



Analisis

**Produk Cacat**

Pada

**ALUMINIUM BILLET**

*Dengan Menggunakan Pendekatan*

**LEAN SIX SIGMA**

**CUT ITA ERLIANA**

CUT ITA ERLIANA

# **Analisis Produk Cacat Pada Aluminium Billet Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma**

Diterbitkan Oleh:



CV. SEFA BUMI PERSADA - ACEH

2021

---

# Analisis Produk Cacat Pada Aluminium Billet Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma

Penulis : CUT ITA ERLIANA

Hak Cipta © 2021 pada Penulis

*Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit dan penulis*

Penerbit:

**SEFA BUMI PERSADA**

**Anggota Ikapi Aceh N0.021/DIA/2020**

Jl. Malikussaleh No. 3 Bayu Aceh Utara - Lhokseumawe

email: [www.sefabumipersada.com](http://www.sefabumipersada.com)

Telp. 085260363550

Cetakan I : Oktober 2021– Lhokseumawe

**ISBN: 978-623-6983-49-2**

Halaman. 120

Ukuran 16,8 x 23 cm

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkah dan rahmat-Nya sehingga selesai penulisan penelitian ini. Selawat dan salam kita sanjungkan kepangkuan Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga dan sahabat-sahabat beliau sekalian serta orang-orang mukmin yang tetap istiqamah dijalan-Nya.

Semoga rahmat dan hidayah serta lindungan-Nya senantiasa dilimpahkan kepada kita semua, Kepada-Mu kami menyerahkan diri dan keampunan-Mu kami harapkan, semoga tulisan ini bermanfaat dan berguna. Amin Ya Rabbal'amin...

Penulis

**Cut Ita Erliana**

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>SINOPSIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah dan Asumsi.....	
1.5.1 Batasan Masalah.....	4
1.5.2 Asumsi.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Karakteristik Aluminium Billet .....	6
2.1.2 Dimensi Aluminium Billet .....	6
2.1.3 Jenis-jenis Produk Cacat Aluminium Billet.....	7
2.1.4 Pengertian Produk .....	8
2.1.5 Produk Jadi.....	10
2.1.6 Produk Cacat.....	11
2.1.7 Defect.....	12
2.1.8 Lean dan Six Sigma.....	13
2.1.8.1 Pendekatan Lean .....	13
2.1.8.2 Pendekatan Six Sigma .....	16
2.1.8.3 Lean Six Sigma .....	17
2.2 Penelitian Sebelumnya.....	57

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	70
3.2 Cara Pengumpulan Data .....	70
3.3 Definisi Variabel Operasional.....	70
3.4 Metode Analisis.....	71
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	72

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	74
4.1.1 Data Jumlah Produksi dan Kecacatan.....	74
4.1.2 Data Jumlah Mesin .....	74
4.1.3 Data Aliran Proses.....	75
4.1.4 Data Waktu Siklus .....	76
4.1.5 Data Rating Factor.....	77
4.1.6 Data Allowance (Kelonggaran) .....	78
4.1.7 Data Jenis-Jenis Kecacatan .....	81
4.2 Pembahasan .....	81
4.2.1 Six Sigma .....	81
4.2.2 Tahap Define.....	82
4.2.3 Tahap Measure .....	84
4.2.3.1 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku.....	85
4.2.3.2 Perhitungan Metrik Lean .....	86
4.2.3.3 Pengolahan Data Kualitas Produk .....	91
4.2.4 Tahap Analyze.....	95
4.2.5 Tahap Improve .....	100
4.2.6 Tahap Control .....	103
4.3 Usulan Perbaikan .....	104
4.3.1 Usulan Untuk Peningkatan Kecepatan Proses .....	104
4.4 Analisis .....	108
4.4.1 Analisis Kegiatan Value Added dan Non Value Added .....	108
4.4.2 Analisis Process Cycle Efficiency .....	108
4.4.3 Analisis Perhitungan Tingkat Sigma .....	109

4.4.4 Analisis Untuk Usulan Peningkatan Kualitas .....	109
--	-----

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	112
----------------------	-----

5.2 Saran.....	112
----------------	-----

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>114</b>
----------------------------	------------

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Pemborosan (Waste).....	14
Tabel 2.2 Perbedaan Lean dan Six Sigma .....	18
Tabel 2.3 Simbol Proses Dalam Value stream Mapping.....	23
Tabel 2.4 Penyesuaian Menurut Cara Shumard.....	31
Tabel 2.5 Penyesuaian Menurut Westinghouse.....	38
Tabel 4.1 Data Jumlah Produksi dan kecacatan .....	74
Tabel 4.2 Data Jumlah Mesin .....	75
Tabel 4.3 Waktu Siklus Pembuatan Produk Aluminium Billet.....	76
Tabel 4.4 Penilaian Rating Factor Terhadap Operator Menggunakan Metode Westinghouse.....	77
Tabel 4.5 Penetapan Allowance Untuk Tiap Proses Produksi .....	78
Tabel 4.6 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Setiap Proses Produksi .....	85
Tabel 4.7 Perhitungan Manufacturing Lead Time Berdasarkan Waktu Baku.....	87
Tabel 4.8 Value Added Activities dan Non Value Added Activities.....	88
Tabel 4.9 Persentase Kecacatan dan Persentase Kumulatif Pada Produksi Aluminium Billet Periode April 2018-Juni2019 .....	92
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Sigma Dan DPMO Dari Proses Produksi Aluminium Billet.....	94
Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Nilai CL, P, LCL dan UCL Periode April 2018-Juni 2019 .....	97
Tabel 4.12 FMEA Pada Proses Produksi Aluminium Billet.....	100
Tabel 4.13 Urutan Aktivitas kerja Usulan Produksi Aluminium Billet .....	104
Tabel 4.14 Kegiatan Value Added dan Non Value Added Setelah Estimasi .....	106
Tabel 4.15 Perhitungan Metrik Lean Aktual dan Usulan.....	108



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hukum Pareto dalam bentuk visual.....	47
Gambar 2.2 Contoh Diagram Pareto.....	47
Gambar 2.3 Pembuatan cause and effect diagram Pernyataan Masalah.....	52
Gambar 2.4 Pembuatan Cause and Effect Diagram Penyebab Utama.....	53
Gambar 2.5 Identifikasi Faktor-faktor yang menjadi Penyebab dari Penyebab Utama.....	54
Gambar 2.6 Identifikasi Faktor-faktor yang menjadi Penyebab dari Penyebab Utama lebih detail.....	54
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	73
Gambar 4.1 Aliran Proses Pembuatan Aluminium Billet.....	75
Gambar 4.2 Diagram Pareto.....	93
Gambar 4.3 Peta Kendali (Control-Chart).....	97
Gambar 4.4 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat Crack dan Drag Marks.....	99
Gambar 4.5 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat Bleeding Out ...	100

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Industri merupakan suatu kegiatan yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi menjadi barang yang bermutu tinggi dalam penggunaannya, termasuk kegiatan dalam rancang bangun dan perekayasaan industri. Industri juga merupakan bagian dari proses produksi. Bahan-bahan industri diambil secara langsung maupun tidak langsung, kemudian diolah, sehingga menghasilkan barang yang bernilai lebih bagi masyarakat. Pengklasifikasian industri didasarkan pada kriteria yaitu berdasarkan bahan baku, tenaga kerja, pangsa pasar, modal, atau jenis teknologi yang digunakan.

Pada era globalisasi persaingan perusahaan perindustrian manufaktur semakin meningkat, sehingga perusahaan perlu memperhatikan kualitas dari suatu produk agar dapat terus mempertahankan eksistabilitas. Berdasarkan hal tersebut maka setiap perusahaan hendaknya berusaha untuk meminimalisirkan ketidaksesuaian, pemborosan, dan meningkatkan efisiensi dari keseluruhan proses produksi perusahaan.

Kualitas merupakan faktor utama yang menjadi acuan konsumen, perlu adanya pengawasan yang ketat. Kualitas menjadi faktor utama bagi konsumen dalam memilih produk. Kualitas produk yang tidak sesuai dengan keinginan konsumen akan menyebabkan perusahaan mengalami kerugian. Kerugian tersebut dapat berupa kehilangan waktu, tenaga, uang, dan berkurangnya kepercayaan konsumen terhadap perusahaan.

PT. Indonesia Asahaan Aluminium (Persero) atau lebih dikenal dengan PT INALUM merupakan perusahaan yang bergerak dalam industri manufaktur yang bergerak dibidang

aluminium. PT. INALUM yang berlokasi di Kuala Tanjung, Kecamatan Sei Suka, Kabupaten Batu Bara, Provinsi Sumatera Utara. PT. INALUM memiliki beberapa departemen pekerjaan, dimana departemen yang ada di PT. INALUM ini adalah departemen *Deputy Coporate Secretary*, departemen *Operational Risk Management*, departemen *Internal Control & Compliance*, departemen *Reduction & casting*, departemen *Carbon*, departemen *General Maintenance*, departemen *Engineering*, departemen *Power Operation & Civil*, departemen *Power Maintenance & Engineering*, departemen *Quality Assurance*, departemen *Businnes Planning*, departemen *Marketing & Sales*, departemen *Coperate Social Responsibility*, departemen *Project Management Office*, departemen *Procurement*, departemen *Power Administration*, departemen *General Affairs*, departemen *Human Capital Services*, departemen *Logistic*, departemen *Strategic Performance*, departemen *Accounting*, departemen *Treasury*, departemen IT & MIS. PT. INALUM memproduksi tiga jenis produk yaitu aluminium ingot, aluminium alloy, dan aluminium billet.

