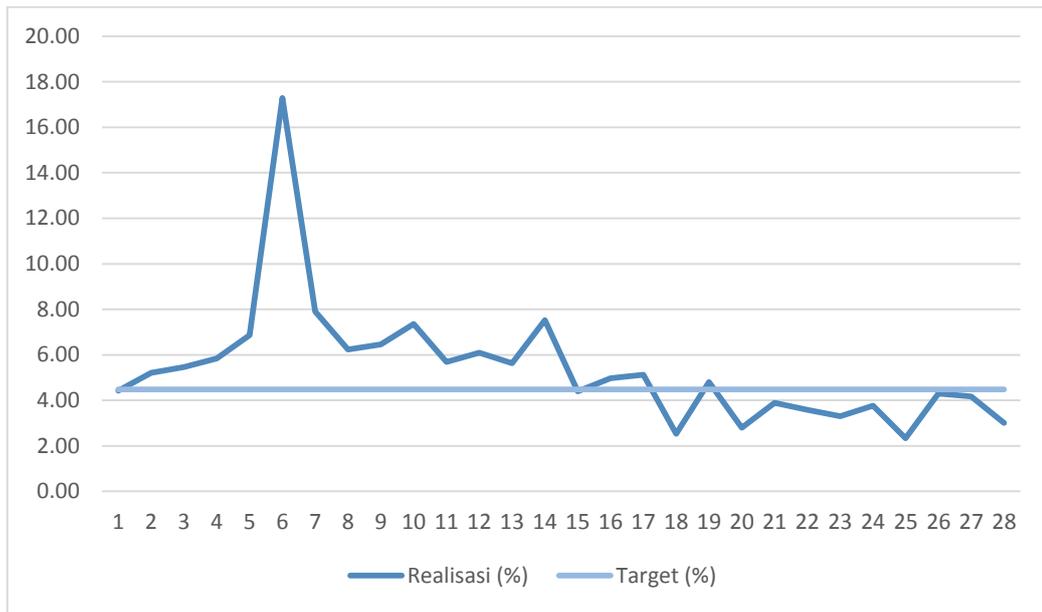


Gambar 4. 2 Grafik Jumlah Produk *Defect* Kaca Lembaran Januari-Maret 2017 (Data Olahan Penulis)

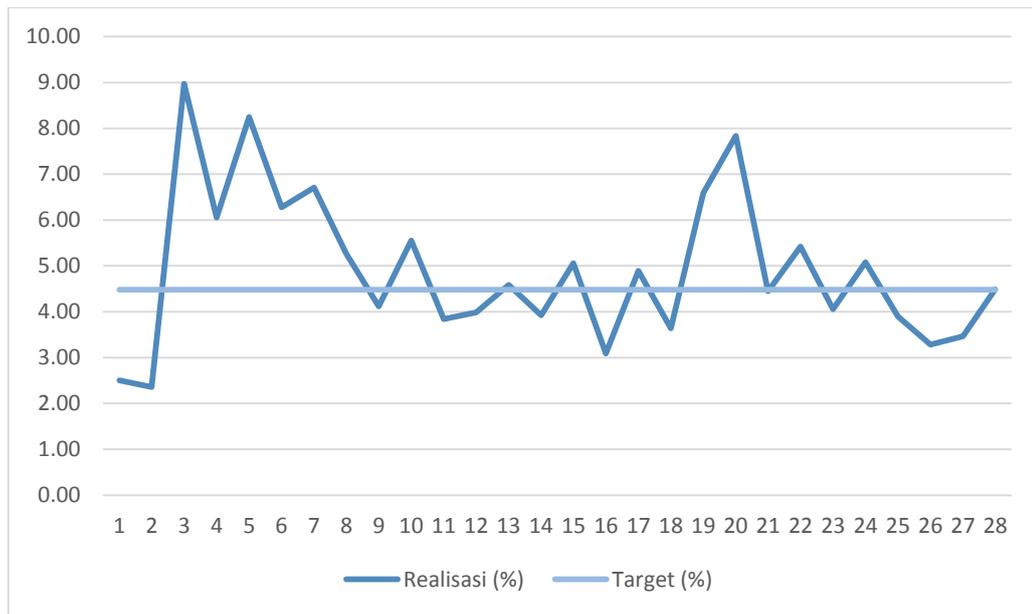
Berdasarkan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa setiap proses produksi yang dilakukan di *line* produksi A1 dan *line* produksi A2 selalu menghasilkan produk *defect*. Namun, produk *defect* yang dihasilkan di *line* produksi A1 memiliki persentase yang jauh lebih besar dibandingkan produk *defect* yang dihasilkan di *line* produksi A2.

*Line* produksi A1 pada bulan Januari, Februari dan Maret 2017 dihasilkan persentase produk *defect* sebanyak 5.10%, 4.93% dan 6.19%. Sedangkan di *line* produksi A2 dihasilkan persentase produk *defect* 4.04%, 3.51% dan 1.84% untuk bulan Januari-Maret 2017. Sehingga dapat dikatakan bahwa persentase produk *defect* di *line* produksi A1 lebih besar daripada persentase produk *defect* di *line* produksi A2.

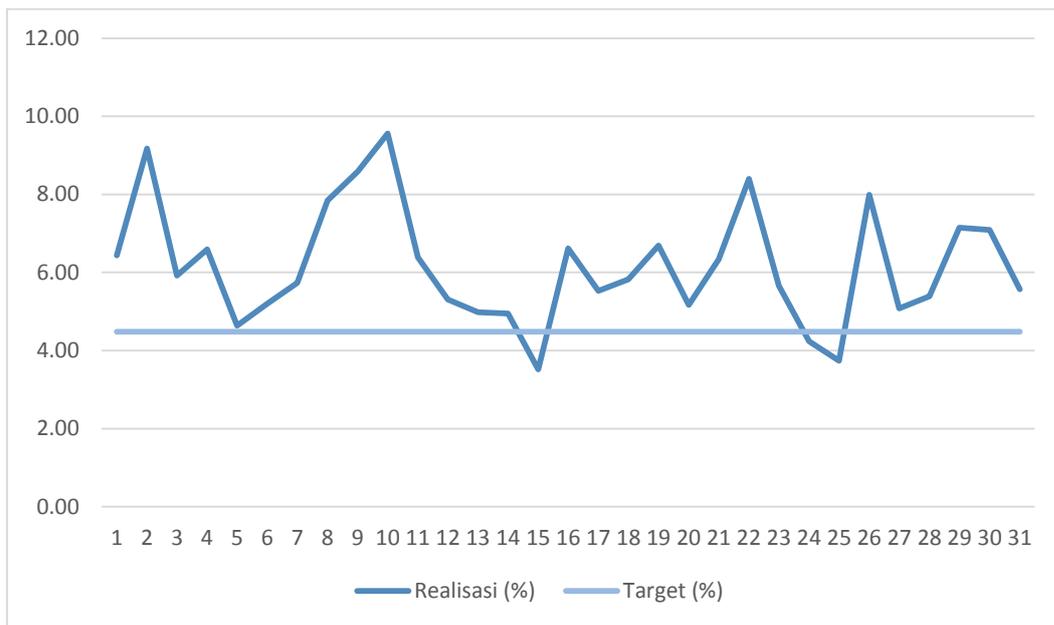
Produk kaca lembaran pada *line* produksi A1 tersebut memiliki *Key Performance Indicator* (KPI) mengenai tingkat kecacatan (*defect rate*) yaitu sebesar 4.48% dari jumlah produksi. Akan tetapi pada hasil proses produksi tersebut masih sering melewati batas KPI yang telah ditetapkan. Berikut merupakan grafik *defect rate* pada bulan Januari sampai Maret.



Gambar 4. 3 Grafik *Defect Rate* Produk Kaca Lembaran *Line* Produksi A1 Bulan Januari 2017 (Data Olahan Penulis)



Gambar 4. 4 Grafik *Defect Rate* Produk Kaca Lembaran *Line* Produksi A1 Bulan Februari (Data Olahan Penulis)



Gambar 4. 5 Grafik *Defect Rate* Produk Kaca Lembaran *Line* Produksi A1 Bulan Maret (Data Olahan Penulis)

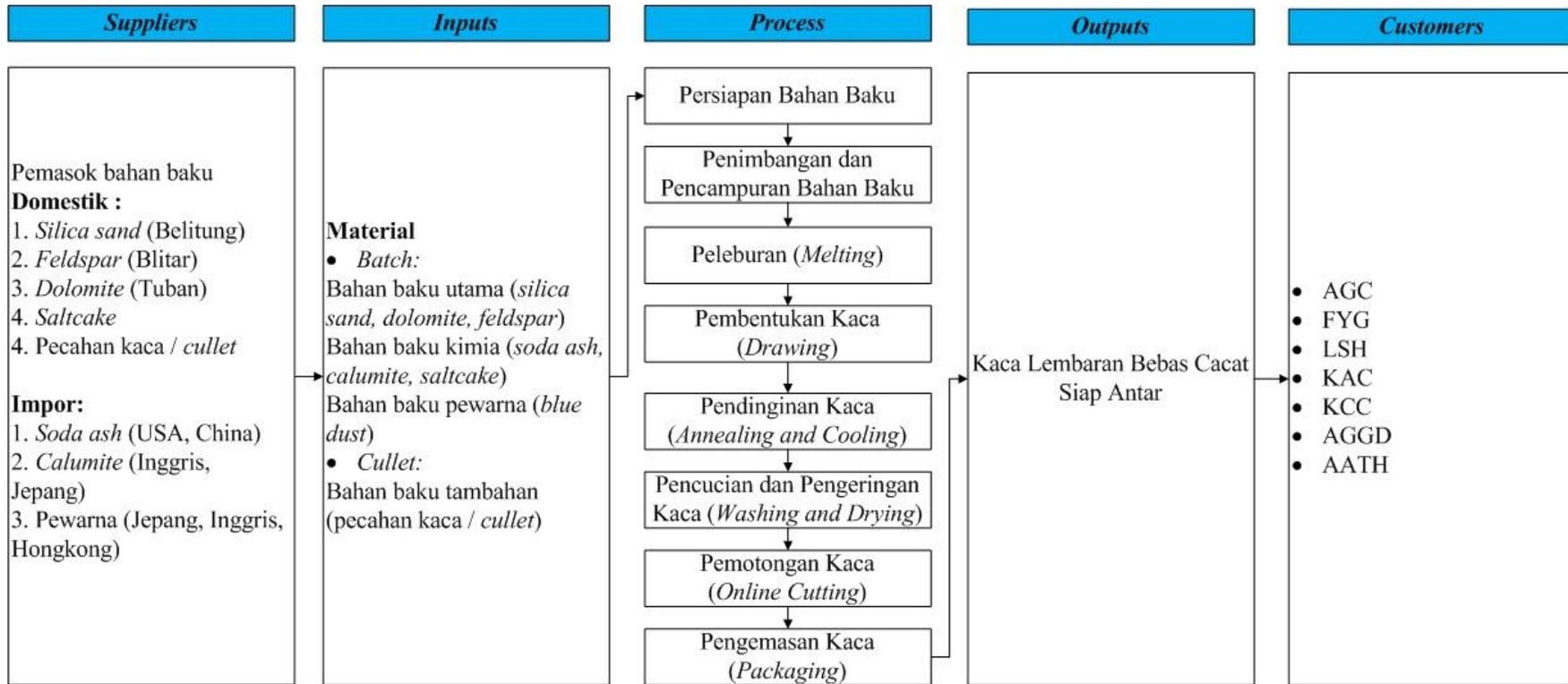
Berdasarkan Gambar 4.3, Gambar 4.4 dan Gambar 4.5, dapat dilihat bahwa sering terjadi ketidaktercapaian target pada *line* produksi A1. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan proses produksi pada *line* produksi A1.

#### 4.2.2 Penggambaran Aktivitas-Aktivitas Produksi Menggunakan SIPOC

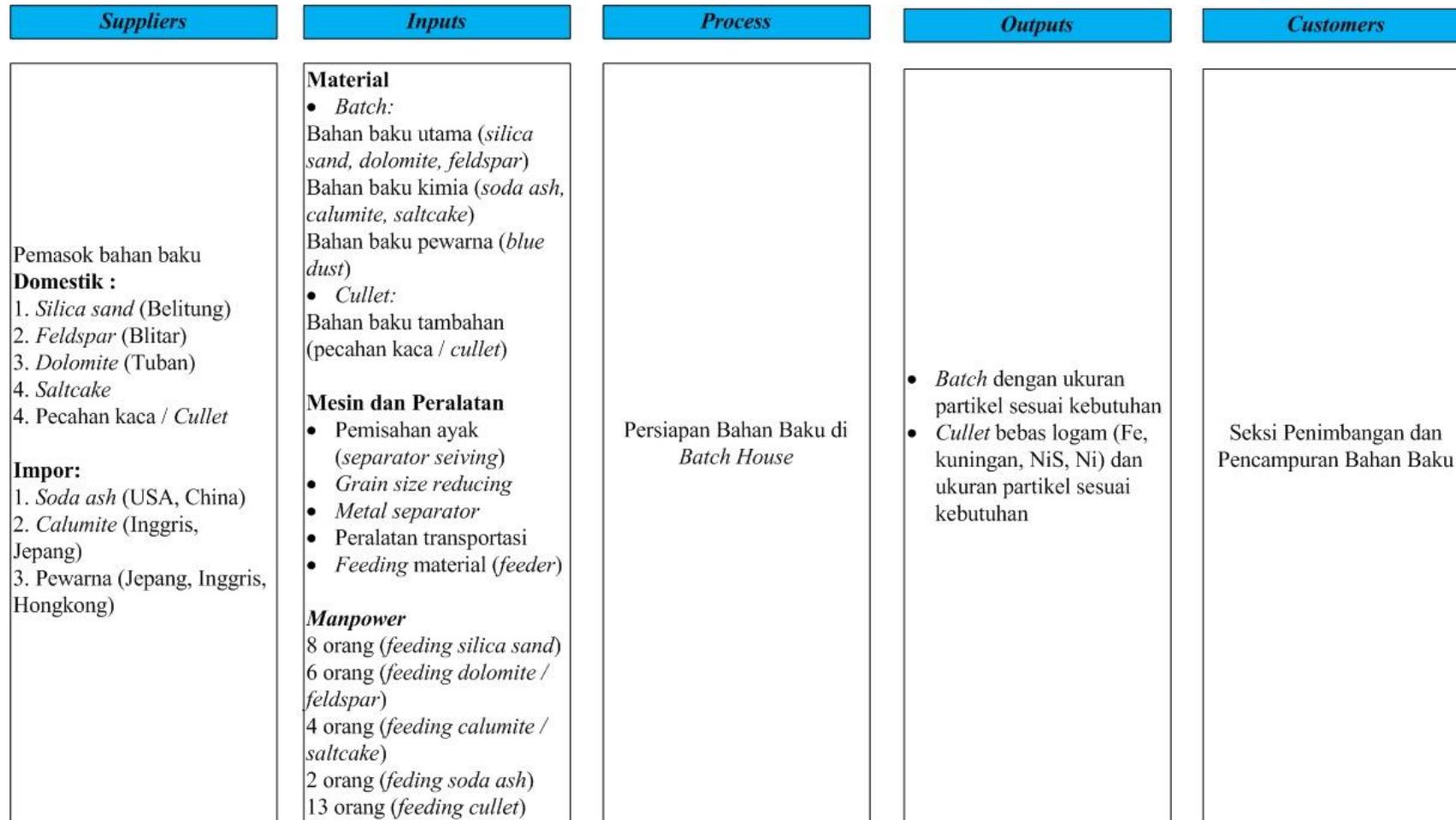
*Supplier, Input, Process, Output, Customer* (SIPOC) digunakan untuk menggambarkan aktivitas-aktivitas proses produksi pada *line* produksi A1. Aktivitas-aktivitas proses produksi perlu digambarkan untuk mengetahui keterkaitan antara satu proses ke proses lainnya. Selain itu, dapat diketahui jenis *defect* yang dihasilkan dari proses-proses yang ada.

Dilakukan identifikasi dari kelima elemen SIPOC yang didapatkan dari hasil wawancara dengan *expert* di divisi produksi.

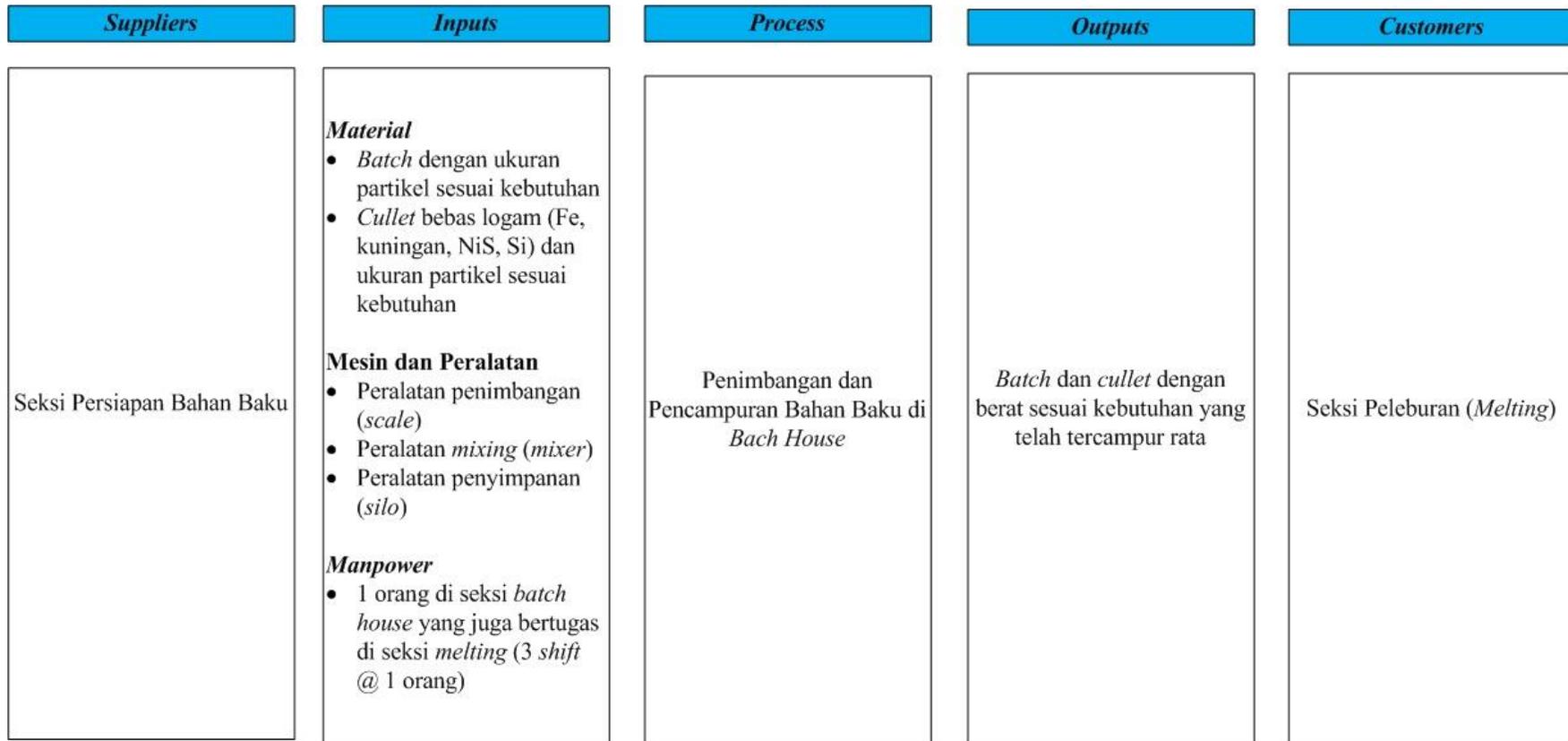
Dalam pembuatan bagan SIPOC dilakukan tiap proses produksi agar didapatkan informasi yang lebih lengkap. Berikut merupakan bagan SIPOC pada proses produksi kaca lembaran di *line* produksi A1 untuk produk kaca LNFL.



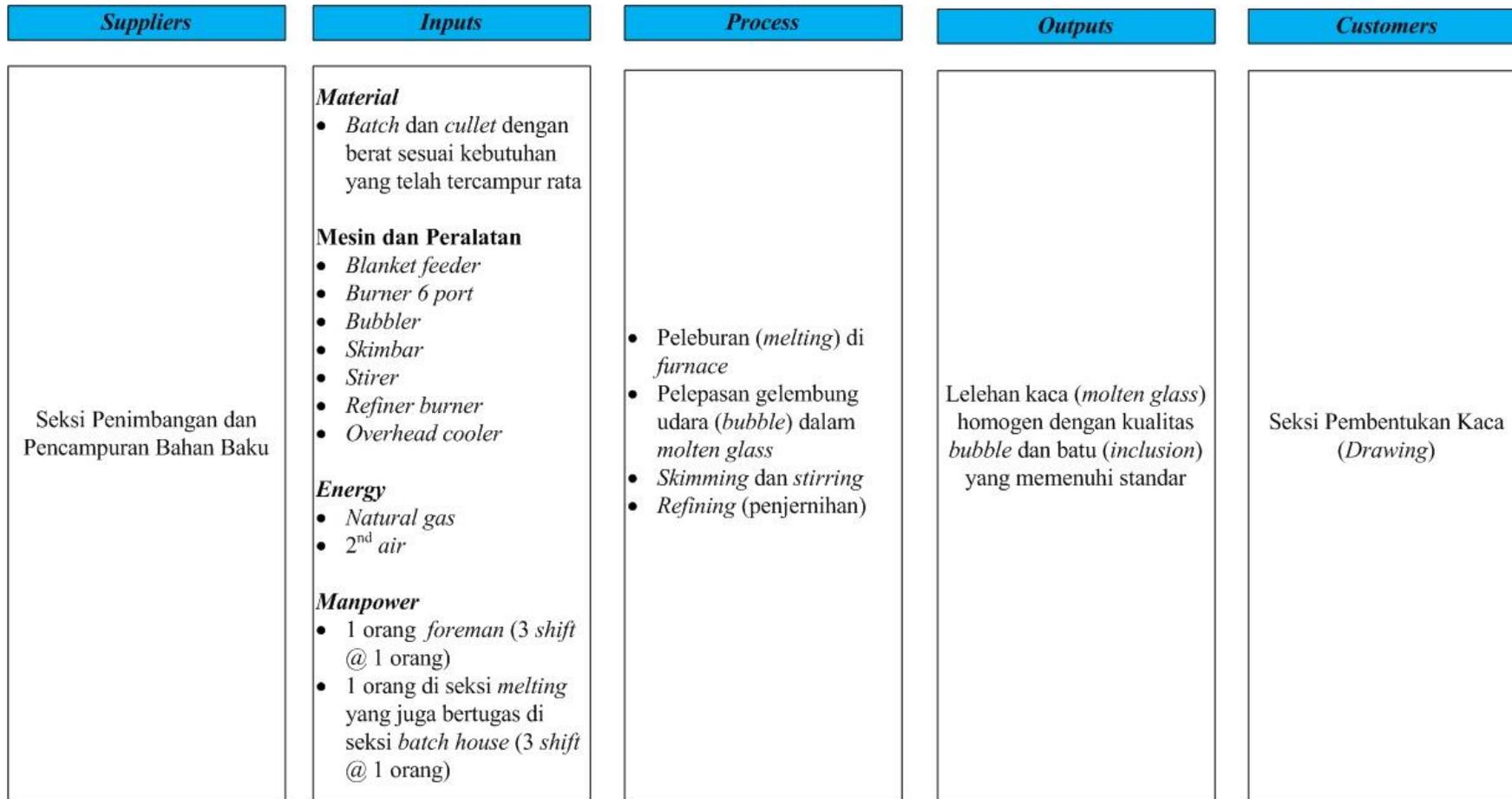
Gambar 4. 6 Bagan SIPOC pada Seluruh Proses Produksi Kaca Lembaran (Data Olahan Penulis)



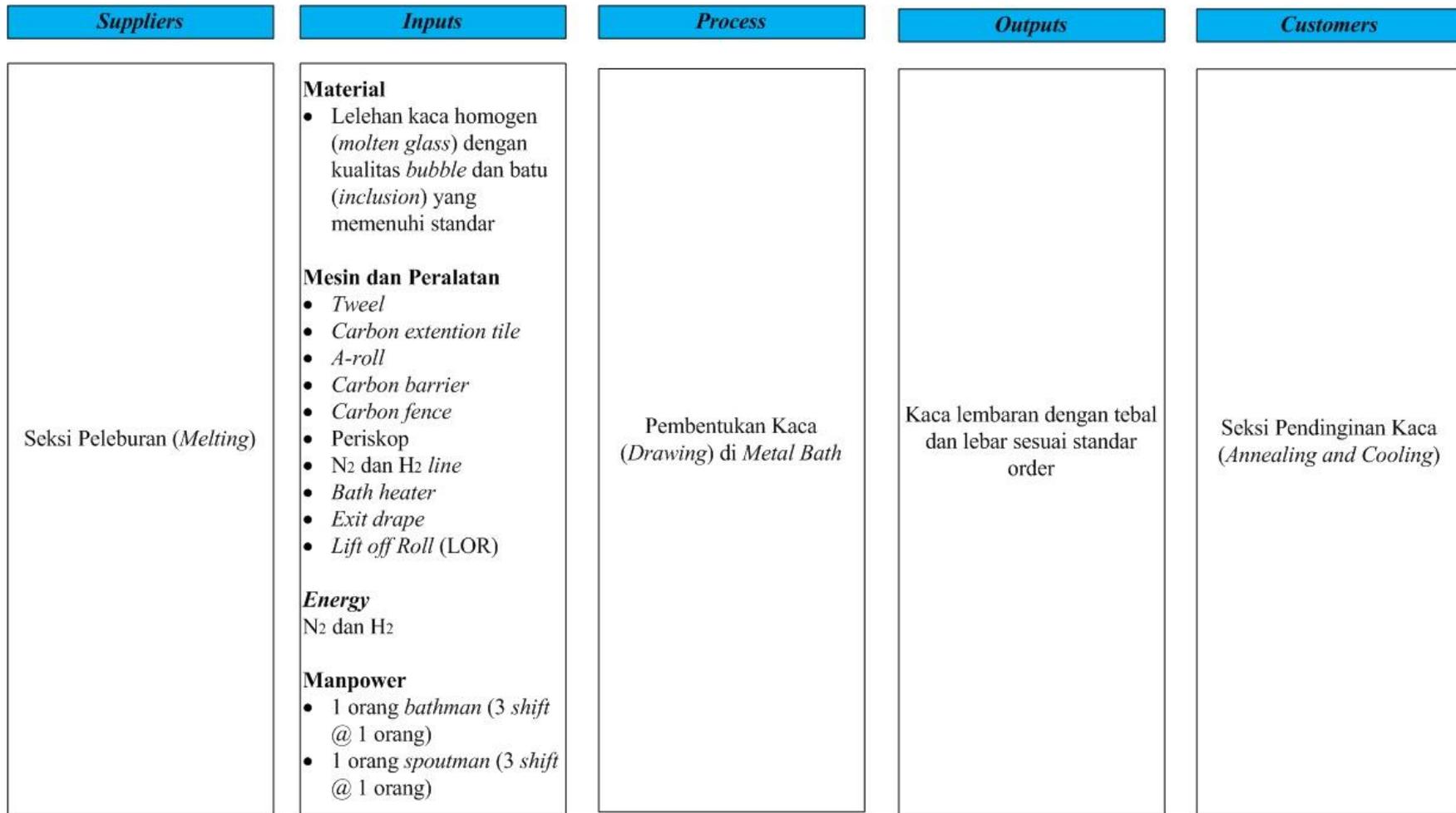
Gambar 4. 7 Bagan SIPOC pada Proses Persiapan Bahan Baku (Data Olahan Penulis)