Pada produk aluminium ingot dan aluminium alloy jarang terjadi produk yang cacat saat dilakukan pencetakan, sedangkan untuk produk aluminium billet masih sering terjadi kecacatan saat dilakukan pencetakan. Dalam memproduksi aluminium billet pada bulan Januari 2019 memproduksi sekitar 1.520.863 kg dan terjadi kecacatan produk sekitar 42.393 kg (35,88%), pada bulan Februari 2019 memproduksi sekitar 1.032.034 kg dan terjadi kecacatan produk sekitar 38.994 kg (26,47%). Dari sedikit data-data diatas menyatakan bahwa keinginan perusahaan terhadap penurunan kecacatan produk masih jauh melewati target perusahaan, dimana perusahaan menginginkan tiap bulannya produk yang cacat mencapai 5%. Oleh karena itu penelitian ini akan difokuskan pada produk aluminium billet, karena sering terjadinya kesalahan yang membuat produk aluminium billet menjadi cacat.

Jika permasalahan tersebut tidak segera ditangani maka hal tersebut dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan. Untuk itu, diperlukan perbaikan karena kecacatan ini mempengaruhi hasil produksi bagi perusahaan. Salah satu langkah perbaikan yang dapat digunakan adalah menggunakan pendekatan *Lean Six Sigma*.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik untuk meneliti pengendalian kualitas produk aluminium billet pada PT. Indonesia Asahan Aluminium (Persero) dengan judul “Analisis Produk Cacat Pada Aluminium Billet Dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Six Sigma*”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang dikemukakan, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah:

1. Bagaimana hasil analisis produk cacat pada aluminium billet di PT. INALUM?
2. Bagaimana solusi yang dapat diambil untuk mengurangi jumlah produk cacat pada PT INALUM?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hasil analisis produk yang cacat pada aluminium billet di PT INALUM.
2. Menetapkan solusi yang dapat diambil untuk mengurangi jumlah produk yang cacat pada PT INALUM berdasarkan metode yang digunakan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan yaitu:

1. Bagi Perusahaan
  - a. Sebagai pertimbangan bagi perusahaan dalam mengambil suatu kebijakan dalam memproduksi suatu produk yang diinginkan oleh konsumen.
  - b. Perusahaan dapat meminimalkan dan mencegah terjadinya kecacatan pada produk.
2. Bagi Universitas
  - a. Penelitian ini merupakan dasar pengembangan kerja sama dengan pihak perusahaan serta penambahan literatur ilmiah.
  - b. Memperluas dunia ilmu pengetahuan, yaitu kaitan antara teori di perkuliahan dengan aplikasi dilapangan serta meningkatkan kerja sama Jurusan Teknik Industri Universitas Malikussaleh dengan pihak perusahaan.

## **1.5 Batasan Masalah dan Asumsi**

### **1.5.1 Batasan Masalah**

Agar hasil penelitian tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan maka penelitian ini diberi batasan sebagai berikut:

1. Pengamatan dilakukan pada Departemen *Reduction & Casting* di PT. INALUM.
2. Pengamatan hanya berfokus pada produk aluminium billet.
3. Data kecacatan pada produk yang diambil adalah pada bulan April 2018–Juni 2019.
4. Pengamatan dilihat pada jenis-jenis produk cacat yaitu: Permukaan bergelombang, *Bleding Out*, *Crack*, *Drag Marks*, *Tranversal Tears*, Bengkok, *Oxide Patch*, Kerak Permukaan.

### **1.5.2 Asumsi**

Untuk memperlancar penelitian ini diberikan beberapa asumsi, antara lain sebagai berikut:

1. Aktivitas proses produksi pada Departemen *Reduction & Casting* di PT INALUM berjalan dengan normal.

2. Semua kerusakan yang diakibatkan dari proses produksi dianggap kecacatan.
3. Kondisi perusahaan tidak berubah selama penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Karakteristik Aluminium Billet**

Jenis-jenis aluminium billet yang diproduksi oleh PT INALUM adalah tipe seri 6063, 6061, dan 6005. Produk dengan seri ini mengandung Al, Mg, dan Si sebagai paduan utamanya. Karakteristik yang dimiliki oleh paduan ini adalah memiliki kemampuan casting dan machineability yang baik. Selain itu, memiliki ketahanan korosi kemampuan las dan sifat mekanik yang sangat baik. Biasanya paduan ini digunakan dalam pencetakan untuk bagian-bagian pesawat, rumah pompa, impeler, blower kecepatan tinggi dan pencetakan struktural dimana diperlukan kekuatan mekanik yang tinggi.

Jenis dan komposisi paduan sangat berpengaruh terhadap spesifikasi, karakteristik dan seri pada aluminium billet. Bagian seksi *Smelter Casting Aluminium* (SCA) memproduksi aluminium billet dan memiliki ciri-ciri standar cacat fisik, dapat dilihat pada Lampiran 2.

##### **2.1.2 Dimensi Aluminium Billet**

Spesifikasi dimensi pada produk aluminium billet yang diproduksi memiliki tiga dimensi dengan berat yang berbeda-beda. Dimensi aluminium billet dibedakan dari besarnya diameternya yaitu 5 inci, 7 inci, dan 8 inci. Masing-masing diameter memiliki berat 199 kg, 388,83 kg, 507,8 kg per batangnya. Batang aluminium billet tersebut disusun dengan jumlah yang berbeda sesuai dengan berat  $\pm 1$  ton berdasarkan diameter yang digunakan. Dimensi panjang dan diameter pada aluminium billet dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 2.1.3 Jenis-jenis Produk Cacat Aluminium Billet

Adapun jenis-jenis produk yang cacat berdasarkan kriteria dan ketentuan yang sudah ditentukan oleh PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero) dapat dilihat dibawah ini macam-macam cacat produk aluminium billet:

#### 1. Permukaan Bergelombang

Permukaan bergelombang merupakan salah satu bentuk ketidaksempurnaan permukaan *inner/outer race* bantalan gelinding hasil proses manufaktur. Cacat ini dapat mengubah besar defleksi elastik titik kontak elemen gelinding dengan lintasannya sehingga terjadi perubahan gaya kontak elemen gelinding ketika bantalan gelinding beroperasi. Gambar permukaan bergelombang dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 2. *Bleeding Out*

*Bleeding Out* adalah suatu cacat dimana deformasi permukaan cacatnya seperti goresan-goresan yang kedalamnya mencapai  $\pm 5$  mm. Gambar *Bleeding Out* dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 3. *Crack* (Retak Dalam)

*Crack* (Retak Dalam) merupakan suatu jenis cacat yang bisa dilihat secara langsung dengan kasat mata tapi untuk menganalisa lebih detail cacat tersebut dibutuhkan alat bantu yang disebut *ultrasonic flaw detector*. Prinsip kerjanya yaitu menggunakan gelombang *ultrasonic* untuk menganalisa ada cacat atau tidak. Gambar *Crack* (Retak Dalam) dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 4. *Drag Marks*

*Drag Marks* adalah suatu jenis cacat dimana jenis cacat tersebut berbentuk garis-garis panjang yang banyak dan kedalamannya  $\pm 5$  mm. Gambar *Drag Marks* dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 5. *Transversal Tears*

*Transversal tears* merupakan suatu jenis cacat dimana jenis cacat tersebut berbentuk garis-garis tipis dan memiliki



kedalamannya  $\pm 5$  mm. Gambar *Transversal tears* dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 6. Bengkok

Bengkok merupakan suatu jenis cacat dimana lengkungan dan cekungan pada permukaan luar komponen yang dibentuk. Biasanya disebabkan karena ketidakrataan distribusi tekanan pada produk. Gambar Bengkok dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 7. *Oxide Pacht*

*Oxide pacht* merupakan suatu jenis produk cacat dimana bentuk cacatnya berupa bintik-bintik atau bolongan-bolong yang kedalamannya kurang lebih mencapai 5 mm. Gambar *Oxide pacht* dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 8. Kerak Permukaan

Kerak permukaan merupakan suatu jenis cacat dimana permukaannya tidak sempurna karena ada kerak kerak atau pemulemaran cairan diakibatkan suhu mesin yang tidak stabil. Gambar Kerak permukaan dapat dilihat pada lampiran 2.