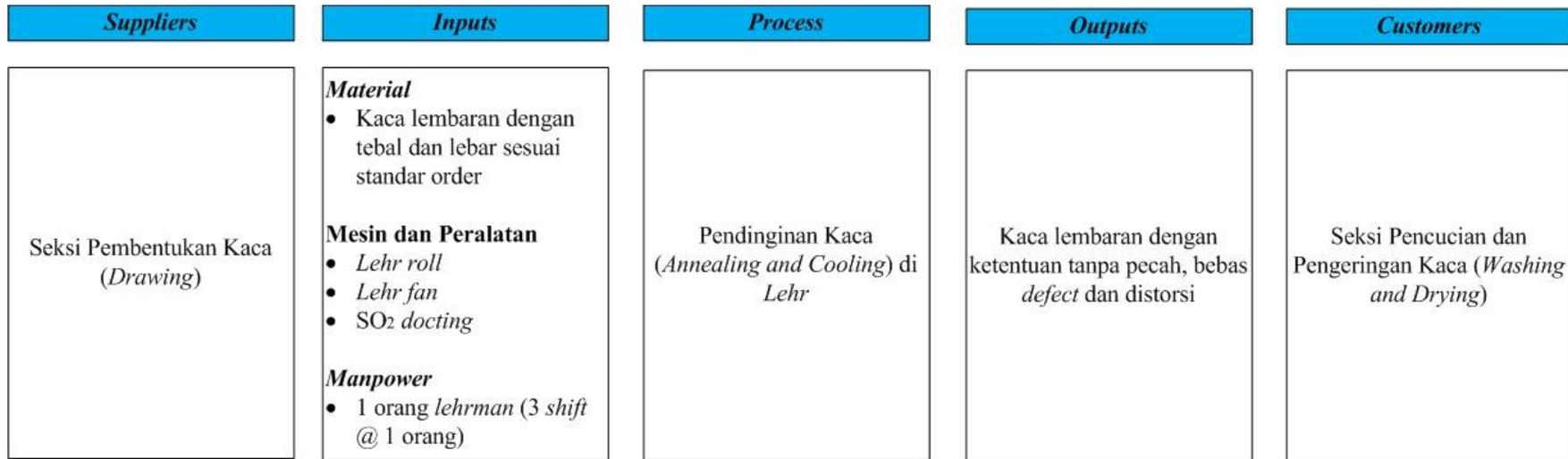
Gambar 4. 8 Bagan SIPOC pada Proses Penimbangan dan Pencampuran Bahan Baku (Data Olahan Penulis)



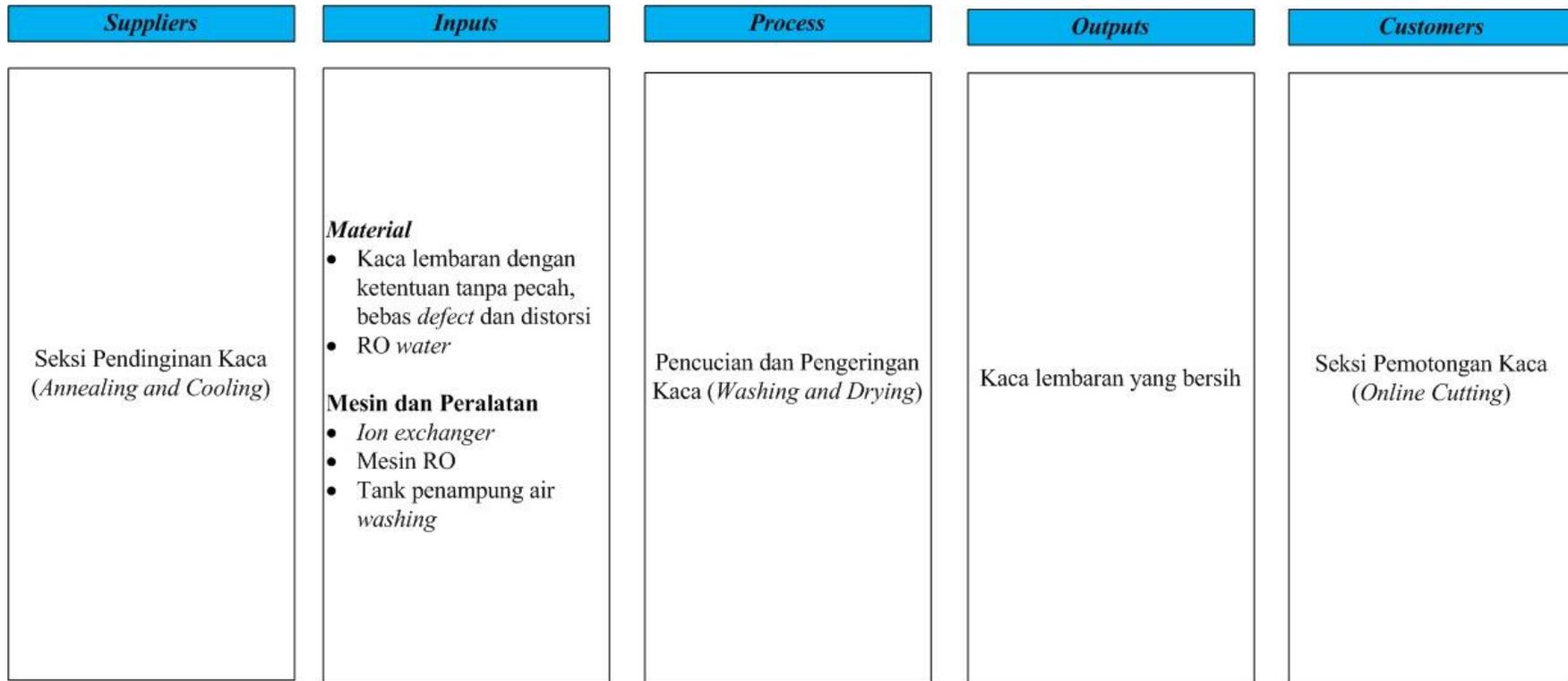
Gambar 4. 9 Bagan SIPOC pada Proses Peleburan (Data Olahan Penulis)



Gambar 4. 10 Bagan SIPOC pada Proses Pembentukan Kaca (Data Olahan Penulis)



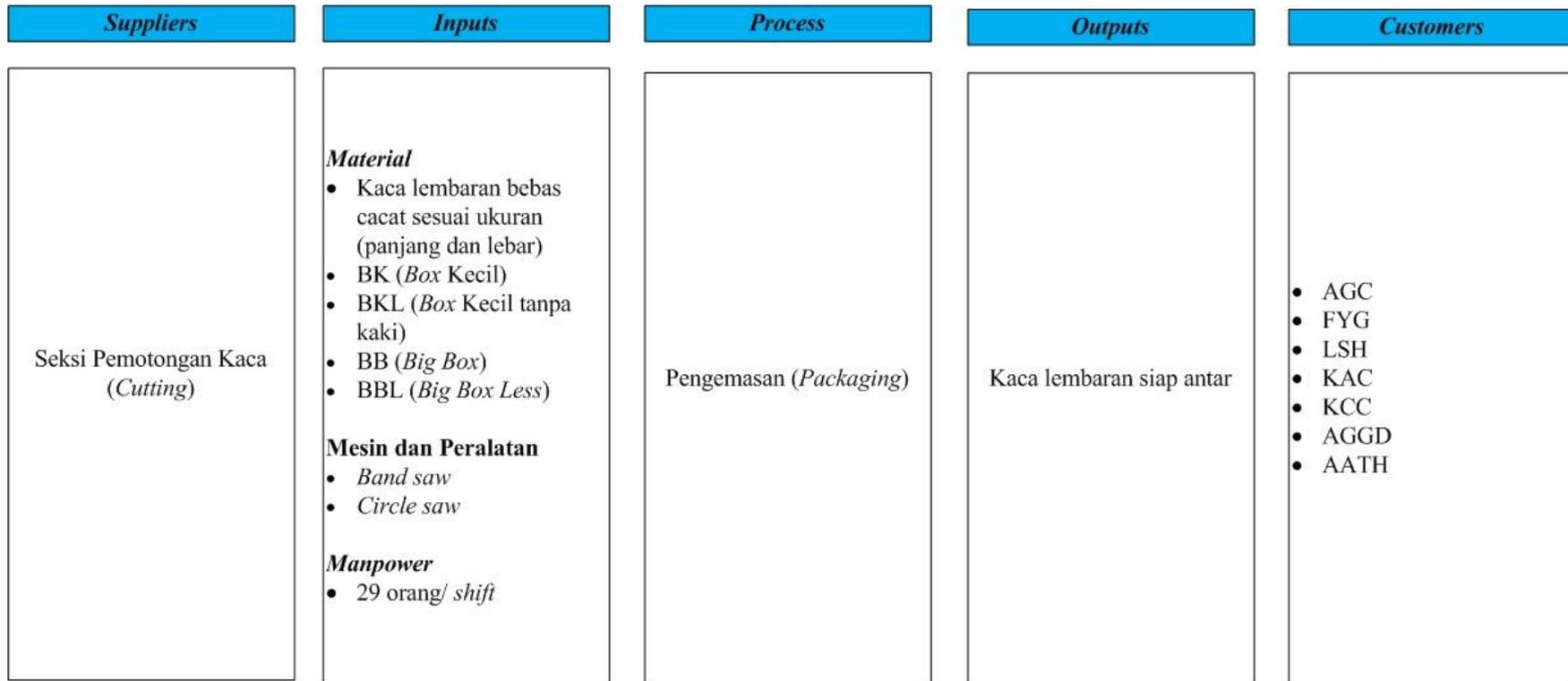
Gambar 4. 11 Bagan SIPOC pada Proses Pendinginan Kaca (Data Olahan Penulis)



Gambar 4. 12 Bagan SIPOC pada Proses Pencucian dan Pengeringan Kaca (Data Olahan Penulis)



Gambar 4. 13 Bagan SIPOC pada Proses Pemotongan Kaca (Data Olahan Penulis)



Gambar 4. 14 Bagan SIPOC pada Proses Pengemasan Kaca (Data Olahan Penulis)

### 4.3 *Measure*

Pada bagian ini dilakukan pengukuran terhadap *defect* yang paling sering muncul dan berpengaruh terhadap kualitas proses pada produksi kaca lembaran. Data-data yang digunakan dalam pengukuran ini merupakan data primer and data sekunder dari perusahaan.

#### 4.3.1 Identifikasi *Defect* yang Berpengaruh terhadap Kualitas Produk

Pada tahap ini dilakukan identifikasi jenis-jenis *defect* yang berpengaruh terhadap kualitas kaca lembaran. Setelah dilakukan *brainstorming* dengan *expert* divisi produksi dibidang kualitas didapatkan bahwa terdapat keterkaitan antar aktivitas-aktivitas proses produksi kaca lembaran dengan timbulnya *defect* pada kaca lembaran. *Defect* yang ditimbulkan tersebut perlu diidentifikasi agar dapat dilakukan *improvement* secara tepat. Berikut merupakan jenis-jenis *defect defect* yang terjadi pada proses produksi kaca lembaran.

1. *Bubble Defect* yaitu salah satu jenis *defect* berupa gelembung udara yang terperangkap di dalam kaca. Gelembung tersebut dihasilkan saat proses peleburan (*melting*). Secara alami, gelembung yang dihasilkan seharusnya mampu keluar dari lelehan kaca.
2. *Cullet Defect* yaitu jenis *defect* yang terjadi berupa butiran kaca yang menempel di permukaan kaca. Butiran kaca tersebut dihasilkan dari proses pemotongan kaca (*cutting*) yang kurang sempurna sehingga butiran kaca terlepas dan menempel dipermukaan kaca.
3. *Inclusion (Stone) Defect* yaitu jenis cacat berupa batu yang terdapat di dalam kaca lembaran. Batu tersebut berasal dari dinding *furnace* yang terkena suhu terlampau tinggi sehingga batu-batu dinding tersebut sebagian meleleh dan sebagian masih berwujud batu kecil.
4. *Chipping Defect* yaitu jenis *defect* berupa gumpil pada sudut kaca. Hal tersebut dapat terjadi karena proses pemotongan yang kurang sempurna di seksi pemotongan (*cutting*).
5. *Scratch Defect* yaitu *defect* berupa bekas goresan benda keras di permukaan kaca. Hal tersebut dapat ditimbulkan dari *roll* yang berfungsi untuk memegang kaca agar tetap pada posisinya.

### 4.3.2 Identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) pada Kaca Lembaran

*Critical to Quality* (CTQ) merupakan karakteristik yang mempengaruhi kualitas dari sebuah produk. CTQ dapat diartikan sebagai atribut-atribut dari sebuah produk yang berkaitan erat dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Dengan demikian maka perlu dilakukan perbaikan (*improvement*) terhadap kualitas produk agar terjadi peningkatan produktivitas.

Pada produk kaca lembaran terdapat jenis-jenis *defect* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Khususnya pada produk LNFL (*Light Green Flat Glass*) didapatkan jenis-jenis *defect* yang merupakan CTQ potensial. Berikut merupakan identifikasi CTQ potensial terhadap jenis-jenis *defect* produk LNFL.

1. *Bubble defect*
2. *Cullet defect*
3. *Inclusion (stone) defect*
4. *Chipping defect*
5. *Scratch defect*

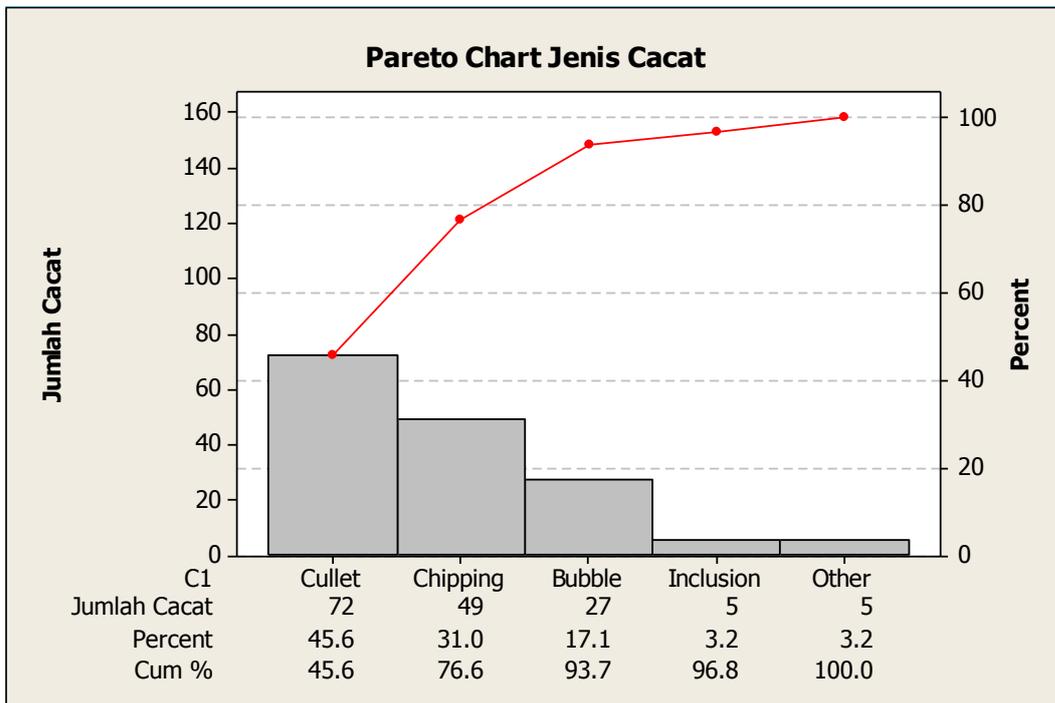
Setelah dilakukan identifikasi *defect* yang berpengaruh terhadap kualitas produk maka dilakukan identifikasi *critical to quality* pada kaca lembaran. Berikut merupakan jumlah *defect* produk kaca lembaran berdasarkan masing-masing CTQ potensial.

Tabel 4. 1 Jumlah *defect* produk LNFL berdasarkan masing-masing CTQ potensial

No	Jenis Defect	Jumlah Defect
1	<i>Bubble</i>	27
2	<i>Cullet</i>	72
3	<i>Inclusion</i>	5
4	<i>Chipping</i>	49
5	<i>Scratch</i>	5
Total		158

Sumber: Data Perusahaan

Selanjutnya, dari data-data tersebut diolah menggunakan *pareto chart* agar didapatkan persentase kontribusi tiap jenis *defect* terhadap keseluruhan jenis *defect* yang ada pada sistem produksi kaca lembaran.



Gambar 4. 15 Pareto Chart Jenis *Defect* yang Terjadi Pada Kaca LNFL (Data Olahan Penulis)

Berdasarkan prinsip *pareto chart* maka *defect* yang akan dilakukan perbaikan adalah *defect* yang mempengaruhi sekitar 80% dari keseluruhan *defect* yang ada. Sehingga, jenis-jenis *defect* yang perlu diperbaiki yaitu *cullet defect* mempengaruhi sebesar 45.6 %, *chipping defect* mempengaruhi 31.0 % dan *bubble defect* mempengaruhi 17.1 % dari total *defect* proses produksi kaca LNFL.

#### 4.3.3 Pengukuran Kapabilitas Proses Awal Produksi Kaca Lembaran Berdasarkan Nilai Sigma dan DPMO

Kapabilitas proses merupakan kemampuan suatu proses untuk menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan spesifikasi dari konsumen. Pengukuran kapabilitas proses pada kaca lembaran dilakukan berdasarkan *critical to quality* (CTQ) yang telah diidentifikasi pada proses sebelumnya. Indikator kapabilitas proses pada objek amatan penelitian tugas akhir ini adalah menggunakan ukuran nilai *sigma* dari sistem yang ada.

Kinerja dari proses produksi kaca lembaran dapat diketahui jika nilai *sigma* diketahui. Selain itu, nilai *sigma* dapat digunakan sebagai acuan untuk dilakukannya perbaikan (*improvement*) pada sistem.

Pada penelitian tugas akhir ini, perhitungan DPMO menggunakan rumus dari Montgomery (2009) sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Cacat} = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah produksi}} \quad (4.1)$$

$$\text{DPO} = \frac{\text{Tingkat Cacat}}{\text{Banyak CTQ}} \quad (4.2)$$

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1,000,000 \quad (4.3)$$

Berikut merupakan tabel jumlah produksi dan jumlah *defect* yang akan dihitung nilai *sigma* dan DPMO.

Tabel 4. 2 Jumlah Produksi dan Jumlah *Defect* Kaca LNFL

No	Data yang Diperlukan	Keterangan
1	Jumlah produksi	185,209
2	Jumlah produk <i>defect</i>	9,131
3	Banyaknya CTQ potensial yang dapat menyebabkan <i>defect</i>	3

Berikut merupakan perhitungan nilai DPMO dan nilai *sigma*.

$$\text{Tingkat Cacat} = \frac{9,131}{185,209}$$

$$= 0.0493$$

$$\text{DPO} = \frac{0.0493}{3}$$

$$= 0.016434$$

$$\text{DPMO} = 0.016434 \times 1,000,000$$

$$= 16,434$$

Selanjutnya nilai *sigma* dapat dihitung menggunakan kalkulator *sigma* sebagai berikut.

**SIGMA CALCULATOR**

Enter your process opportunities and defects and press the "Calculate" button.

Switch To:

Units:

Opportunities/Unit:

Defects:

Sigma Shift:

**Results**

DPMO:

Defects (%):

Yield (%):

Process Sigma:

[Report A Problem / Make A Suggestion](#)

© iSixSigma 2002-2012

provided by

Gambar 4. 16 Perhitungan Nilai *Sigma* Awal Menggunakan Kalkulator *Sigma* (*isixsigma.com*)

Dari perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai DPMO dari proses produksi kaca lembaran adalah sebesar 16,434. Dengan demikian dihasilkan nilai *sigma* sebesar 3.63 dengan CTQ sebanyak tiga jenis. Menurut perusahaan, nilai *sigma* tersebut masih dianggap rendah sehingga perlu dilakukan perbaikan.

## **BAB 5**

### **ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN**

Pada bab ini terdapat dua tahap berikutnya dari DMAIC *Six Sigma* yaitu tahap *Analyze* dan tahap *Improve*. Pada tahap *Analyze* dilakukan analisis terhadap *defect* yang kritis, mengidentifikasi akar penyebab masalah menggunakan RCA, mengidentifikasi akar penyebab kritis menggunakan FMEA. Lalu, tahap *Improve* yaitu membuat usulan perbaikan, dan menentukan target perbaikan dari alternatif yang telah diusulkan.

#### **5.1 *Analyze***

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan akar-akar penyebab permasalahan dari *defect* yang kritis pada proses produksi kaca LNFL.

##### **5.1.1 Analisis terhadap *Defect* Kritis pada Kaca LNFL**

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat dilakukan analisis mengenai *defect* kritis yang terjadi pada produk kaca LNFL. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui jenis *defect* yang memiliki pengaruh besar terhadap proses produksi kaca LNFL.

Berdasarkan penentuan *defect* kritis maka didapatkan tiga jenis *defect* yang menjadi *Critical to Quality* dari produk kaca LNFL. Tiga jenis *defect* tersebut yaitu *cullet defect* mempengaruhi sebesar 45.6 %, *chipping defect* mempengaruhi 31.0 % dan *bubble defect* mempengaruhi 17.1 % dari total *defect* proses produksi kaca LNFL. Jika besar pengaruh *defect* tersebut dijumlahkan, maka didapatkan total mempengaruhi lebih dari 90 % dari semua *defect*. Sedangkan persentase minimum untuk menyatakan *defect* sebagai CTQ adalah 80%. Sehingga, dapat dikatakan bahwa *cullet defect*, *chipping defect* dan *bubble defect* merupakan *Critical to Quality* dan perlu dilakukan perbaikan (*improvement*). Berikut merupakan penjelasan dari ketiga jenis *defect* tersebut.

1. *Cullet Defect* adalah jenis *defect* berupa butiran kaca yang menempel di permukaan kaca. *Defect* ini dapat terjadi karena tekanan yang diberikan

pada proses pemotongan kaca yang tidak sempurna sehingga menghasilkan butiran kaca terlepas dan menempel dipermukaan kaca. Selain itu, penggunaan *cutter* yang kurang tajam dapat menimbulkan butiran kaca yang menempel pada permukaan kaca. Jenis *defect* ini sering terjadi di seksi pemotongan kaca. Jenis *defect* ini termasuk ke dalam *defect* kritis karena frekuensi munculnya lebih tinggi daripada jenis *defect* lainnya dan mengakibatkan komplain dari konsumen.

2. *Chipping Defect* adalah jenis *defect* berupa gumpil pada sudut kaca. *Defect* ini dapat terjadi saat proses pemotongan kaca yang kurang sempurna. Jenis *defect* ini merupakan *defect* kritis karena berdampak besar pada komplain konsumen.
3. *Bubble Defect* adalah jenis *defect* berupa gelembung yang terperangkap di dalam kaca. *Defect* ini dapat terjadi karena berbagai faktor. Salah satunya yaitu temperatur yang rendah pada proses peleburan (*melting*) sehingga gelembung tidak dapat keluar dari *molten glass*. Jenis *defect* ini terjadi pada proses *melting*. Namun, kesalahan pada proses sebelumnya yaitu proses penimbangan dapat mengakibatkan kemunculan *bubble defect*. Jenis *defect* ini termasuk *defect* kritis karena berpengaruh besar terhadap kualitas kaca lembaran.

Setelah dilakukan identifikasi jenis *defect* yang merupakan *Critical to Quality*, kemudian dilakukan pencarian akar penyebab *defect* menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) serta menganalisis *mode* dan efek *defect* kritis menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

### **5.1.2 Root Cause Analysis (RCA)**

*Root Cause Analysis* (RCA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mencari akar penyebab dari permasalahan. Salah satu metode RCA adalah 5 *why's*. Pada metode 5 *why's* dilakukan pembuatan pertanyaan menggunakan kalimat tanya “mengapa” sebanyak maksimal lima kali secara berurutan untuk setiap permasalahan yang dibahas.

Pada penelitian tugas akhir ini RCA dilakukan untuk *cullet defect*, *chipping defect* dan *bubble defect*. Analisis menggunakan RCA dilakukan dengan cara diskusi dengan salah satu *expert* di divisi produksi.

*Expert* tersebut adalah seorang *Assistant Section Chief* yang telah bekerja di divisi produksi selama lebih dari dua tahun. *Expert* tersebut memiliki pengetahuan yang mendalam terkait proses pembuatan kaca. *Expert* tersebut mendapatkan berbagai pengetahuan (*knowledge*) dari pelatihan, seminar, bekerja di lapangan, diskusi dengan *expert* lainnya yang berkaitan dengan proses pembuatan kaca, dan lain-lain. Adapun pengetahuan yang telah didapatkan yaitu terkait pengetahuan umum proses pembuatan kaca, hitungan dasar dalam proses pembuatan kaca, utilitas dalam proses pembuatan kaca, *tools* yang digunakan dalam proses pembuatan kaca, alat kerja dasar yang digunakan dalam proses pembuatan kaca, *bath sealing*, NiS dalam proses pembuatan kaca, *safety* dan APD dalam proses pembuatan kaca, jenis *defect* pada kaca, *cutting process*, operasi dasar *batch house*, *raw material* dan kalkulasi dasar di *batch house*, *operation boiler*, prinsip *melting*, operasi *batch* dan *cullet*, struktur *furnace*, sistem *combution*, akasesoris *melting*, parameter operasi *melting*, *emrgency melting operation*, prinsip dasar ganti warna kaca, parameter kontrol ganti warna, dan lain sebagainya. Sehingga, dalam penelitian tugas akhir ini didapatkan analisis yang dapat mengetahui akar dari suatu permasalahan dengan tepat.

Berikut merupakan akar permasalahan dari tiga jenis *defect* tersebut.

1. *Root Cause Analysis* (RCA) terhadap *Cullet Defect*

Dilakukan penentuan penyebab dari *cullet defect* dengan menjawab pertanyaan mengapa (*why*) untuk mencari akar permasalahannya. Jumlah pertanyaan yang diajukan sebanyak beberapa kali. Dalam menentukan penyebab (*cause*) dari jenis *defect* tersebut, maka akan digunakan *cause* dari *why* yang paling akhir. Berikut merupakan akar permasalahan dari *cullet defect*.

Tabel 5. 1 Akar Permasalahan dari *Cullet Defect* Kaca Lembaran LNFL

Jenis Defect	Permasalahan	Akar Masalah	Keterangan
<i>Cullet Defect</i> (butiran kaca yang menempel di permukaan kaca)	Proses pemotongan ( <i>cutting</i> ) kurang sempurna	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	<i>Why 4</i>
		Perkiraan usia pakai <i>cutter</i> pada mesin <i>cutting</i> kurang tepat	<i>Why 4</i>

Pada Tabel 5.1, dapat dilihat bahwa terdapat dua akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya *cullet defect*. Akar permasalahan tersebut adalah kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting* dan perkiraan usia pakai *cutter* pada mesin *cutting* kurang tepat.

2. *Root Cause Analysis* (RCA) terhadap *Chipping Defect*

Dilakukan penentuan penyebab dari *chipping defect* dengan menjawab pertanyaan mengapa (*why*) untuk mencari akar permasalahannya. Jumlah pertanyaan yang diajukan sebanyak beberapa kali. Dalam menentukan penyebab (*cause*) dari jenis *defect* tersebut, maka akan digunakan *cause* dari *why* yang paling akhir. Berikut merupakan akar permasalahan dari *chipping defect*.

Tabel 5. 2 Akar Permasalahan dari *Chipping Defect* Kaca Lembaran LNFL

Jenis Defect	Permasalahan	Akar Masalah	Keterangan
<i>Chipping Defect</i> (gumpil pada sudut kaca)	Proses pemotongan ( <i>cutting</i> ) kurang sempurna	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	<i>Why 4</i>

Pada Tabel 5.2, dapat dilihat bahwa terdapat satu akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya *chipping defect*. Penyebab utama tersebut adalah kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*.

3. *Root Cause Analysis* (RCA) terhadap *Bubble Defect*

Dilakukan penentuan penyebab dari *bubble defect* dengan menjawab pertanyaan mengapa (*why*) untuk mencari akar permasalahannya. Jumlah pertanyaan yang diajukan sebanyak beberapa kali. Dalam menentukan

penyebab (*cause*) dari jenis *defect* tersebut, maka akan digunakan *cause* dari *why* yang paling akhir. Berikut merupakan akar permasalahan dari *bubble defect*.