### 2.1.4 Pengertian Produk

Menurut (Tjiptono, 1999) secara konseptual produk adalah pemahaman subyektif dari produsen atas “sesuatu” yang bisa ditawarkan sebagai usaha untuk mencapai tujuan organisasi melalui pemenuhan kebutuhan dan keinginan konsumen, sesuai dengan kompetensi dan kapasitas organisasi serta daya beli.

Pengertian produk (product) menurut (Kotler & Armstrong, 2001) adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan kepasar untuk mendapatkan perhatian, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi yang dapat memuaskan keinginan atau kebutuhan. Secara konseptual produk adalah pemahaman subyektif dari produsen atas sesuatu yang bisa ditawarkan sebagai usaha untuk mencapai tujuan organisasi melalui pemenuhan

kebutuhan dan kegiatan konsumen, sesuai dengan kompetensi dan kapasitas organisasi serta daya beli pasar.

Klasifikasi suatu produk yang dikemukakan ahli pemasaran, diantaranya pendapat yang dikemukakan oleh Kotler. Menurut (Kotler, 2002), produk dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, yaitu:

1. Berdasarkan wujudnya produk dapat diklasifikasikan kedalam dua kelompok utama, yaitu:
  - a. Barang merupakan produk yang berwujud fisik, sehingga bisa dilihat, diraba atau disentuh, dirasa, dipegang, disimpan, dipindahkan, dan perlakuan fisik lainnya.
  - b. Jasa merupakan aktivitas, manfaat atau kepuasan yang ditawarkan untuk dijual (dikonsumsi pihak lain). Seperti halnya bengkel reparasi, salon kecantikan, hotel dan sebagainya.

(Kotler, 2002) juga mendefinisikan jasa sebagai berikut: "Jasa adalah setiap tindakan atau kegiatan yang dapat ditawarkan oleh satu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apa pun. Produknya dapat dikaitkan atau tidak dikaitkan dengan suatu produk fisik.

2. Berdasarkan aspek daya tahannya produk dapat dibagi menjadi dua, yaitu:
  - a. Barang Tidak Tahan Lama (*Nondurable Goods*)

Barang tidak tahan lama adalah barang berwujud yang biasanya habis dikonsumsi dalam satu atau beberapa kali pemakaian. Dengan kata lain, umur ekonomisnya dalam kondisi pemakaian normal kurang dari satu tahun. Contohnya: sabun, pasta gigi, minuman kaleng dan sebagainya.

- b. Barang Tahan Lama (*Durable Goods*)

Barang tahan lama merupakan barang berwujud yang biasanya bisa bertahan lama dengan banyak pemakaian (umur ekonomisnya untuk pemakaian normal adalah satu tahun lebih). Contohnya lemari es, mesin cuci, pakaian dan lain-lain.
3. Berdasarkan tujuan konsumsi yaitu didasarkan pada siapa konsumennya dan untuk apa produk itu dikonsumsi, maka produk diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:
- a. Barang Konsumsi (*Consumer's Goods*)

Barang konsumsi merupakan suatu produk yang langsung dapat dikonsumsi tanpa melalui pemrosesan lebih lanjut untuk memperoleh manfaat dari produk tersebut.
  - b. Bidang Industri (*Industrial's Goods*)

Barang industri merupakan suatu jenis produk yang masih memerlukan pemrosesan lebih lanjut untuk mendapatkan suatu manfaat tertentu. Biasanya hasil pemrosesan dari barang industri diperjual belikan kembali (Kotler, 2002)

#### 2.1.5 Produk Jadi

Menurut (Mulyadi, 2009) Produk jadi adalah Produk hasil industri yang sudah siap pakai untuk konsumsi akhir ataupun siap pakai sebagai alat produksi, atau produk yang langsung dikonsumsi dan bukan dipergunakan untuk produksi barang lain. Sebagai contoh, sebuah mobil yang dijual ke konsumen adalah barang jadi; komponen seperti ban yang dijual pada produsen mobil bukan barang jadi, melainkan barang setengah jadi yang digunakan untuk membuat barang jadi.

### 2.1.6 Produk Cacat

Cacat memiliki pengertian kekurangan yang menyebabkan nilai atau mutunya kurang baik atau kurang sempurna. Produk cacat berarti barang atau jasa yang dibuat dalam proses produksi namun memiliki kekurangan yang menyebabkan nilai atau mutunya kurang baik atau kurang sempurna. (Kholmi & Yuningsih, 2009), produk cacat merupakan yang dihasilkan tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan tetapi masih bisa diperbaiki.

Menurut (Bustamin & Nurlela, 2006) produk cacat adalah yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tersebut tidak sesuai dengan standart mutu yang diterapkan, tetapi masih bisa di perbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu.

Menurut (Hansen & Mowen, 2005) produk cacat adalah produk yang tidak memenuhi spesifikasinya. Hal itu berarti juga tidak sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Kesesuaian dengan kualitas mengasumsikan bahwa terdapat suatu cakupan nilai yang diterima untuk setiap spesifikasi atau karakteristik kualitas.

Dari beberapa definisi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa produk cacat adalah produk yang tidak memenuhi standar spesifikasi sehingga nilai dan mutu dari produk tersebut tidak baik atau tidak sempurna.

#### 1. Faktor-faktor yang mempengaruhi produk

Menurut (Endah, 2001) Ada beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya produk cacat dalam proses produksi suatu perusahaan, yaitu:

##### a. Sumber Daya Manusia (SDM)

Sumber daya manusia tidak terlepas dari kesalahan-kesalahan seperti ketidaktelitian, kecerobohan, kurangnya konsentrasi, kelelahan, dan kurangnya disiplin serta rasa tanggung jawab yang mengakibatkan terjadinya produk yang tidak sesuai standar perusahaan.

b. Bahan Baku

Bahan baku sangat mempengaruhi kualitas produk yang akan dihasilkan.

c. Mesin

Mesin adalah salah satu alat yang mempengaruhi terjadinya produk rusak. Karena untuk menghasilkan produk dengan kualitas baik diperlukan mesin-mesin yang baik dan terawat dengan baik.

2. Sifat Dari Terjadinya Produk Cacat

Menurut (Mursyidi, 2008) terjadinya produk cacat ada 2, yaitu:

- a. Bersifat Normal: dimana setiap proses produksi tidak bisa dihindari terjadinya produk cacat, maka perusahaan telah memperhitungkan sebelumnya bahwa adanya produk yang cacat.
- b. Bersifat Kesalahan: dimana terjadinya produk cacat diakibatkan kesalahan dalam proses produksi seperti kurangnya perencanaan kurangnya pengawasan dan pengendalian, kelalaian pekerja dan sebagainya.

3. Perlakuan Harga Pokok Produk Cacat (Mursyidi, 2008)

- a. Biaya pengerjaan kembali ditambahkan pada harga pokok pesanan.
- b. Ditambahkan pada biaya Over Head pabrik.
- c. Ditambahkan pada rugi produk cacat.

2.1.7 Defect

*Defect* merupakan ketidaksesuaian karakteristik kualitas dari *level* yang dimaksudkan. *Defective* adalah produk yang tidak sesuai yang setidaknya mengandung satu cacat atau memiliki kombinasi beberapa ketidaksempurnaan yang menyebabkan unit tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan. Produk tanpa cacat (*zero defect*) adalah kondisi ideal yang

selalu diinginkan baik oleh pembuat barang (produk atau jasa) maupun pelanggan atau konsumen yang menggunakannya. Bagi perusahaan manufaktur, *zero defect* dapat menekan *waste* (pemborosan).

## 2.1.8 *Lean* dan *Six Sigma*

### 2.1.8.1 Pendekatan *Lean*

*Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang atau jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*).

*Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) dalam desain, produksi (untuk bidang manufaktur) atau operasi (untuk bidang jasa), dan *supply chain management*, yang berkaitan langsung dengan pelanggan. Menurut (Vincent Gaspersz, 2008) Terdapat lima prinsip dasar *Lean*, yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk (barang dan/atau jasa) berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream process mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk (barang dan/atau jasa).
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
4. Mengorganisasikan agar material, informasi dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Terus menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan (*excellence*) dan peningkatan terus menerus (*continuous improvement*).

Pada dasarnya terdapat dua jenis pemborosan, yaitu *Type One Waste* dan *Type Two Waste*. *Type One Waste* adalah aktivitas kerja yang tidak menciptakan nilai tambah dalam proses transformasi *input* menjadi *output* sepanjang *value stream*, akan tetapi aktivitas tersebut tidak dapat dihindarkan pada saat ini dikarenakan oleh berbagai alasan. *Type Two Waste* merupakan aktivitas yang tidak menciptakan nilai tambah dan dapat dihilangkan dengan segera.