Tabel 5. 3 Akar Permasalahan dari *Bubble Defect* Kaca Lembaran LNFL

Jenis <i>Defect</i>		Permasalahan	Akar Masalah	Keterangan
<i>Bubble Defect</i> (gelembung udara pada kaca)	<i>Closed Bubble</i>	Temperatur peleburan terlalu rendah (kurang dari 1400-1500 <sup>0</sup> C)	Alat pengukur temperatur sudah mencapai <i>life time</i>	<i>Why 3</i>
			Kurangnya penjadwalan kalibrasi alat ukur	<i>Why 3</i>
			Kurangnya kontrol pada proses produksi sebelumnya	<i>Why 4</i>
			Kurangnya kontrol terkait jumlah 2nd <i>air ratio</i> yang diperlukan	<i>Why 4</i>
			Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait penggunaan jenis <i>tip burner</i> yang sesuai dengan <i>flow</i>	<i>Why 4</i>
			<i>Flow bubbler</i> terlalu cepat (lebih dari 7-12 liter/menit)	Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i>
	Minimnya referensi <i>operation</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i> yang tepat	<i>Why 4</i>		

Tabel 5. 3 Akar Permasalahan dari *Bubble Defect* Kaca Lembaran LNFL

Jenis <i>Defect</i>		Permasalahan	Akar Masalah	Keterangan
		Kekurangan SO <sub>2</sub> yang membantu pelepasan gelembung udara (0.18% dari total produksi)	Kesalahan dalam <i>setting</i> formula <i>batch</i>	Why 3
		Batu tahan api yang memiliki kerapatan rendah	Kurangnya pengetahuan akan spesifikasi batu <i>furnace</i>	Why 2
			Kebijakan perusahaan dalam melakukan <i>cost saving</i>	Why 2
		Pemakaian <i>cullet</i> yang berlebih (lebih dari 64% dari total produksi)	Kurangnya ketelitian operator dalam penimbangan dan input data pemakaian <i>cullet</i>	Why 4
		Kurangnya pemberian waktu tinggal di tungku (pull konversi lebih dari 510 T/D)	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>drawing</i>	Why 5
	<i>White Bubble</i>	Kelebihan penggunaan <i>saltcake</i> (lebih dari 28 Kg/mix)	Kesalahan perhitungan jumlah kebutuhan <i>saltcake</i>	Why 2
<i>Colored Bubble</i>	Adanya benda asing seperti NiS dan Si yang masuk ke dalam <i>molten glass</i>	Pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan	Why 2	

Jenis *bubble defect* dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu *closed bubble*, *white bubble* dan *colored bubble*. Pada Tabel 5.3, dapat dilihat bahwa terdapat enam permasalahan untuk *closed bubble*, satu permasalahan untuk *white bubble* dan *colored bubble*. Sehingga, didapatkan empat belas akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya *bubble defect*. Akar permasalahan tersebut nantinya akan dinilai *severity*, *occurance* dan *detection*, sehingga didapatkan akar permasalahan yang perlu dilakukan perbaikan.

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

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang didapatkan dari RCA. Akar permasalahan dari setiap jenis *defect* akan dianalisis sehingga didapatkan akar permasalahan kritis. Akar permasalahan kritis tersebut dihasilkan dari nilai *Risk Priority Number (RPN)* terbesar dari tiap jenis *defect*. Nilai RPN dihasilkan dari perkalian antara tingkat keparahan akar masalah (*severity*), frekuensi akar permasalahan (*occurance*) dan kesulitan untuk melakukan deteksi terhadap gejala *defect* yang ditimbulkan dari akar permasalahan (*detection*).

Pada bagian ini dilakukan penilaian terhadap *Severity*, *Occurance* dan *Detection (SOD)* dari tiap-tiap akar permasalahan berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan RCA. Penilaian SOD didasarkan pada *brainstorming* yang dilakukan dengan tujuh orang *expert* di bagian produksi melalui kuesioner FMEA.

Tujuh orang *expert* di bagian produksi tersebut adalah beberapa orang *Section Chief* dan beberapa orang *Assistant Section Chief*. *Expert-expert* tersebut memiliki pengetahuan lebih terkait proses produksi kaca lembaran di perusahaan tersebut.

Kemudian, kriteria dalam penilaian tersebut mengacu pada definisi skala SOD menurut *The Basic of FMEA* oleh McDermott (2009). Namun, skala SOD tersebut telah disesuaikan dengan kondisi perusahaan dengan adanya saran dari *expert-expert* tersebut. Sehingga, penilaian yang dilakukan nantinya dapat lebih menggambarkan kondisi proses produksi kaca lembaran di perusahaan tersebut. Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan pada penelitian ini.

## 1. Severity

*Severity* merupakan penilaian untuk menunjukkan tingkat keparahan sebuah akar permasalahan terhadap efek yang ditimbulkan. Berikut merupakan skala penilaian *severity* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini.

Tabel 5. 4 Definisi Nilai *Rating Severity* untuk Semua Jenis *Defect*

<i>Rank</i>	<i>Effect of Severity</i>	<i>Severity of Effect on Process</i>
1	<i>No Effect</i>	Kegagalan tidak memberikan efek
2	<i>Minor Disruption</i>	Kegagalan sedikit memberikan efek terhadap proses produksi
3	<i>Moderate Disruption</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun seluruh kerusakan produk dapat diterima
4		Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun sebagian kerusakan produk berpotensi membutuhkan <i>rework</i>
5	<i>Moderate Disruption</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun seluruh kerusakan produk membutuhkan <i>rework</i>
6		Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun sebagian kerusakan produk tidak dapat diterima
7	<i>Significant Disruption</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi dan seluruh kerusakan produk ditolak
8	<i>Major Disruption</i>	Kegagalan menyebabkan proses produksi harus dihentikan
9	<i>Failure to Meet Safety and/or Regulation Requirements</i>	Kegagalan membahayakan operator dengan adanya peringatan
10		Kegagalan membahayakan operator tanpa adanya peringatan

## 2. Occurance

*Occurance* merupakan sebuah penilaian mengenai peluang frekuensi sebuah akar permasalahan terhadap efek yang dihasilkan.

Berikut merupakan skala penilaian *occurance* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini.

Tabel 5. 5 Definisi Nilai *Rating Occurance* untuk Semua Jenis *Defect*

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Failure</i>	<i>Occurance of Causes</i>
1	<i>Very Low</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-12 bulan
2	<i>Low</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-6 bulan
3		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-3 bulan
4	<i>Moderate</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-2 bulan
5		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1 bulan
6		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-3 minggu
7	<i>High</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-2 minggu
8		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1 minggu
9		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-3 hari
10	<i>Very High</i>	Terjadi setiap hari

### 3. *Detection*

*Detection* merupakan sebuah penilaian mengenai peluang sebuah akar permasalahan yang dapat terdeteksi terhadap efek yang dihasilkan. Berikut merupakan skala penilaian *detection* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini.

Tabel 5. 6 Definisi Nilai *Rating Detection* untuk Semua Jenis *Defect*

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Opportunity for Detection</i>
1	<i>Almost Certain</i>	Pengecekan selalu dapat mendeteksi suatu kegagalan
2	<i>Very High</i>	Pengecekan hampir selalu dapat mendeteksi kegagalan
3	<i>High</i>	Pengecekan dapat mendeteksi kegagalan
4	<i>Moderately High</i>	Pengecekan berpeluang sangat besar dapat mendeteksi kegagalan
5	<i>Moderate</i>	Pengecekan berpeluang besar dapat mendeteksi kegagalan
6	<i>Low</i>	Pengecekan kemungkinan dapat mendeteksi kegagalan

Tabel 5. 6 Definisi Nilai *Rating Detection* untuk Semua Jenis *Defect*

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Opportunity for Detection</i>
7	<i>Very Low</i>	Pengecekan berpeluang kecil dapat mendeteksi kegagalan
8	<i>Remote</i>	Pengecekan berpeluang sangat kecil dapat mendeteksi kegagalan
9	<i>Very Remote</i>	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan
10	<i>Almost Impossible</i>	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan

Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) dapat dilakukan setelah mendapatkan nilai *Severity* (S), *Occurance* (O) dan *Detection* (D) dari masing-masing akar permasalahan. Nilai RPN dihasilkan dari perkalian nilai *Severity*, *Occurance* dan *Detection*. Nilai RPN tersebut dapat dijadikan sebagai acuan akar permasalahan kritis yang akan diperbaiki (*improvement*). Semakin besar nilai RPN, maka penyebab kegagalan tersebut semakin kritis dan perlu untuk dilakukan perbaikan. Berikut merupakan rekap nilai RPN dari masing-masing jenis *defect* pada kaca lembaran LNFL.

Tabel 5. 7 Nilai SOD serta RPN dari Jenis *Cullet Defect*

Jenis <i>Defect</i>	<i>Effect</i>	Akar Permasalahan	S	O	D	RPN
<i>Cullet Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	6	4	4	96
		Perkiraan usia pakai <i>cutter</i> pada mesin <i>cutting</i> kurang tepat	5	3	4	60

Tabel 5. 8 Nilai SOD serta RPN dari Jenis *Chipping Defect*

Jenis <i>Defect</i>	<i>Effect</i>	Akar Permasalahan	S	O	D	RPN
<i>Chipping Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	5	3	3	45

Tabel 5. 9 Nilai SOD serta RPN dari Jenis *Bubble Defect*

Jenis Defect	Effect	Akar Permasalahan	S	O	D	RPN
<i>Bubble Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Alat pengukur temperatur sudah mencapai <i>life time</i>	4	2	3	24
		Kurangnya penjadwalan kalibrasi alat ukur	5	2	3	30
		Kurangnya kontrol pada proses produksi sebelumnya	4	3	4	48
		Kurangnya kontrol terkait jumlah 2nd <i>air ratio</i> yang diperlukan	6	3	2	36
		Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait penggunaan jenis <i>tip burner</i> yang sesuai dengan <i>flow</i>	5	4	3	60
		Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i>	4	4	3	48
		Minimnya referensi <i>operation</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i> yang tepat	4	3	4	48
		Kesalahan dalam <i>setting</i> formula <i>batch</i>	6	3	3	54
		Kurangnya pengetahuan akan spesifikasi batu <i>furnace</i>	4	3	5	60
		Kebijakan perusahaan dalam melakukan <i>cost saving</i>	4	3	3	36
		Kurangnya ketelitian operator dalam penimbangan dan input data pemakaian <i>cullet</i>	6	3	3	54
		Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>drawing</i>	5	3	4	60
		Kesalahan perhitungan jumlah kebutuhan <i>saltcake</i>	6	3	3	54
		Pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan	7	3	4	84

Berdasarkan Tabel 5.7, 5.8 dan 5.9 didapatkan nilai RPN tertinggi dari masing-masing jenis *defect*. Nilai RPN tertinggi untuk jenis *cullet defect* adalah kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*. Sedangkan untuk

jenis *chipping defect* yaitu kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*. Lalu, untuk jenis *bubble defect*, nilai RPN tertinggi yaitu pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan.

## 5.2 *Improve*

Pada tahap *improve* terdapat usulan perbaikan terhadap akar permasalahan yang menjadi prioritas untuk dilakukan perbaikan. Tujuan utama dilakukannya perbaikan adalah dapat mengatasi akar permasalahan kritis sehingga jumlah *defect* dapat berkurang.

### 5.2.1 Identifikasi Usulan Alternatif Solusi

Akar permasalahan kritis didapatkan dari nilai RPN tertinggi yang dihasilkan pada penggunaan metode FMEA. Selanjutnya, dapat ditentukan usulan alternatif solusi dari tiap jenis *defect*. Alternatif solusi tersebut akan dijadikan sebagai masukan ke perusahaan untuk mengatasi permasalahan terkait *defect* di *line* produksi A1. Berikut merupakan alternatif solusi dari tiap jenis *defect* pada kaca lembaran LNFL.

#### 1. Usulan Alternatif Solusi terhadap *Cullet Defect*

Akar permasalahan kritis dari *cullet defect* adalah kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*. Akar permasalahan kritis ini didapatkan dari hasil perkalian antara *severity*, *occurance* dan *detection* tertinggi. Berikut merupakan tabel akar permasalahan kritis dari jenis *cullet defect*.

Tabel 5. 10 Akar Permasalahan dengan nilai RPN Tertinggi untuk *Cullet Defect*

Jenis Defect	Effect	Akar Permasalahan	S	O	D	RPN
<i>Cullet Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	6	4	4	96
		Perkiraan usia pakai <i>cutter</i> pada mesin <i>cutting</i> kurang tepat	5	3	4	60

Pada tabel 5.10, nilai RPN tertinggi untuk *cullet defect* memiliki nilai sebesar 96. Nilai tersebut merupakan nilai RPN untuk akar permasalahan kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*. Akar permasalahan tersebut memiliki nilai *severity* sebesar 6, nilai *occurrence* sebesar 4 dan nilai *detection* sebesar 4. Efek yang akan terjadi apabila adanya *defect* tersebut adalah kaca lembaran akan menjadi *waste*. Hal tersebut akan sangat merugikan bagi perusahaan. Kesempatan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan akan hilang dan ongkos dari pembuatan kaca tersebut akan sia-sia. Apabila kaca lembaran dengan *cullet defect* tersebut sampai ke konsumen, maka dapat menyebabkan banyak komplain serta kepercayaan konsumen akan hilang terhadap produk dari perusahaan.

Kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting* akan sangat berpengaruh terhadap tekanan pisau mesin *cutting* yang diberikan ke kaca lembaran. Kaca lembaran yang tidak terpotong sempurna akan menghasilkan butiran kaca (*cullet*) yang terlepas dan menempel di permukaan kaca.

Perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan pemberian *training* kepada operator mesin *cutting* terkait *setting* mesin *cutting* secara berkala. Saat ini, perusahaan hanya memberikan *training* terkait *setting* mesin *cutting* hanya untuk operator baru. Sehingga, pengetahuan operator lama terkait *setting* mesin tersebut masih sangat kurang.

Menurut *expert* (*Assistant Section Chief*) di bagian produksi, perlu adanya *training* untuk operator mesin *cutting* (*cutterman*) yang bekerja di *shift* pagi, *shift* siang dan *shift* malam. Ketiga *cutterman* tersebut perlu diberikan *training* karena pengetahuan yang kurang terkait *setting* mesin *cutting*.

Adapun cara untuk memperkirakan hasil perbaikan ini yaitu dengan melihat nilai dari *pre-test* dan *post-test*. Jika terjadi peningkatan nilai, maka dapat dikatakan bahwa pengetahuan operator terkait materi yang diberikan telah meningkat. Sehingga, faktor *human error* dalam menjalankan *setting* mesin *cutting* dapat dikurangi.

Selain itu, parameter terkait penggunaan mesin *cutting* juga harus dicapai. Adapun parameter tersebut terkait dengan *cutter angel*, *pressure* dan *cutter line quality*. Berikut merupakan alternatif solusi terkait *cullet defect*.