Pemborosan merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*) dan dikenal dalam kalangan praktisi *Lean Manufacturing* sebagai “delapan pemborosan”. Delapan pemborosan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Pemborosan (Waste)

No	Waste	Akar Penyebab
1	<p><b>Over Production:</b> Memproduksi lebih dari pada kebutuhan pelanggan internal dan eksternal, atau memproduksi lebih cepat atau lebih awal dari pada waktu kebutuhan pelanggan internal dan eksternal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ketidadaan komunikasi.</li> <li>- Sistem balas dan penghargaan yang tidak tepat.</li> <li>- Hanya berfokus pada kesibukan kerja bukan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan internal dan eksternal.</li> </ul>
2	<p><b>Delays (waiting time):</b> Keterlambatan yang tampak melalui orang-orang yang sedang menunggu mesin, peralatan, bahan baku, suppliers, perawatan/ pemeliharaan(maintenance), atau mesin-mesin yang sedang menunggu perawatan, orang-orang, bahan baku, peralatan, dan lain-lain</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inkonsistensi metode kerja.</li> <li>- Waktu penggantian produk yang panjang (long changover times).</li> </ul>
3	<p><b>Transportation:</b> Memindahkan material atau orang dalam jarak yang sangat jauh dari satu proses ke proses berikut yang dapat</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tata letak yang jelek (poor layout).</li> <li>- Ketidadaan koordinasi dalam proses</li> <li>- Poor housekeeping.</li> </ul>

- mengakibatkan waktu penanganan material bertambah.
- 4 **Process:**  
Menncakup proses-proses tambahan atau aktivitas kerja yang tidak perlu atau tidak efisien.
- 5 **Inventories:**  
Pada dasarnya menyembunyikan masalah dan menimbulkan aktivitas penanganan tambahan yang seharusnya tidak diperlukan. *Inventories* juga mengakibatkan *extra paperwork*, *extra space*, dan *extra cost*.
- 6 **Motion/Movement:**  
Setiap gerakan karyawan yang mubajir saat melakukan pekerjaannya seperti mencari, meraih atau menumpuk komponen, alat dan lain sebagainya. Berjalan juga merupakan pemborosan.
- 7 **Defective Products:**  
mproduksi komponen cacat atau yang memerlukan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang,
- Organisasi tempat kerja yang jelek (*poor work place or ganization*).
  - Lokasi penyimpanan material yang banyak dan saling berjauhan.
  - Ketidaktepatan penggunaan peralatan.
  - Pemeliharaan peralatan yang jelek(*poor tooling maintenance*).
  - Gagal mengkombinasi operasi- operasi kerja.
  - Proses kerja dibuat serial padahal proses-proses itu tidak saling tergantung satu sama lain yang seyogianya dapat dibuat parallel.
  - Peralatan yang tidak handal (*unrealible equipment*).
  - Aliran kerja yang tidak seimbang.
  - Pemasok yang tidak kapabel.
  - Peramalan kebutuhan yang tidak akurat.
  - Ukuran batch yang besar.
  - *Long change-overtime* (waktu pergantian yang panjang).
  - Organisasi tempat kerja yang jelek (*poor work place organization*).
  - Tata letak yang jelek (*poorlayout*).
  - Metode kerja yang tidak konsisten.
  - *Poormachinedesign*.
  - *Incapable processes*.
  - *Insufficient planning*.
  - Ketiadaan prosedur-prosedur operasi standar (SOP).



scrap, memproduksi barang pengganti, dan inspeksi berarti tambahan penanganan, biaya, waktu dan upaya yang sia-sia.

- 8 **Defective Design:** - *Lack of customer input in design*  
Desain yang tidak memenuhi - *Over design*  
kebutuhan pelanggan,  
penambahan *features* yang tidak perlu.

*Sumber: Lean Six Sigma, Vincent Gaspersz dan Avanti Fontana (2011)*

#### 2.1.8.2 Pendekatan *Six Sigma*

*Sigma* merupakan unit pengukuran statistikal yang mendeskripsikan distribusi tentang nilai rata-rata (*mean*) dari setiap proses atau prosedur. Suatu proses atau prosedur dapat mencapai lebih atau kurang dari kapabilitas *Six Sigma* dapat diharapkan memiliki tingkat cacat yang tidak lebih dari beberapa *Part Per Million* (PPM). (Vincent Gaspersz, 2007).

*Six Sigma* adalah upaya terus menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menurunkan variasi dari proses, agar mengingatkan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk (barang dan jasa) yang bebas kesalahan (*zero defects-target minimum Defects Per Million Opportunities* atau DPMO) dan untuk memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Tiga bilangan utama yang menjadi target usaha *Six Sigma*, yaitu: (Vincent Gaspersz, 2007)

1. Meningkatkan kepuasan pelanggan
2. Mengurangi waktu siklus
3. Mengurangi defect (cacat).

Tujuan *Six Sigma* adalah meningkatkan kinerja bisnis dengan mengurangi berbagai variasi proses yang merugikan, mereduksi kegagalan-kegagalan produk/proses, menekan cacat-cacat produk, meningkatkan keuntungan, mendongkrak moral personil/karyawan, dan meningkatkan kualitas produk pada tingkat yang maksimal.

### 2.1.8.3 *Lean Six Sigma*

*Lean Six Sigma* merupakan salah satu aplikasi ilmu teknik untuk meningkatkan laju perusahaan, dimana kombinasinya dengan *Six Sigma* ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dan di fokuskan pada persoalan pelanggan selain itu dapat meminimalisasi waktu menunggu proses. (Vincent Gaspersz, 2007).

*Lean Six Sigma* merupakan kombinasi antara *Lean* dan *Six Sigma* dapat didefinisikan sebagai suatu filosofi bisnis, pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*) melalui peningkatan terus menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) untuk mencapai tingkat kinerja enam *sigma*. (Vincent Gaspersz, 2007)

*Lean Six Sigma* merupakan penggabungan antara *Lean* dan *Six Sigma* dalam upaya peningkatan kualitas di perusahaan. Adapun alasan yang mendasari adalah:

1. *Lean* berfokus pada minimasi pemborosan yang terjadi pada *value stream*, namun tidak mampu memberi analisa dan kontrol secara statistik.
2. *Six Sigma* berfokus pada peningkatan kualitas namun kurang dalam upaya meningkatkan kecepatan proses secara dramatis ataupun mngurangi investasi.

Dalam mengerjakan suatu proyek yang berkaitan dengan *Six Sigma* atau berkaitan dengan perbaikan kualitas dikenal kerangka berpikir yang dinamakan DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). Kerangka berpikir ini sangat penting agar permasalahan yang akan diselesaikan benar-benar akan memberikan perbaikan yang menyeluruh kepada proses dan keuntungan perusahaan. Lima tahap metodologi DMAIC tersebut yaitu: (Vincent Gaspersz, 2007)

1. *Define* adalah fase pertama dalam siklus DMAIC yang menentukan masalah/peluang, proses dan persyaratan

pelanggan, karena siklus DMAIC iteratif, maka masalah proses, aliran dan persyaratan harus diverifikasi dan diperbarui di sepanjang fase-fase yang lain guna mendapatkan kejelasan.

2. *Measure* adalah fase kedua dalam siklus DMAIC, dimana ukuran-ukuran kunci diidentifikasi dan data dikumpulkan, disusun, dan disajikan.
3. *Analyze* adalah fase ketiga dalam siklus DMAIC, dimana detail proses diperiksa dengan cermat. Hal-hal yang diperhatikan dalam fase ini yaitu:
  - a. Data diinvestigasi dan diverifikasi untuk membuktikan akar masalah yang diperkirakan dan memperkuat pernyataan masalah.
  - b. Analisis proses meliputi meninjau peta proses untuk aktivitas bernilai tambah/tidak bernilai tambah.
4. *Improve* adalah fase keempat dalam siklus DMAIC, dimana solusi-solusi dan ide-ide secara kreatif dibuat dan diputuskan. Sekali sebuah masalah telah diidentifikasi, diukur, dan dianalisis, maka dapat ditentukan solusi-solusi potensial untuk memecahkan masalah.
5. *Control* adalah tahap terakhir dalam metode DMAIC, dimana setelah solusi-solusi diestimasi, maka ukuran-ukuran tidak berhenti untuk mengikuti dan memverifikasi stabilitas perbaikan dan prediktabilitas dari proses.

Beberapa perbedaan yang terdapat *Lean* dan *Six Sigma*, yaitu:

Tabel 2.2 Perbedaan *Lean* dan *Six Sigma*

Perbedaan	<i>Lean</i>	<i>Six Sigma</i>
Target	Memenuhi nilai-nilai yang dapat menghadirkan kepuasan pelanggan melalui <i>value</i> .	Memenuhi kebutuhan pelanggan secara tepat dan akurat. Kepuasan pelanggan dengan menghadirkan kualitas.
Fokus	Efisiensi aliran proses untuk mengeleminasi waste (pemborosan).	Meminimalisir cacat (defect) dan meminimalisir variasi proses.

Metodologi *Value stream mapping, process mapping, Kaizen* dan lain-lain.

Metode DMAIC dan DMADV. Tools statistik dan analisis

Sumber: Peter S.Pande, Neuman, Robert P., Cavanagh, Roland R, 2002

Dalam mengerjakan suatu proyek yang berkaitan dengan *six sigma* atau berkaitan dengan perbaikan kualitas dikenal kerangka berpikir yang dinamakan *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC).