Tabel 5. 11 Alternatif Solusi untuk *Cullet Defect*

Jenis Defect	Cause dengan RPN tertinggi	Alternatif Solusi
<i>Cullet Defect</i>	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	Selektif dalam merekrut operator mesin <i>cutting</i> dan pemberian <i>training</i> secara berkala

Berikut merupakan langkah-langkah perbaikan untuk alternatif ini.

- Melakukan seleksi operator mesin *cutting* (*cutterman*) secara selektif dengan mempertimbangkan *skill* yang dibutuhkan
- Melakukan *training* untuk operator mesin *cutting* (*cutterman*) secara berkala

Materi *training* :

- Setting* potongan kaca
- Maintenance cutter*
- Snapping setting*

Pemateri : Pihak manajemen di divisi produksi perusahaan

Peserta : 3 orang *cutterman* (*shift* pagi, siang dan malam)

Perhitungan biaya untuk setiap materi *training* :

- Konsumsi : Rp 30,000 x 5 = Rp 150,000
  - Buku pegangan/ *handout* : Rp 15,000 x 4 = Rp 60,000
- Total Biaya *Training* = Rp 210,000

- Melakukan pengukuran terhadap pengetahuan *cutterman* dengan cara memberikan soal-soal *pre-test* dan *post-test* terkait materi *training*.
- Memperkirakan peningkatan pengetahuan operator mesin *cutting* (*cutterman*) dengan melihat dari parameter mesin *cutting* yang digunakan. Berikut merupakan parameter mesin *cutting* yang harus dipenuhi untuk produk LNFL.

1. *Cutter Angle* = 136<sup>0</sup>
2. *Pressure* = 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>
3. *Cutter Line Quality* = no cullet

e. Melakukan pengawasan terhadap kinerja *cutterman*

## 2. Usulan Alternatif Solusi terhadap *Chipping Defect*

Akar permasalahan kritis dari *chipping defect* adalah kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*. Akar permasalahan kritis ini didapatkan dari hasil perkalian antara *severity*, *occurance* dan *detection* tertinggi. Berikut merupakan tabel akar permasalahan kritis dari jenis *chipping defect*.

Tabel 5. 12 Akar Permasalahan dengan nilai RPN Tertinggi untuk *Chipping Defect*

Jenis Defect	Effect	Akar Permasalahan	S	O	D	RPN
<i>Chipping Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	5	3	3	45

Pada tabel 5.12, hanya terdapat satu akar permasalahan sehingga sudah dapat dipastikan akar permasalahan tersebut menjadi akar permasalahan kritis untuk *chipping defect*. Nilai RPN tertinggi untuk *chipping defect* memiliki nilai sebesar 45. Nilai tersebut merupakan nilai RPN untuk akar permasalahan kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*. Akar permasalahan tersebut memiliki nilai *severity* sebesar 5, nilai *occurance* sebesar 3 dan nilai *detection* sebesar 3. Efek yang akan terjadi apabila adanya *defect* tersebut adalah kaca lembaran akan menjadi *waste*. Hal tersebut akan sangat merugikan bagi perusahaan. Kesempatan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan akan hilang dan ongkos dari pembuatan kaca tersebut akan sia-sia. Apabila kaca lembaran dengan *cullet defect* tersebut sampai ke konsumen, maka dapat menyebabkan kekecewaan konsumen dalam bentuk komplain.

*Improvement* yang dapat dilakukan untuk mengatasi akar permasalahan tersebut adalah dengan melakukan *training* untuk *cutterman*. Selain itu, perlu adanya pengawasan terhadap kinerja dari operator tersebut.

Menurut *expert* (*Assistant Section Chief*), *training* terkait *maintenance cutter*, *setting* potongan kaca, dan *snapping setting* pada mesin *cutting* perlu diberikan kepada operator mesin *cutting* (*cutterman*). Hal tersebut perlu dilakukan karena pengetahuan tersebut hanya diberikan sekali untuk operator baru. Sehingga, pengetahuan yang dimiliki oleh operator saat ini masih sangat kurang. Berikut adalah alternatif solusi terhadap *chipping defect*.

Tabel 5. 13 Alternatif Solusi untuk *Chipping Defect*

Jenis Defect	Cause dengan RPN tertinggi	Alternatif Solusi
<i>Chipping Defect</i>	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	Selektif dalam merekrut operator mesin <i>cutting</i> dan pemberian <i>training</i> secara berkala

Berikut merupakan langkah-langkah perbaikan untuk alternatif ini.

- Melakukan seleksi operator mesin *cutting* (*cutterman*) secara selektif dengan mempertimbangkan *skill* yang dibutuhkan
- Melakukan *training* untuk operator mesin *cutting* (*cutterman*) secara berkala

Materi *training*:

- Setting* potongan kaca
- Maintenance cutter*
- Snapping setting*

Pemateri : Pihak manajemen di divisi produksi perusahaan

Peserta : 3 orang *cutterman* (*shift* pagi, siang dan malam)

Perhitungan biaya untuk setiap materi *training* :

- Konsumsi : Rp 30,000 x 5 = Rp 150,000
  - Buku pegangan/ *handout* : Rp 15,000 x 4 = Rp 60,000
- Total Biaya *Training* = Rp 210,000

- c. Melakukan pengukuran terhadap pengetahuan *cutterman* dengan cara memberikan soal-soal *pre-test* dan *post-test* terkait materi *training*.
- d. Memperkirakan peningkatan pengetahuan operator mesin *cutting* (*cutterman*) dengan melihat dari parameter mesin *cutting* yang digunakan. Berikut merupakan parameter mesin *cutting* yang harus dipenuhi untuk produk LNFL.
  1. *Cutter Angle* = 136<sup>0</sup>
  2. *Pressure* = 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>
  3. *Cutter Line Quality* = *no cullet*
- e. Melakukan pengawasan terhadap kinerja *cutterman*

3. Usulan Alternatif Solusi terhadap *Bubble Defect*

Akar permasalahan kritis dari *bubble defect* adalah pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan. Akar permasalahan kritis ini didapatkan dari hasil perkalian antara *severity*, *occurance* dan *detection* tertinggi. Berikut merupakan tabel akar permasalahan kritis dari jenis *bubble defect*.

Tabel 5. 14 Akar Permasalahan dengan nilai RPN Tertinggi untuk *Bubble Defect*

Jenis Defect	Effect	Akar Permasalahan	S	O	D	RPN
<i>Bubble Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Alat pengukur temperatur sudah mencapai <i>life time</i>	4	2	3	24
		Kurangnya penjadwalan kalibrasi alat ukur	5	2	3	30
		Kurangnya kontrol pada proses produksi sebelumnya	4	3	4	48
		Kurangnya kontrol terkait jumlah 2nd <i>air ratio</i> yang diperlukan	6	3	2	36
		Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait penggunaan jenis <i>tip burner</i> yang sesuai dengan <i>flow</i>	5	4	3	60

Tabel 5. 14 Akar Permasalahan dengan nilai RPN Tertinggi untuk *Bubble Defect*

Jenis Defect	Effect	Akar Permasalahan	S	O	D	RPN
		Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i>	4	4	3	48
		Minimnya referensi <i>operation</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i> yang tepat	4	3	4	48
		Kesalahan dalam <i>setting</i> formula <i>batch</i>	6	3	3	54
		Kurangnya pengetahuan akan spesifikasi batu <i>furnace</i>	4	3	5	60
		Kebijakan perusahaan dalam melakukan <i>cost saving</i>	4	3	3	36
		Kurangnya ketelitian operator dalam penimbangan dan input data pemakaian <i>cullet</i>	6	3	3	54
		Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>drawing</i>	5	3	4	60
		Kesalahan perhitungan jumlah kebutuhan <i>saltcake</i>	6	3	3	54
		Pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan	7	3	4	84

Pada tabel 5.14, nilai RPN tertinggi untuk *bubble defect* memiliki nilai sebesar 84. Nilai tersebut merupakan nilai RPN untuk akar permasalahan pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan. Akar permasalahan tersebut memiliki nilai *severity* sebesar 7, nilai *occurance* sebesar 3 dan nilai *detection* sebesar 4. Efek yang akan terjadi apabila adanya *defect* tersebut adalah kaca lembaran akan menjadi *waste*. Hal tersebut akan sangat merugikan bagi perusahaan. Kesempatan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan akan hilang dan ongkos dari pembuatan kaca tersebut akan sia-sia. Apabila kaca lembaran dengan *bubble defect* tersebut sampai ke konsumen, maka dapat menyebabkan komplain.

*Improvement* yang dapat dilakukan untuk mengatasi akar permasalahan tersebut sebagai berikut.

Tabel 5. 15 Alternatif Solusi untuk *Bubble Defect*

Jenis Defect	Cause dengan RPN tertinggi	Alternatif Solusi
<i>Bubble Defect</i>	Pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan	Pelaksanaan patrol mingguan, sosialisasi ulang dan pembuatan poster terkait barang-barang non besi, serta pemberian warna pada barang-barang non besi

Langkah-langkah perbaikan alternatif solusi sebagai berikut.

- a. Pelaksanaan patrol mingguan terkait dengan ada atau tidaknya sampah/ barang-barang non besi yang berada di area sekitar *furnace* agar terbebas dari bibit-bibit NiS.

Patrol dilaksanakan oleh *foreman* dan *meltingman* yang juga merangkap tugas di *batch house*.

- b. Menjelang produksi, perlu diadakan sosialisasi ulang untuk mengingatkan kembali kepada operator terkait barang-barang yang tidak boleh berada di area *melting* yang dapat menyebabkan munculnya NiS (non Fe).

Materi sosialisasi : Barang-barang yang tergolong non Fe

Pemateri : Pihak manajemen khususnya seksi *melting* di divisi produksi

Peserta : 3 orang *foreman* dan 3 orang *meltingman*

Biaya sosialisasi:

$$1. \text{ Konsumsi : Rp } 10,000 \times 8 = \text{Rp } 80,000$$

$$2. \text{ Handout : Rp } 1,000 \times 9 = \underline{\text{Rp } 9,000}$$

$$\text{Total Biaya Sosialisasi} = \text{Rp } 89,000$$

- c. Melakukan pembuatan poster yang nantinya akan ditempel di area *melting*.

Biaya poster:

$$\text{Poster A3} = \text{Rp } 10,000 \times 5 = \text{Rp } 50,000$$

d. Melakukan pengecatan pada peralatan *furnace* untuk memberikan tanda (khususnya peralatan yang terbuat dari non besi). Hal tersebut akan meningkatkan kewaspadaan operator agar *furnace* tidak terkontaminasi barang tersebut.

Biaya pengecatan:

1. Cat berwarna merah = Rp 50,000
  2. Kuas cat = Rp 15,000
  3. *Tinner* = Rp 10,000
- Total Biaya Pengecatan = Rp 75,000

Sehingga, total biaya yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan alternatif solusi ini adalah sebesar Rp 214,000.

### 5.2.2 Target Perbaikan dan Perbandingan Alternatif Terpilih dengan Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting pada proses produksi kaca lembaran LNFL di *line* produksi A1 didapatkan bahwa *sigma level* sebesar 3.63 *sigma*. Dari jumlah produksi 185,209 dengan jumlah *defect* sebanyak 9,131 serta CTQ sebanyak tiga jenis dihasilkan nilai DPMO sebesar 16,434.

Dengan adanya alternatif solusi yang telah diusulkan pada subsubbab sebelumnya maka akan ditetapkan target perbaikan. Target perbaikan didapatkan dari hasil diskusi dengan salah satu *expert* (*Assistant Section Chief*) di divisi produksi. Berikut merupakan target perbaikan pada proses produksi kaca lembaran lembaran LNFL di *line* produksi A1.

Tabel 5. 16 Target Perbaikan Performansi

Jenis Cacat	Kontribusi terhadap Total Defect	Target Perbaikan	Target Pengurangan Jumlah Defect
<i>Cullet Defect</i>	45.6%	50%	22.8%
<i>Chipping Defect</i>	31.0%	50%	15.5%
<i>Bubble Defect</i>	17.0%	40%	6.8%
Total Target Pengurangan Jumlah Defect			45.1%

Tabel 5.16 menunjukkan bahwa setiap jenis *defect* akan dilakukan perbaikan sehingga pada masing-masing jenis *defect* tersebut ditentukan target perbaikan. Untuk *cullet defect* dengan perbaikan berupa selektif dalam merekrut operator mesin *cutting* dan pemberian *training* secara berkala, ditetapkan target sebesar 50%. Sehingga, target pengurangan jumlah *defect* yaitu sebesar 22.8% yang dihasilkan dari perkalian antara kontribusi terhadap total *defect* dengan target perbaikan.

Kemudian, untuk *chipping defect* dengan perbaikan berupa selektif dalam merekrut operator mesin *cutting* dan pemberian *training* secara berkala, ditentukan target perbaikan sebesar 50%. Sehingga target pengurangan jumlah *defect* adalah sebesar 15.5%.

Lalu, untuk *bubble defect* dengan perbaikan berupa pelaksanaan patrol mingguan, sosialisasi ulang dan pembuatan poster terkait barang-barang non besi, serta pemberian warna pada barang-barang non besi, ditetapkan target perbaikan sebesar 40%. Target pengurangan jumlah *defect* adalah sebesar 6.8%.

Pemberian target perbaikan sebesar 50% untuk *cullet defect* dan *chipping defect* karena pada proses *cutting* faktor operator (*cutterman*) menyumbang sekitar 60% dari *defect* yang terjadi pada proses tersebut. Sehingga, faktor operator tersebut sangat berpengaruh terhadap *defect* yang muncul pada proses *cutting*. Oleh karena itu, ditetapkan target perbaikan sebesar 50% karena diharapkan dengan adanya pemberian *training* secara berkala dapat meminimasi *error* yang terjadi pada operator yang disebabkan oleh pengetahuan (*knowledge*) yang masih kurang.

Kemudian, alasan pemberian target perbaikan sebesar 40% untuk *bubble defect* karena faktor operator sedikit berpengaruh terhadap munculnya *defect* tersebut. *Bubble defect* akan tetap muncul secara alami karena adanya proses kimia tersebut. Namun, untuk dengan adanya kegiatan sosialisasi dan patrol mingguan diharapkan dapat mengurangi *bubble defect* tersebut.

Dari perhitungan target pengurangan jumlah *defect* dari masing-masing jenis *defect* didapatkan total target pengurangan jumlah *defect* yaitu sebesar 45.1%. Sehingga dari jumlah produksi 185,209 dengan jumlah *defect* eksisting sebanyak 9,131, didapatkan target perbaikan jumlah *defect* sebesar 5,013.