### 1. *Define*

#### A. *Project Statement*

*Project statement* adalah suatu pernyataan proyek yang meliputi beberapa komponen berikut: (Praven Gupta, 2005)

1. *Business Case*, berisi pernyataan yang menyatakan latar belakang umum dari permasalahan yang terjadi.
2. *Problem Statement*, berisi pernyataan tentang masalah yang akan dibahas.
3. *Project Scope*, menyatakan objek dan ruang lingkup masalah.
4. *Goal Statement*, menyatakan tujuan dari penelitian yang dilakukan.
5. *Project Timeline*, menyatakan jangka waktu penelitian dilakukan.

#### B. Diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC)

Diagram SIPOC juga dapat dimanfaatkan ke dalam model proses manufaktur. Diagram ini merupakan model proses kerja dalam bentuk lain disamping *Big picture mapping*. Elemen diagram SIPOC adalah sebagai berikut: (James R. Evans dan William M. Lindsay, 2007)

##### 1. *Supplier* (Pemasok)

*Supplier* adalah orang, proses, perusahaan yang menyalurkan dan menyediakan bahan dan segala sesuatu yang dikerjakan didalam proses. Pihak *supplier* ini bisa berupa

*supplier* eksternal dan *supplier* internal. Yang dimaksud dengan *supplier* eksternal adalah *supplier* yang berasal dari luar perusahaan. Sedangkan yang dimaksud dengan *supplier* internal adalah *supplier* yang berasal dari dalam perusahaan yang biasanya berasal dari proses sebelumnya.

## 2. *Input* (Masukan)

*Input* adalah barang atau jasa yang dibutuhkan oleh suatu proses untuk menghasilkan *output*. *Input* tidak hanya berupa material atau bahan mentah yang diperlukan untuk proses produksi, akan tetapi juga dapat pula berupa informasi yang kemudian *Input* ini akan diolah lebih lanjut di dalam proses.

## 3. *Process* (Proses)

Proses adalah langkah-langkah yang diperlukan baik langkah-langkah yang memberikan nilai tambah terhadap produk maupun yang tidak untuk membuat produk mulai dari bahan mentah sampai menjadi produk jadi.

## 4. *Output* (Hasil)

*Output* adalah produk jadi, baik itu barang ataupun jasa informasi, yang dihasilkan oleh proses dimana hasil ini kemudian dikirimkan kepada konsumen.

## 5. *Customer* (Pelanggan)

Pelanggan adalah orang, departemen atau perusahaan yang menerima *output* dan juga bisa bersifat eksternal maupun internal terhadap perusahaan. Pelanggan eksternal adalah pelanggan yang berasal dari luar perusahaan yang biasanya membeli produk jadi, sedangkan pelanggan internal adalah yang berasal dari dalam perusahaan yang biasanya berupa proses atau divisi yang selanjutnya yang akan menerima hasil dari proses sebelumnya.

## C. *Value Stream Mapping*

*Value stream mapping* adalah sebuah metode visual untuk memetakan jalur produksi dari sebuah produk yang

didalamnya termasuk material dan informasi dari masing-masing stasiun kerja. *Value stream mapping* ini dapat dijadikan titik awal bagi perusahaan untuk mengenali pemborosan dan mengidentifikasi penyebabnya. Menggunakan *value stream mapping* berarti memulai dengan gambaran besar dalam menyelesaikan permasalahan bukan hanya pada proses-proses tunggal dan melakukan peningkatan secara menyeluruh dan bukan hanya pada proses-proses tertentu saja. (Michael L. George,dkk, 2005)

Dalam sistem *Lean*, fokus dimulai dengan *value stream mapping*, yang mana didalamnya digambarkan seluruh langkah-langkah proses yang berkaitan dengan perubahan permintaan pelanggan menjadi produk atau jasa yang dapat memenuhi permintaan dan mengidentifikasi berapa banyak nilai yang terdapat dalam setiap langkah ditambahkan ke produk. Segala aktivitas yang menciptakan fitur-fitur atau fungsi-fungsi yang memberikan nilai kepada pelanggan dinamakan dengan *value added*, sedangkan sebaliknya dinamakan dengan *non-value-added*.

Pembuatan *value stream mapping* dimulai dengan membuat sketsa dari proses yang dilakukan perusahaan agar dapat membantu para karyawan untuk mengerti tentang aliran material dan informasi yang dibutuhkan untuk memproduksi barang atau jasa. Diagram yang dihasilkan biasanya memvisualisasikan aliran produk dari pelanggan sampai kepada *supplier* dan menggambarkan juga keadaan sekarang dan yang ingin dicapai.

Langkah-langkah yang perlu diterapkan dalam membentuk *value stream mapping* yaitu sebagai berikut:



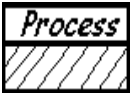
1. Menentukan produk tunggal, atau keluarga produk yang akan ditetapkan. Apabila terdapat beberapa pilihan dalam menentukan keluarga produk/jasa, pilihlah sebuah produk yang memenuhi kriteria berikut ini:

- a. Produk atau jasa mempunyai aliran proses yang hampir sama, sehingga produk atau jasa yang dipilih dapat mewakili keluarga produk tersebut.
  - b. Produk atau jasa mempunyai volume produksi yang tinggi dan biaya yang paling mahal dibandingkan dengan produk atau jasa yang lain.
  - c. Produk atau jasa tersebut mempunyai segmentasi kriteria yang penting bagi perusahaan.
  - d. Produk atau jasa tersebut mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap konsumen.
2. Menggambarkan aliran proses sebagai berikut:
    - a. Pelajari kembali simbol-simbol untuk memetakan suatu proses.
    - b. Mulailah pada akhir dari proses dengan apa yang dikirimkan kepada pelanggan dan tarik kebelakang.
    - c. Identifikasi aktivitas-aktivitas yang utama.
    - d. Letakkan aktivitas-aktivitas tersebut dalam suatu urutan.
  3. Tambahkan aliran material pada peta yang dibuat sebagai berikut:
    - a. Tunjukkan pergerakan dari semua material.
    - b. Gabungkan material bersama dengan aliran yang sama.
    - c. Petakan semua proses pendukung dalam produksi, termasuk pula kegiatan-kegiatan inspeksi dan berbagai macam aktivitas pengetesan material ataupun proses.
    - d. Tambahkan pemasok-pemasok di awal dari proses.
    - e. Pelajari kembali simbol-simbol untuk memetakan suatu proses.
  4. Tambahkan aliran informasi sebagai berikut:
    - a. Petakan aliran informasi di antara aktivitas-aktivitas.
    - b. Dokumentasikan bagaimana komunikasi proses dengan konsumen dan pemasok.
    - c. Dokumentasikan bagaimana informasi dikumpulkan (elektronik, manual, dan lainnya).

5. Kumpulkan data-data proses dan hubungkan data-data tersebut dengan tabel-tabel yang terdapat dalam *value stream mapping* sebagai berikut:
  - a. Ikuti proses secara manual untuk mendapatkan hasil yang sesuai.
  - b. Bila memungkinkan cobalah untuk mencari data-data yang dibutuhkan dalam pembuatan *value stream mapping*.
6. Masukkan data yang berhasil dikumpulkan ke dalam value stream mapping.
7. Lakukanlah verifikasi dengan meminta orang lain yang bukan termasuk dalam tim pembuat tetapi memahami proses untuk melakukan perbandingan antara *value stream mapping* yang dibuat dengan keadaannya sebenarnya.

Simbol-simbol yang digunakan dalam penggambaran *value stream mapping* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Simbol Proses Dalam *Value stream Mapping*

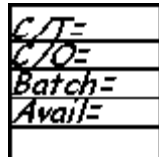
Simbol	Keterangan
 <i>Customer/Supplier</i>	<p>Simbol ini merepresentasikan <i>Supplier</i> bila diletakkan dikiri atas, yakni sebagai titik awal yang umum digunakan dalam penggambaran aliran material. Sementara gambar akan merepresentasikan <i>Customer</i> bila ditempatkan dikanan atas, biasanya sebagai titik akhir aliran material.</p>
 <i>Dedicated Process</i>	<p>Simbol ini menyatakan proses, operasi, mesin atau departemen yang dilalui aliran material. Secara khusus, untuk menghindari pemetaan setiap langkah proses yang tidak diinginkan, maka simbol ini biasanya merepresentasikan satu departemen dengan aliran internal yang kontinu.</p>
 <i>Shared Process</i>	<p>Simbol ini menyatakan operasi, proses, departemen atau stasiun kerja dengan famili-famili yang saling berbagi dalam value- stream. Perkiraan jumlah operator yang dibutuhkan dalam value stream dipetakan, bukan sejumlah operator yang dibutuhkan untuk memproduksi seluruh produk</p>





Push Arrow

Simbol ini merepresentasikan pergerakan material dari satu proses menuju proses berikutnya.



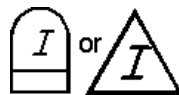
Data Box

Simbol ini memiliki lambang-lambang didalamnya yang menyatakan informasi/data yang dibutuhkan untuk menganalisis dan mengamati sistem. C/T adalah waktu siklus yang dibutuhkan untuk memproduksi satu barang sampai barang yang akan diproduksi selanjutnya datang. C/O adalah *change over time* yang merupakan waktu pergantian produksi satu produk dalam suatu proses untuk yang lainnya. *Uptime* adalah persentase waktu yang tersedia pada mesin untuk proses.



Shimments

Simbol ini merepresentasikan pergerakan *raw material* dari *supplier* hingga menuju gudang penyimpanan akhir dipabrik. Atau pergerakan dari produk akhir digudang penyimpanan pabrik hingga sampai ke konsumen.



Inventory

Simbol ini menunjukkan keberadaan suatu *inventory* diantara dua proses. Ketika memetakan *current state*, jumlah *inventory* dapat diperkirakan dengan satu perhitungan cepat, dan jumlah tersebut dituliskan dibawah gambar segitiga. Jika terdapat lebih dari satu akumulasi *inventory*, gunakan satu lambang untuk masing-masing *inventory*. Lambang ini juga dapat digunakan untuk merepresentasikan penyimpanan bagi *raw material* dan *finished goofeds*.



Safety Stock

Simbol ini melambangkan sebuah persediaan "*hedge*" (*safety stock*) yang mengatasi masalah seperti *downtime*, untuk melindungi sistem dalam mengatasi fluktuasi pemesanan konsumen secara tiba-tiba atau terjadinya kerusakan pada sistem.



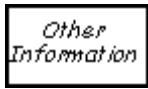
External Shipment

Simbol ini berarti pengiriman yang dilakukan dari *supplier* ke konsumen atau pabrik ke konsumen dengan menggunakan pengangkutan eksternal (di luar pabrik).



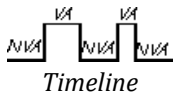
Operator

Simbol ini merepresentasikan operator. Lambang ini menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses.



Menyatakan informasi atau hal lain yang penting.

Other Information



Menunjukkan waktu yang memberikan nilai tambah (*cycle times*) dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah (waktu menunggu). Gunakan lambang ini untuk menghitung *Lead Time* dan *Total Cycle Time*.

#### D. *Voice Of Customer*

*Voice of Customer* (VOC) adalah data yang mencerminkan pandangan atau kebutuhan para pelanggan sebuah perusahaan dimana dapat diterjemahkan kedalam persyaratan yang dapat diukur untuk proses. Data ini dapat berupa keluhan, survei, komentar dari riset pasar.

### 2. *Measure*

#### A. Pengukuran Waktu Kerja dengan Metode Langsung

Menurut IftikarZ. Satalaksana, 2017 Pengukuran waktu kerja (*time study*) adalah suatu aktivitas untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator (yang memiliki skill rata-rata dan terlatih baik) dalam melaksanakan sebuah kegiatan kerja dalam kondisi dan tempo kerja yang normal. Tujuan pokok dari aktivitas ini dengan sendirinya akan berkaitan erat dengan usaha menetapkan waktu baku (*standar time*). Secara historis dijumpai dua macam pendekatan didalam menentukan waktu baku ini, yaitu pendekatan dari bawah ke atas (*bottom up*) dan pendekatan dari atas ke bawah (*top-down*).

Pendekatan dari bawah ke atas (*bottom up*) dimulai dengan mengukur waktu dasar (*basic time*) dari suatu elemen kerja, kemudian menyesuaikannya dengan tempo kerja (*rating performace*) dan menambahkannya dengan kelonggaran-kelonggaran waktu (*allowances time*) seperti halnya dengan kelonggaran waktu untuk melepaskan lelah kebutuhan

personal, dan antisipasi terhadap *delay*. Pendekatan dengan model dari atas ke bawah (*top-down*) banyak digunakan dalam *labor-contracts*. Disini umumnya akan mendefinisikan waktu baku sebagai waktu dimana karyawan yang memenuhi syarat yang bekerja dalam kondisi biasa dapat melakukan pembayaran insentif ditentukan persen diatas gaji pokok. Dimanapun definisi akan diaplikasikan, pendekatan *bottom-up* lebih sering digunakan untuk menghitung atau menetapkan waktu baku.

Penelitian dan analisa metode kerja pada dasarnya akan memusatkan perhatiannya pada bagaimana suatu kegiatan akan diselesaikan secara efisien. Disini suatu kegiatan akan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung dengan singkat. Untuk menghitung waktu standar penyelesaian kegiatan, maka diperlukan aktivitas pengukuran kerja (*time study*). Pengukuran waktu kerja akan menghasilkan waktu atau output standar yang mana hal tersebut bermanfaat untuk: (IftikarZ. Satalaksana, 2017)

1. Man power planning
2. Estimasi biaya-biaya untuk upah karyawan/pekerja
3. Penjadwalan produksi dan penganggaran
4. Perencanaan sistem pemberian bonus atau insentif bagi karyawan atau pekerja yang berprestasi.
5. Indikasi keluaran (output) yang mampu dihasilkan oleh seorang pekerja.

Waktu standar secara definitif dinyatakan sebagai waktu yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu standar tersebut sudah mencakup kelonggaran waktu (*allowance time*) dengan memperhatikan situasi dan kondisi yang harus disesuaikan.

Menurut IftikarZ.Satalaksana, 2017 ada berbagai macam cara untuk mengukur dan menetapkan waktu standar. Dalam beberapa kasus seringkali industri hanya membuat estimasi

waktu berdasarkan pengalaman historis. Umumnya penetapan waktu standar dilaksanakan dengan cara pengukuran kerja seperti:

1. *Stopwatch Time Study*.
2. Sampling Kerja (*Work Sampling, Rasio Delay Study*)
3. Standar Data.
4. *Predetermined Motion Time Study*.

*Stopwatch Time Study* dan *Work Sampling* adalah cara pengukuran kerja secara langsung. Keduanya umum diaplikasikan guna menetapkan waktu standar ataupun mengukur kondisi kerja yang tidak produktif.

#### 1. Pengukuran Secara Langsung *Stopwatch Time Study*

Dalam konteks pengukuran kerja, metoda *direct stopwatch* sebagai alat pengukur waktu yang ditunjukkan dalam penyelesaian suatu aktivitas yang diamati (*actual time*). Waktu yang berhasil diukur dan dicatat kemudian dimodifikasikan dengan mempertimbangkan tempo kerja operator dan menambahkannya dengan *allowances*.

Kelancaran kegiatan pengukuran dan analisis nantinya, maka selain *stop-watch* sebagai *timing device* diperlukan *time study form* guna mencatat data waktu yang diukur tersebut. Selain mencatat waktu juga harus mencatat segala informasi yang berkaitan dengan aktivitas yang diukur tersebut seperti sketsa gambar *layout* area kerja, kondisi kerja (kecepatan kerja mesin, gambar produk, nama operator, dan lain-lain) dan deskripsi yang berkaitan dengan *elemental breakdown*. Pengukuran dan pencatatan biasanya menggunakan metode kontinu (stopwatch tidak perlu dihentikan setiap kali elemen atau siklus kerja selesai diukur). Kegiatan kerja yang akan diukur terlebih dahulu harus dibagi-bagi ke dalam elemen-elemen kerja secara detail.

Dengan mengamati kegiatan yang akan diukur, kemudian pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap elemen kerja tersebut diukur dan dicatat.

Waktu yang terbaca dari jarum *stopwatch* (yang bergerak secara kontinu) kemudian dicatat dalam kolom *record*. Untuk setiap elemen kerja dari setiap siklus kerja yang dicatat tersebut maka dilaksanakan kalkulasi (pengurangan) pada saat akhir. Waktu yang sebenarnya untuk setiap elemen kerja ini kemudian dapat dituliskan didalam kolom *time*. (IftikarZ. Satalaksana, 2017)

## 2. Pengukuran Waktu Kerja dengan Metode Sampling Kerja (*Work Sampling*)

Sampling kerja (*work sampling*) merupakan suatu prosedur pengukuran yang dilakukan pada waktu tertentu secara acak. Agar dapat memahami kegunaan sampling kerja, perlu diketahui terlebih dahulu metode pengukuran dengan sampling kerja.

Pengambilan sampel dibenarkan karena adanya keterbatasan waktu, tenaga dan biaya yang tidak memungkinkan kita untuk melakukan pengamatan terhadap seluruh anggota populasi. Sampling kerja sangat cocok digunakan dalam melakukan pengamatan atas pekerjaan yang sifatnya tidak berulang dan memiliki siklus waktu yang relatif panjang. Sampling dilakukan secara sesaat pada waktu- waktu yang ditentukan secara acak. Oleh karena itu, penggunaan tabel acak sangat diperlukan dalam metode ini. Kegunaan metode work sampling adalah: (IftikarZ. Satalaksana, 2006)

- a. Untuk mengetahui distribusi pemakaian waktu kerja oleh pekerja atau kelompok kerja.
- b. Untuk mengetahui tingkat pemanfaatan mesin-mesin atau peralatan kerja.
- c. Untuk menentukan waktu baku bagi pekerja-pekerja non produksi.
- d. Untuk memperkirakan kelonggaran bagi suatu pekerjaan.
- e. Untuk mengetahui beban kerja dari pekerja non produktif.