Selanjutnya akan dilakukan perhitungan target perbaikan *sigma level* dan target perbaikan DPMO. Pada penelitian tugas akhir ini, perhitungan DPMO menggunakan rumus dari Montgomery (2009) sebagai berikut.

$$\text{Tingkat Cacat} = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah produksi}} \quad (5.1)$$

$$\text{DPO} = \frac{\text{Tingkat Cacat}}{\text{Banyak CTQ}} \quad (5.2)$$

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1,000,000 \quad (5.3)$$

Berikut merupakan data yang akan digunakan untuk menghitung target perbaikan nilai *sigma* dan target perbaikan DPMO.

Tabel 5. 17 Jumlah Produksi dan Target Perbaikan Jumlah *Defect* Kaca LNFL

No	Data yang Diperlukan	Keterangan
1	Jumlah produksi	185,209
2	Target perbaikan jumlah produk <i>defect</i>	5,013
3	Banyaknya CTQ potensial yang dapat menyebabkan <i>defect</i>	3

Berikut merupakan perhitungan target perbaikan nilai DPMO dan target perbaikan nilai *sigma*.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat Cacat} &= \frac{5,013}{185,209} \\ &= 0.027 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DPO} &= \frac{0.027}{3} \\ &= 0.009022 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= 0.009022 \times 1,000,000 \\ &= 9,022 \end{aligned}$$

Selanjutnya target perbaikan nilai *sigma* dapat dihitung menggunakan kalkulator *sigma* sebagai berikut.

**SIGMA CALCULATOR**

Enter your process opportunities and defects and press the "Calculate" button.

Switch To:

Units:

Opportunities/Unit:

Defects:

Sigma Shift:

**Results**

DPMO:

Defects (%):

Yield (%):

Process Sigma:

[Report A Problem / Make A Suggestion](#)

© iSixSigma 2002-2012

provided by

Gambar 5. 1 Perhitungan Target Perbaikan Nilai *Sigma* Menggunakan Kalkulator *Sigma* (*isixsigma.com*)

Dari Gambar 5.1, didapatkan bahwa target perbaikan nilai DPMO sebesar 9,022 dan target perbaikan nilai *sigma* sebesar 3.86 *sigma*. Sedangkan kondisi eksisting memiliki nilai DPMO sebesar 16,434 dan nilai *sigma* sebesar 3.63 *sigma*. Jadi, diharapkan akan terjadi peningkatan nilai *sigma* sebesar 0.23 *sigma*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan dari penelitian tugas akhir. Selain itu, terdapat saran untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil dari *Critical to Quality*, didapatkan tiga jenis *defect* kaca lembaran LNFL yaitu *cullet defect* dengan persentase 45.6%, *chipping defect* dengan persentase 31.0%, dan *bubble defect* dengan persentase 17.0%.
2. Berdasarkan perhitungan *sigma level* pada produk kaca lembaran LNFL yang diproduksi di *line* produksi A1, didapatkan *sigma level* eksisting sebesar 3.63 *sigma* dengan jumlah DPMO eksisting sebesar 16,434.
3. Berdasarkan *Root Cause Analysis* (RCA), diketahui akar permasalahan dari masing-masing jenis *defect*. Dari akar permasalahan yang ada, dianalisis untuk mendapatkan akar permasalahan kritis dari tiap jenis *defect* dengan metode FMEA. Berikut merupakan akar permasalahan kritis dari tiap jenis *defect*.
  - a. *Cullet defect* : Kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*
  - b. *Chipping defect* : Kurangnya pengetahuan operator terkait *setting* mesin *cutting*
  - c. *Bubble defect* : Pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan
4. Alternatif solusi diberikan pada setiap akar permasalahan kritis. Berikut merupakan alternatif solusi dari setiap jenis *defect*.
  - a. *Cullet defect*: Selektif dalam merekrut operator mesin *cutting* dan pemberian *training* secara berkala

- b. *Chipping defect*: Selektif dalam merekrut operator mesin *cutting* dan pemberian *training* secara berkala
- c. *Bubble defect*: Pelaksanaan patrol mingguan, sosialisasi ulang dan pembuatan poster terkait barang-barang non besi, serta pemberian warna pada barang-barang non besi

Penentuan target perbaikan didapatkan dari salah satu *expert* di divisi produksi sehingga didapatkan perbandingan antara nilai DPMO dan *sigma level* eksisting dengan target perbaikan sebagai berikut.

- a. Kondisi Eksisting
  - Nilai DPMO sebesar 16,434
  - *Sigma level* sebesar 3.63 *sigma*
- b. Kondisi Target Perbaikan
  - Nilai DPMO sebesar 9,022
  - *Sigma level* sebesar 3.86 *sigma*

Jadi, diharapkan terjadi peningkatan sebesar 0.23 *sigma*.

## 6.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran dan masukan untuk penelitian berikutnya.

1. Penelitian ini sebaiknya dilakukan sampai tahap *Control* pada DMAIC.
2. Sebaiknya dilakukan perhitungan biaya untuk mengetahui seberapa besar biaya untuk mengimplementasikan program *Six Sigma* dan keuntungan dalam penerapan program tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basu, R and Wright, J.N, 2003, *Quality Beyond Six Sigma*, Replika Press Pvt. Ltd, India.
- Brue, Greg, 2002, *Six Sigma for Managers*, McGraw-Hill, United States of America.
- Carreira, Bill, 2005, *Lean Manufacturing that Works Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits*, AMACOM, United States of America.
- George, Michael L, 2002, *Lean Six Sigma*, McGraw-Hill, United States of America.
- Keller, P., Pyzdek T, 2010, *The Six Sigma Handbook, Fourth Edition*, McGraw-Hill Professional.
- Kalkulator Six Sigma, 2017, *Isixsigma*, [Online], Available: <http://www.isixsigma.com> [Accessed 10 Juni 2017].
- Mann, David, 2010, *Creating a Lean Culture*, CRC Press, United States of America.
- McDermott, R.E., Mikulak, R.J. & Beauregard, M.R., 2009, *The Basics of FMEA*.
- Montgomery, Douglas.C, 2009, *Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition*, USA: John Willey & Sons, Inc.
- Park, Sung H, 2003, *Six Sigma for Quality and Productivity Promotion*, Asian Productivity Organization.
- Singgih, m.l and Irmia, 2007, *Pengukuran dan Peningkatan Pelayanan Perbaikan Gangguan Telepon pada PT X dengan Pendekatan Six Sigma*.
- Yang Kai, S.B El-Haik, 2003, *Design for Six Sigma*, McGraw Hill Professional.

## LAMPIRAN 1

Berikut merupakan data jumlah *defect* pada kaca lembaran di *line* produksi A1 dan *line* produksi A2 Januari-Maret 2017

<i>Line</i> Produksi	<i>Month</i>	Jumlah Produksi Kaca	Jumlah Produk <i>Defect</i>	<i>Defect</i> <i>Rate</i>
A1	Jan-17	180,123	9,186	5.10%
A1	Feb-17	185,209	9,131	4.93%
A1	Mar-17	239,279	14,811	6.19%
A2	Jan-17	277,978	11,230	4.04%
A2	Feb-17	240,722	8,449	3.51%
A2	Mar-17	231,271	4,255	1.84%

## LAMPIRAN 2

Berikut merupakan jumlah *defect rate* pada kaca lembaran *Light Green Flat Glass* (LNFL) Januari 2017

<i>Date</i>	<i>Realisasi (%)</i>	<i>Target (%)</i>	<i>Kind of Glass</i>
01-Jan-17	4.42	4.48	LNFL2L
02-Jan-17	5.22	4.48	LNFL2L
03-Jan-17	5.47	4.48	LNFL2L
04-Jan-17	5.84	4.48	LNFL2L
05-Jan-17	6.87	4.48	LNFL2L
06-Jan-17	17.29	4.48	LNFL2L
07-Jan-17	7.90	4.48	LNFL2L
08-Jan-17	6.24	4.48	LNFL2L
09-Jan-17	6.46	4.48	LNFL2L
10-Jan-17	7.36	4.48	LNFL2L
11-Jan-17	5.69	4.48	LNFL2L
12-Jan-17	6.09	4.48	LNFL2L
13-Jan-17	5.63	4.48	LNFL2L
14-Jan-17	7.52	4.48	LNFL2L
15-Jan-17	4.40	4.48	LNFL2L
16-Jan-17	4.97	4.48	LNFL2L
17-Jan-17	5.12	4.48	LNFL2L
18-Jan-17	2.52	4.48	LNFL2L
19-Jan-17	4.80	4.48	LNFL2L
20-Jan-17	2.80	4.48	LNFL2L
21-Jan-17	3.89	4.48	LNFL2L
22-Jan-17	3.59	4.48	LNFL2L
23-Jan-17	3.30	4.48	LNFL2L
24-Jan-17	3.77	4.48	LNFL2L
25-Jan-17	2.34	4.48	LNFL2L
26-Jan-17	4.30	4.48	LNFL2L
27-Jan-17	4.18	4.48	LNFL2L
28-Jan-17	3.01	4.48	LNFL2L
29-Jan-17	2.27	4.48	LNFL2L
30-Jan-17	2.92	4.48	LNFL2L
31-Jan-17	2.84	4.48	LNFL2L

Berikut merupakan jumlah *defect rate* pada kaca lembaran *Light Green Flat Glass* (LNFL) Februari 2017

<i>Date</i>	Realisasi (%)	Target (%)	<i>Kind of Glass</i>
01-Feb-17	2.50	4.48	LNFL2L
02-Feb-17	2.36	4.48	LNFL2L
03-Feb-17	8.97	4.48	LNFL2L
04-Feb-17	6.05	4.48	LNFL2L
05-Feb-17	8.25	4.48	LNFL2L
06-Feb-17	6.28	4.48	LNFL2L
07-Feb-17	6.71	4.48	LNFL2L
08-Feb-17	5.27	4.48	LNFL2L
09-Feb-17	4.12	4.48	LNFL2L
10-Feb-17	5.55	4.48	LNFL2L
11-Feb-17	3.84	4.48	LNFL2L
12-Feb-17	3.98	4.48	LNFL2L
13-Feb-17	4.58	4.48	LNFL2L
14-Feb-17	3.93	4.48	LNFL2L
15-Feb-17	5.06	4.48	LNFL2L
16-Feb-17	3.09	4.48	LNFL2L
17-Feb-17	4.89	4.48	LNFL2L
18-Feb-17	3.64	4.48	LNFL2L
19-Feb-17	6.59	4.48	LNFL2L
20-Feb-17	7.83	4.48	LNFL2L
21-Feb-17	4.45	4.48	LNFL2L
22-Feb-17	5.42	4.48	LNFL2L
23-Feb-17	4.05	4.48	LNFL2L
24-Feb-17	5.08	4.48	LNFL2L
25-Feb-17	3.90	4.48	LNFL2L
26-Feb-17	3.28	4.48	LNFL2L
27-Feb-17	3.46	4.48	LNFL2L
28-Feb-17	4.49	4.48	LNFL2L

Berikut merupakan jumlah *defect rate* pada kaca lembaran *Light Green Flat Glass* (LNFL) Maret 2017

<i>Date</i>	Realisasi (%)	Target (%)	<i>Kind of Glass</i>
01-Mar-17	6.44	4.48	LNFL2L
02-Mar-17	9.18	4.48	LNFL2L
03-Mar-17	5.92	4.48	LNFL2L
04-Mar-17	6.59	4.48	LNFL2L
05-Mar-17	4.64	4.48	LNFL2L
06-Mar-17	5.20	4.48	LNFL2L
07-Mar-17	5.73	4.48	LNFL2L
08-Mar-17	7.84	4.48	LNFL2L
09-Mar-17	8.59	4.48	LNFL2L
10-Mar-17	9.56	4.48	LNFL2L
11-Mar-17	6.39	4.48	LNFL2L
12-Mar-17	5.31	4.48	LNFL2L
13-Mar-17	4.98	4.48	LNFL2L
14-Mar-17	4.95	4.48	LNFL2L
15-Mar-17	3.52	4.48	LNFL2L
16-Mar-17	6.62	4.48	LNFL2L
17-Mar-17	5.53	4.48	LNFL2L
18-Mar-17	5.82	4.48	LNFL2L
19-Mar-17	6.69	4.48	LNFL2L
20-Mar-17	5.17	4.48	LNFL2L
21-Mar-17	6.34	4.48	LNFL2L
22-Mar-17	8.40	4.48	LNFL2L
23-Mar-17	5.66	4.48	LNFL2L
24-Mar-17	4.24	4.48	LNFL2L
25-Mar-17	3.74	4.48	LNFL2L
26-Mar-17	7.99	4.48	LNFL2L
27-Mar-17	5.08	4.48	LNFL2L
28-Mar-17	5.39	4.48	LNFL2L
29-Mar-17	7.15	4.48	LNFL2L
30-Mar-17	7.09	4.48	LNFL2L
31-Mar-17	5.57	4.48	LNFL2L

### LAMPIRAN 3

Berikut merupakan data jumlah *defect* dari tiap jenis *defect* pada kaca lembaran *light green flat glass* (LNFL) Februari 2017

<i>Date</i>	<i>Bubble</i>	<i>Cullet</i>	<i>Inclusion</i>	<i>Chipping</i>	<i>Scratch</i>	<i>Kind of Glass</i>
01-Feb-17	2	0	0	0	0	LNFL2L
02-Feb-17	0	0	0	0	0	LNFL2L
03-Feb-17	1	2	0	0	0	LNFL2L
04-Feb-17	1	4	0	4	1	LNFL2L
05-Feb-17	1	10	0	8	1	LNFL2L
06-Feb-17	0	2	0	5	0	LNFL2L
07-Feb-17	0	4	0	3	0	LNFL2L
08-Feb-17	1	1	0	0	0	LNFL2L
09-Feb-17	1	5	0	0	0	LNFL2L
10-Feb-17	2	4	0	0	1	LNFL2L
11-Feb-17	0	4	0	1	0	LNFL2L
12-Feb-17	0	0	0	0	0	LNFL2L
13-Feb-17	1	1	1	2	0	LNFL2L
14-Feb-17	1	3	0	1	0	LNFL2L
15-Feb-17	2	8	0	4	0	LNFL2L
16-Feb-17	1	0	0	0	0	LNFL2L
17-Feb-17	1	0	0	0	0	LNFL2L
18-Feb-17	0	1	0	0	0	LNFL2L
19-Feb-17	2	0	0	0	0	LNFL2L
20-Feb-17	2	4	0	4	0	LNFL2L
21-Feb-17	0	3	1	0	1	LNFL2L
22-Feb-17	1	0	0	0	0	LNFL2L
23-Feb-17	1	2	0	2	0	LNFL2L
24-Feb-17	1	0	1	0	1	LNFL2L
25-Feb-17	2	0	0	10	0	LNFL2L
26-Feb-17	0	7	0	4	0	LNFL2L
27-Feb-17	0	2	0	1	0	LNFL2L
28-Feb-17	3	5	2	0	0	LNFL2L
Total	27	72	5	49	5	

#### LAMPIRAN 4

Berikut merupakan kuesioner *root cause analysis* terhadap timbulnya *defect* pada kaca lembaran LNFL di *line* produksi A1

<i>Main Problem</i>	<i>Problem</i>		<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<i>Defect Kaca LNFL</i>	<i>Cullet Defect</i> (butiran kaca yang menempel di permukaan kaca)		Proses pemotongan ( <i>cutting</i> ) kurang sempurna	Tekanan <i>cutter</i> pada mesin <i>cutting</i> tidak sesuai	Operator kurang tepat melakukan <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	
				<i>Cutter</i> pada mesin <i>cutting</i> kurang tajam	Keterlambatan penggantian pisau pada mesin <i>cutting</i>	Perkiraan usia pakai <i>cutter</i> pada mesin <i>cutting</i> kurang tepat	
	<i>Chipping Defect</i> (gumpil pada sudut kaca)		Proses pemotongan ( <i>cutting</i> ) kurang sempurna	Tekanan <i>cutter</i> pada mesin <i>cutting</i> tidak sesuai	Operator kurang tepat melakukan <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>	
	<i>Bubble Defect</i> (gelembung udara pada kaca)	<i>Closed Bubble</i>	Temperatur peleburan terlalu rendah (kurang dari 1400-1500°C)	Alat pengukur temperatur tidak bekeja dengan normal	Alat pengukur temperatur sudah mencapai <i>life time</i>		
		Kurangnya penjadwalan kalibrasi alat ukur					

<i>Main Problem</i>	<i>Problem</i>		<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
				Jumlah <i>batch</i> terlalu sedikit (kurang dari 36%)	Mengimbangi <i>stock cullet</i> yang berlebih	Kurangnya kontrol pada proses produksi sebelumnya	
				<i>Flame</i> dari <i>burner</i> kurang panjang	<i>2nd air ratio</i> yang berlebihan	Kurangnya kontrol terkait jumlah <i>2nd air ratio</i> yang diperlukan	
					Penggunaan <i>tip burner</i> tidak sesuai dengan <i>flow</i>	Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait penggunaan jenis <i>tip burner</i> yang sesuai dengan <i>flow</i>	
			<i>Flow bubbler</i> terlalu cepat (lebih dari 7-12 liter/ menit)	Mengamankan posisi <i>batch pile</i>	Pengaturan <i>gate blanket feeder</i> yang tidak tepat	Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i>	

<i>Main Problem</i>	<i>Problem</i>		<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
						Minimnya referensi <i>operation</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feederyang</i> tepat	
			Kekurangan SO2 yang membantu pelepasan gelembung udara (0.18% dari total produksi)	Kurangnya jumlah <i>saltcake</i>	Kesalahan dalam <i>setting</i> formula <i>raw material</i> utama ( <i>batch</i> )		
			Batu tahan api yang memiliki kerapatan rendah	Kurangnya pengetahuan akan spesifikasi batu <i>furnace</i>			
				Kebijakan perusahaan dalam melakukan <i>cost saving</i>			

<i>Main Problem</i>	<i>Problem</i>		<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
			Pemakaian <i>cullet</i> yang berlebih (lebih dari 64% dari total produksi)	Kesalahan perhitungan jumlah pemakaian <i>cullet</i>	Kesalahan penimbangan berat kering <i>raw material</i> utama ( <i>batch</i> ) Kesalahan input data hasil penimbangan berat kering <i>raw material</i> utama ( <i>batch</i> )	Kurangnya ketelitian operator dalam penimbangan dan input data pemakaian <i>cullet</i>	
			Kurangnya pemberian waktu tinggal di tungku ( <i>pull</i> konversi lebih dari 510 T/D)	<i>Pull</i> konversi yang terlalu tinggi ( <i>pull</i> konversi lebih dari 510 T/D)	<i>Pull</i> berlebihan Kurangnya energi pembakaran	<i>Setting</i> mesin <i>drawing</i> kurang tepat	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>drawing</i>
	<i>White Bubble</i>		Kelebihan penggunaan <i>saltcake</i> (lebih dari 28 Kg/mix)	Kesalahan perhitungan jumlah kebutuhan <i>saltcake</i>			

<i>Main Problem</i>	<i>Problem</i>		<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
		<i>Colored Bubble</i>	Adanya benda asing seperti NiS dan Si yang masuk ke dalam <i>molten glass</i>	Pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan			

## LAMPIRAN 5

Berikut merupakan kuesioner FMEA yang digunakan untuk menganalisis akar permasalahan kritis dari setiap jenis *defect* pada kaca lembaran LNFL.



## KUESIONER PENELITIAN

PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN  
PADA PROSES PRODUKSI KACA LEMBARAN

### Peneliti:

Milatul Afiah

Kuesioner Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan penilaian akar permasalahan pada proses produksi kaca lembaran. Penelitian ini hanya dilakukan untuk **produk LNFL yang dihasilkan di *line* produksi A1**. Kuesioner ini terdiri dari dua bagian, mohon Bapak/Ibu mengikuti petunjuk pada tiap-tiap bagian.

## DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017

## **BAGIAN I**

### **PENILAIAN PENYEBAB KEGAGALAN**

Berikut merupakan kriteria-kriteria yang digunakan pada penelitian ini.

#### **1. Severity**

*Severity* merupakan penilaian untuk menunjukkan tingkat keparahan sebuah akar permasalahan terhadap efek yang ditimbulkan. Berikut merupakan skala penilaian *severity* yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini.

<i>Rank</i>	<i>Effect of Severity</i>	<i>Severity of Effect on Process</i>
1	<i>No Effect</i>	Kegagalan tidak memberikan efek
2	<i>Minor Disruption</i>	Kegagalan sedikit memberikan efek terhadap proses produksi
3	<i>Moderate Disruption</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun seluruh kerusakan produk dapat diterima
4		Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun sebagian kerusakan produk berpotensi membutuhkan <i>rework</i>
5	<i>Moderate Disruption</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun seluruh kerusakan produk membutuhkan <i>rework</i>
6		Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi, namun sebagian kerusakan produk tidak dapat diterima
7	<i>Significant Disruption</i>	Kegagalan memberikan efek terhadap proses produksi dan seluruh kerusakan produk ditolak
8	<i>Major Disruption</i>	Kegagalan menyebabkan proses produksi harus dihentikan
9	<i>Failure to Meet Safety and/or Regulation Requirements</i>	Kegagalan membahayakan operator dengan adanya peringatan
10		Kegagalan membahayakan operator tanpa adanya peringatan

## KUESIONER PENELITIAN

### PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI KACA LEMBARAN

---

#### 2. *Occurance*

*Occurance* merupakan sebuah penilaian mengenai peluang frekuensi sebuah akar permasalahan terhadap efek yang dihasilkan. Berikut merupakan skala penilaian *occurance* yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini.

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Failure</i>	<i>Occurance of Causes</i>
1	<i>Very Low</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-12 bulan
2	<i>Low</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-6 bulan
3		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-3 bulan
4	<i>Moderate</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-2 bulan
5		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1 bulan
6		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-3 minggu
7	<i>High</i>	Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-2 minggu
8		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1 minggu
9		Terjadi sekali dalam kurun waktu 1-3 hari
10	<i>Very High</i>	Terjadi setiap hari

## KUESIONER PENELITIAN

### PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI KACA LEMBARAN

---

### 3. *Detection*

*Detection* merupakan sebuah penilaian mengenai peluang sebuah akar permasalahan yang dapat terdeteksi terhadap efek yang dihasilkan. Berikut merupakan skala penilaian *detection* yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini.

<i>Rank</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>Opportunity for Detection</i>
1	<i>Almost Certain</i>	Pengecekan selalu dapat mendeteksi suatu kegagalan
2	<i>Very High</i>	Pengecekan hampir selalu dapat mendeteksi kegagalan
3	<i>High</i>	Pengecekan dapat mendeteksi kegagalan
4	<i>Moderately High</i>	Pengecekan berpeluang sangat besar dapat mendeteksi kegagalan
5	<i>Moderate</i>	Pengecekan berpeluang besar dapat mendeteksi kegagalan
6	<i>Low</i>	Pengecekan kemungkinan dapat mendeteksi kegagalan
7	<i>Very Low</i>	Pengecekan berpeluang kecil dapat mendeteksi kegagalan
8	<i>Remote</i>	Pengecekan berpeluang sangat kecil dapat mendeteksi kegagalan
9	<i>Very Remote</i>	Pengecekan gagal sehingga tidak mampu mendeteksi kegagalan
10	<i>Almost Impossible</i>	Kegagalan tidak mungkin terdeteksi melalui pengecekan

## KUESIONER PENELITIAN

### PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI KACA LEMBARAN

#### IDENTITAS RESPONDEN

Nama : .....

Jabatan : .....

#### BAGIAN II

**Petunjuk Pengisian:** Bapak/Ibu dimohon untuk menilai daftar akar permasalahan dengan skala 1-10 sesuai dengan kriteria penilaian yang telah dijelaskan.

Jenis Defect	Effect	Akar Permasalahan	Severity	Occurance	Detection
<i>Cullet Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>			
		Perkiraan usia pakai pisau pada mesin <i>cutting</i> kurang tepat			

Jenis Defect	Effect	Akar Permasalahan	Severity	Occurance	Detection
<i>Chipping Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>cutting</i>			

## KUESIONER PENELITIAN

### PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI KACA LEMBARAN

Jenis Defect	<i>Effect</i>	Akar Permasalahan	<i>Severity</i>	<i>Occurance</i>	<i>Detection</i>
<i>Bubble Defect</i>	Kaca lembaran harus dibuang	Alat pengukur temperatur sudah mencapai <i>life time</i>			
		Kurangnya penjadwalan kalibrasi alat ukur			
		Kurangnya kontrol pada proses produksi sebelumnya			
		Kurangnya kontrol terkait jumlah <i>2nd air ratio</i> yang diperlukan			
		Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait penggunaan jenis <i>tip burner</i> yang sesuai dengan <i>flow</i>			
		Kurangnya pengetahuan operator atau <i>engineer</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i>			
		Minimnya referensi <i>operation</i> terkait pengaturan <i>gate blanket feeder</i> yang tepat			
		Kesalahan dalam <i>setting formula batch</i>			
		Kurangnya pengetahuan akan spesifikasi batu <i>furnace</i>			
		Kebijakan perusahaan dalam melakukan <i>cost saving</i>			

## KUESIONER PENELITIAN

### PENILAIAN AKAR PERMASALAHAN PADA PROSES PRODUKSI KACA LEMBARAN

---

Jenis <i>Defect</i>	<i>Effect</i>	Akar Permasalahan	<i>Severity</i>	<i>Occurance</i>	<i>Detection</i>
		Kurangnya ketelitian operator dalam penimbangan dan input data pemakaian <i>cullet</i>			
		Kurangnya pengetahuan operator terkait <i>setting</i> mesin <i>drawing</i>			
		Kesalahan perhitungan jumlah kebutuhan <i>saltcake</i>			
		Pengawasan yang kurang ketat terkait kondisi operasi dan peralatan			

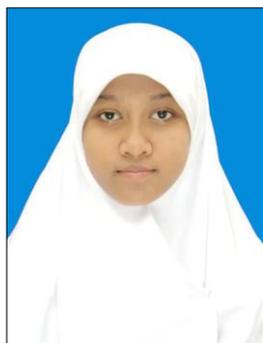
Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk melengkapi kuesioner penelitian Tugas Akhir ini. Atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

....., ... Juni

2017

(.....)

## BIOGRAFI PENULIS



Milatul Afiah lahir di Ponorogo pada tanggal 23 April 1994. Pendidikan formal yang telah ditempuh adalah SD Negeri 1 Brotonegaran Ponorogo, SMP Negeri 2 Ponorogo, SMA Negeri 2 Ponorogo, hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama menjadi mahasiswa, penulis turut aktif dalam berbagai organisasi, pelatihan dan kepanitiaan. Penulis tercatat sebagai Staf Departemen Kewirausahaan (KWU) Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember (BEM FTI) ITS 2014/2015, Staf BSO Forum Silaturahmi Lembaga Dakwah Kampus (FSLDK) Komisi B JMMI ITS 2014/2015, Staf Departemen Hubungan Masyarakat (HUMAS) Lembaga Dakwah Jurusan (LDJ) MSI Ulul Ilmi ITS 2014/2015, Ketua Muslimah LDJ MSI Ulul Ilmi ITS 2015/2016, dan DPP MSI Ulul Ilmi ITS 2016/2017. Selain itu, penulis juga berkesempatan menjadi salah satu penerima beasiswa BIDIKMISI DIKTI tahun 2013-2017 dan beasiswa Enemy Foundation tahun 2014-2015. Pelatihan yang pernah diikuti penulis adalah Pelatihan Karya Tulis Ilmiah (PKTI), Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) tingkat pra dasar (PRA TD) dan LOT 1. Selain itu, penulis pernah mengikuti Pelatihan Studi Islam (PSI) 1, Pelatihan Studi Islam (PSI) 2, Dauroh Marhalah 1, Program Studi Muslimah (PSM) 2 dan Pelatihan Da'i Muda. Penulis juga turut serta mengikuti kepanitiaan seperti ISTECS 2013, LKMM Pra TD, PSI 1, PSI 2, Muqim 1, Ramadhan di Kampus (RDK) dan sebagainya. Kini, penulis sedang merintis bisnis di industri *fashion* dan pendidikan. Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT Adicitra Surabaya pada tahun 2016. Penulis dapat dihubungi melalui *email* di [afiahmilatul23@gmail.com](mailto:afiahmilatul23@gmail.com).