Sebelum melakukan sampling, terlebih dahulu kita harus melakukan langkah persiapan awal yang terdiri atas pencatatan segala informasi dari semua fasilitas yang ingin diamati serta merencanakan jadwal waktu pengamatan berdasarkan prinsip randomisasi (aplikasi tabel acak). Setelah itu barulah kita melakukan sampling yang terdiri dari tiga langkah yaitu melakukan sampling pendahuluan, menguji keseragaman data dan menghitung jumlah kunjungan kerja. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang dapat dipertanggung jawabkan secara statistik, perlu ditempuh langkah-langkah yang dijalankan sebelum sampling dilakukan yaitu: (IftikarZ. Satalaksana, 2006)

1. Menetapkan tujuan pengukuran yaitu untuk apa sampling dilakukan, yang akan menentukan besarnya tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan.
2. Jika sampling dilakukan untuk mendapatkan waktu baku, lakukanlah penelitian pendahuluan untuk mengetahui ada tidaknya suatu sistem kerja yang baik, jika belum ada lakukan perbaikan atas kondisi dan cara kerja terlebih dahulu.
3. Memilih operator-operator yang representatif untuk diukur.
4. Melakukan training bagi operator yang dipilih agar bisa dan terbiasa dengan sistem kerja yang dilakukan.
5. Melakukan pemisahan kegiatan sesuai yang ingin didapatkan.
6. Menyiapkan peralatan yang diperlukan berupa papan atau lembaran pengamatan.
7. Melakukan pemisahan kegiatan menjadi elemen-elemen pekerjaan yang akan diukur.
8. Menentukan waktu pengamatan melalui bilangan acak dari tabel bilangan random atau dari komputer.

Cara melakukan pengamatan dengan *work sampling* mempunyai tiga langkah yaitu melakukan sampling pendahuluan, menguji keseragaman data dan menghitung jumlah pengamatan yang diperlukan. Langkah-langkah ini

dilakukan terus sampai jumlah pengamatan mencukupi yang diperlukan.

### 3. Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan si pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan dinyatakan dalam persen (%). Jika suatu pengukuran menggunakan tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% maka menyatakan bahwa penyimpangan hasil pengukuran dari hasil sebenarnya maksimum 5% dan kemungkinan berhasil mendapatkan hasil yang demikian adalah 95%. (IftikarZ. Satalaksana, 2006).

### 4. *Rating Factor* dan *Allowance*

*Rating factor* adalah faktor yang diperoleh dengan membandingkan kecepatan bekerja dari seorang operator dengan kecepatan kerja normal menurut ukuran penelitian/pengamat. *Rating factor* pada dasarnya digunakan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Dari faktor ini dapat dilihat bahwa:

1. Jika operator dinyatakan terampil, maka *rating factor* akan lebih besar dari 1 ( $Rf > 1$ )
2. Jika operator bekerja lamban, maka *rating factor* akan lebih kecil dari 1 ( $Rf < 1$ )
3. Jika operator bekerja secara manual, maka *rating faktornya* sama dengan 1 ( $Rf = 1$ ). Untuk kondisi kerja dimana operasi secara penuh dilaksanakan oleh mesin (*operating* atau

*machine time*) maka waktu yang diukur dianggap waktu yang normal.

Pemberian nilai *rating* dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya yaitu dengan *Westing House System Rating*. Ada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yakni:

- a. *Skill* (keterampilan) adalah kemampuan untuk mengikuti cara kerja yang ditetapkan secara psikologis.
- b. *Effort* (usaha) adalah kesungguhan yang ditunjukkan oleh pekerja atau operator ketika melakukan pekerjaannya.
- c. *Condition* (kondisi kerja) adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperature dan kebisingan ruangan.
- d. *Consistency* (konsistensi), faktor ini perlu diperhatikan karena angka-angka yang dicatat pada setiap pengukuran waktu tidak pernah semuanya sama.

$$W_n = W_{siklus} + p \quad (2.1)$$

Dimana

$W_n$  = waktu normal

$W_{siklus}$  = waktu siklus

$P$  = Faktor penyesuaian

Cara yang kedua adalah dengan cara Schumard yaitu dengan memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas *performace* kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai-nilai sendiri. Disini pengukur diberi patokan untuk menilai-menilai performansi kerja operator menurut kelas-kelas seperti, *Super Fast, Fast +, Fast, Fast -, Excelent, Good +, Good, Good -, Normal, Fair +, Fair, Fair -, Poor* (IftikarZ. Satalaksana, 2006)

Tabel 2.4 Penyesuaian Menurut Cara *Shumard*

Kelas	Penyesuaian
<i>Superfast</i>	100
<i>Fast+</i>	95
<i>Fast</i>	90
<i>Fast-</i>	85



<i>Excellent</i>	80
<i>Good+</i>	75
<i>Good</i>	70
<i>Good-</i>	65
<i>Normal</i>	60
<i>Fair+</i>	55
<i>Fair</i>	50
<i>Fair-</i>	45
<i>Poor</i>	40

Berbeda dengan cara *Schumard* diatas, cara Westinghouse mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu ketrampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi.

Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai tingkat tertentu saja. Secara psikologis, keterampilan merupakan kemampuan untuk pekerjaan yang bersangkutan. Keterampilan dapat menurun yaitu nila telah terlampaui lama tidak menangani pekerjaan tersebut, kelelahan yang berlebihan dan pengaruh lingkungan. Adapun Klasifikasi dari kelas-kelas keterampilan dan juga ciri-ciri dari setiap kelas yang dikemukakan adalah sebagai berikut: (IftikarZ. Satalaksana, 2006)

Super Skill:

1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
2. Bekerja dengan sempurna.
3. Tampak seperti telah berlatih dengan sangat baik.
4. Gerakan-gerakannya halus tapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti.
5. Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin.
6. Perpindahan, dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
7. Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berpikir dan merencana tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis).

8. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan adalah pekerja terbaik.

Excellent skill:

1. Percaya pada diri sendiri.
2. Tampak cocok dengan pekerjaannya.
3. Terlihat telah terlatih baik
4. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran dan pemeriksaan.
5. Gerakan-gerakannya kerjanya beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
6. Menggunakan peralatan dengan baik.
7. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu
8. Bekerjanya cepat tetapi halus.
9. Bekerja berirama dan terkoordinasi

Good Skill:

1. Kualitas hasil baik
2. Bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja umumnya
3. Dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah.
4. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap
5. Tidak memerlukan banyak pengawasan
6. Tiada keragu-raguan
7. Bekerjanya "stabil"
8. Gerakan-gerakannya terkoordinasi dengan baik
9. Gerakan-gerakannya cepat.

Average Skill:

1. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri
2. Gerakan-gerakannya tidak cepat tetapi tidak lambat
3. Terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan perencanaan
4. Tampak sebagai pekerja yang cakap

5. Gerakah-gerakannya cukup menunjukkan tiadanya ke ragu-raguan
6. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik
7. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya
8. Bekerjanya cukup teliti
9. Secara keseluruhan cukup memuaskan.

Fair Skill:

1. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik
2. Mengenai peralatan dan lingkungan secukupnya
3. Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum melakukan gerakan
4. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup
5. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama.
6. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak tidak selalu yakin.
7. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri.
8. Jika tidak bekerja sungguh-sungguh outputnya akan sangat rendah.
9. Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakannya.

Poor skill:

1. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran
2. Gerakan-gerakannya kaku
3. Kelihatan ketidakyakinannya pada urutan gerakan
4. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan
5. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya.
6. Ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakan kerja.
7. Sering melakukan kesalahan-kesalahan

8. Tidak ada kepercayaan pada diri sendiri
9. Tidak bisa mengambil inisial sendiri.

Untuk Usaha atau *Effort card Westinghouse* membagi juga atas kelas-kelas dengan ciri masing-masing. Yang dimaksud dengan usaha disini adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. Berikut ini adalah enam kelas usaha dengan ciri-cirinya.

Excessive Effort:

1. Kecepatannya sangat berlebihan.
2. Usahanya sangat sungguh-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya.
3. Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja.

Excellent Effort:

1. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi
2. Gerakan-gerakannya lebih "ekonomis" dari pada operator-operator biasa.
3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.
4. Banyak memberi saran-saran.
5. Menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang.
6. Percaya kepada kebaikan maksud pengukuran waktu.
7. Tidak dapat bertahan lebih dan beberapa hari.
8. Biasa atas kelebihanannya.
9. Gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali.
10. Bekerjanya sistematis
11. Karena lancarnya, perpindahan dari suatu elemen ke elemen lain tidak terlihat.

Good Effort:

1. Bekerja berirama

2. Saat-saat mengganggu sangat sedikit, bahkan kadang-kadang tidak ada.
3. Penuh perhatian pada pekerjaannya
4. Senang pada pekerjaannya.
5. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
7. Menerima saran-saran dan petunjuk-petunjuk dengan senang.
8. Dapat memberi saran-saran untuk perbaikan kerja.
9. Tempat kerjanya diatur baik dan rapi.
10. Menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik.
11. Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

Average Effort:

1. Tidak sebaik *good*, tetapi lebih baik dari *poor*.
2. Bekerja dengan stabil.
3. Menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya.
4. *Set up* dilaksanakan dengan baik
5. Melalukan kegiatan perencanaan

Fair Effort:

1. Saran-saran perbaikan diterima dengan kesal.
2. Kadang-kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya.
3. Kurang sungguh sungguh.
4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
5. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.
6. Alat alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik.
7. Terlihat. adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya.
8. Terlarnpau hati-hati.
9. Sistematika kerjanya sedang-sedang saja.
10. Gerakan gerakannya tidak terencana.

Poor effort:

1. Banyak membuang-buang waktu.
2. Tidak memperlihatkan adanya minat kerja.
3. Tidak mau menerima saran-saran.
4. Tampak malas dan bekerja lambat.
5. Melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat-alat dan bahan-bahan.
6. Tempat kerjanya tidak diatur rapi.
7. Tidak peduli pada baik tidaknya peralatan yang dipakai.
8. Mengubah-ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur.
9. *Set up* kerjanya terlihat tidak baik.

Untuk faktor kondisi merupakan prosedur *performance rating* yang berakibat pada operator bukan pada operasi. Kondisi kerja adalah kondisi fisik lingkungan kerja seperti keadaan pencahayaan, temperatur, dan kebisingan ruangan. Adapun Klasifikasi dari kelas-kelas dari kondisi dan juga ciri-ciri dari setiap kelas yang dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Ideal: Kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan
2. Excellent
3. Good
4. Average
5. Fair
6. Poor: Kondisi yang tidak membantu jalannya pekerjaan bahkan menghambat.

Faktor berikutnya yang harus diperhatikan adalah konsistensi. Faktor ini perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu, angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama dan selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus lainnya, dari jam ke jam bahkan dari hari ke hari. Selama masih dalam batasan-batasan kewajaran, masalah tidak akan timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan. Sebagaimana halnya

dengan faktor-faktor lain. Adapun Klasifikasi dari kelas-kelas dari konsistensi dan juga ciri-ciri dari setiap kelas yang dikemukakan adalah sebagai berikut:

1. Perfect: Dapat bekerja dengan waktu penyelesaian yang tetap setiap saat.
2. Excellent
3. Good
4. Average
5. Fair
6. Poor: Waktu penyelesaian berselisih jauh dari rata-rata secara acak.

Tabel 2.5 Penyesuaian Menurut *Westinghouse*

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Ketrampilan	<i>Superskill</i>	A1	+0,15
		A2	+0,13
	<i>Excellent</i>	B1	+0,11
		B2	+0,08
	<i>Good</i>	C1	+0,06
		C2	+0,03
	<i>Average</i>	D	0,00
		<i>Fair</i>	E1
	<i>Poor</i>		E2
			F1
			F2
		Usaha	<i>Superskill</i>
A2	+0,12		
<i>Excellent</i>	B1		+0,10
	B2		+0,08
<i>Good</i>	C1		+0,05
	C2		+0,02
<i>Average</i>	D		0,00
	<i>Fair</i>		E1
<i>Poor</i>			E2
			F1
			F2
	Kondisi Kerja		Ideal
Excellently		B	+0,04
Good		C	+0,02
Average		D	0,00

	Fair	E	-0,03
	Poor	F	-0,07
Konsistensi	Perfect	A	+0,04
	Excellent	B	+0,03
	Good	C	+0,01
	Average	D	0,00
	Fair	E	-0,02
	Poor	F	-0,04

Kelonggaran (*Allowance*) diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa lelah (*fatigue*), dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan pekerja dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur ataupun dicatat.

#### 1. Kelonggaran Untuk Kebutuhan Pribadi

Menurut IftikarZ. Satalaksana, 2006 Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan rasa haus, kamar kecil, bercakap- cakap dengan teman sekerja. Kebutuhan-kebutuhan ini jelas terlihat sebagai sesuatu yang mutlak. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi seperti itu berbeda-beda dari satu pekerjaan kepekerjaan lainnya karena setiap pekerjaan mempunyai karakteristik sendiri-sendiri dengan tuntutan yang berbeda-beda. Berdasarkan penelitian ternyata besarnya kelonggaran ini bagi pekerja pria berbeda dari pekerja wanita; misalnya untuk pekerjaan-pekerjaan ringan pada kondisi-kondisi kerja normal pria memerlukan 2-2,5 dan wanita 5%.

#### 2. Kelonggaran Untuk Menghilangkan Rasa Lelah

Rasa lelah tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karenanya salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat-saat mana menurunnya hasil produksi disebabkan



oleh timbulnya rasa lelah karena masih banyak kemungkinan lain yang dapat menyebabkannya.

Jika rasa lelah telah datang dan pekerja harus bekerja untuk menghasilkan *performance* normalnya, maka usaha yang dikeluarkan pekerja lebih besar dari normal dan ini akan menambah rasa lelah. Bila hal ini berlangsung terus pada akhirnya akan terjadi kelelahan total yaitu jika anggota badan yang bersangkutan sudah tidak melakukan gerakan kerja sama sekali walaupun sangat dikehendaki.

3. Kelonggaran untuk Hambatan-hambatan Tak terhindarkan  
Dalam melaksanakan pekerjaannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai hambatan. Beberapa contoh yang termasuk kedalam hambatan tak terhindarkan adalah: (IftikarZ. Satalaksana, 2006)

- a. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas.
- b. Melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin.
- c. Memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
- d. Mengasah peralatan potong.
- e. Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.
- f. Hambatan-hambatan karena kesalahan pemakaian alat ataupun bahan.

Setelah melakukan pengukuran waktu, maka dilakukan beberapa langkah pengolahan data sebagai berikut:

#### 1. Uji Keseragaman Data

Uji ini dilakukan dengan cara statistik, dimana ditentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dari data dengan menggunakan rumus:

$$BKA = \bar{X} + k\sigma \dots\dots\dots (2.2)$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

k = Angka deviasi standard untuk x yang besarnya tergantung pada tingkat keyakinan (*confidence level*) yang diambil, dimana k diperoleh dari nilai z pada tabel distribusi normal, misalnya apabila tingkat Keyakinan 95% (0,95), maka nilai z yang dihasilkan adalah  $1,96 \approx 2$ .

Rumus untuk menghitung harga rata-rata dan standar deviasi ( $\sigma$ ) adalah:

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{N} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(xi-\bar{x})^2}}{N-1} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

$\bar{X}$  = Harga rata-rata

xi = Data hasil pengamatan ke-i

N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

## 2. Uji Kecukupan Data

Uji ini dilakukan dengan cara statistik, dimana dapat diketahui apakah data yang diukur sudah cukup atau tidak dengan menggunakan rumus:

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right] \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana:

N' = Jumlah data pengamatan yang diperlukan

N = Jumlah data pengamatan yang dimiliki

xi = Data hasil pengamatan ke-i

k = Tingkat percayaan, bernilai 2 untuk tingkat keyakinan 95%

s = Tingkat ketelitian yang digunakan sebesar 5%

## 3. Hitung Waktu Normal

Perhitungan waktu normal, menggunakan persamaan berikut:

$$Wn = Ws \times Rf \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

- Wn = Waktu normal
- Wt = Waktu terpilih
- Rf = *Raiting Factor* = 1 + *Westinghouse factor*

Waktu normal diperoleh dengan mempertimbangkan *rating factor operator*, tingkat perbandingan performansi/kinerja seorang operator dengan konsep operator normal.

#### 4. Hitung waktu baku atau waktu standar

Perhitungan waktu baku atau waktu standar, menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Kelonggaran Total (All).....} = Ka + Kb + Kc..... (2.8)$$

$$\text{Waktu baku operator (Wb}_0\text{)...} = Wn_0 \times \frac{100}{100-\text{All}}..... (2.9)$$

$$\text{Waktu baku mesin (Wbm)} = \text{Waktu normal mesin}..... (2.10)$$

$$\text{Waktu baku total (Wb)} = Wb_0 + Wb_m..... (2.11)$$

Dimana:

- Ka = Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi
- Kb = Kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fantique*
- Kc = Kelonggaran untuk hambatan tak terhindarkan
- Wn<sub>0</sub> = Waktu normal operator
- All = Allowance (Kelonggaran)

#### A. Perhitungan Matrik *Lean*

Langkah yang perlu dilakukan untuk melakukan penerapan sistem *Lean* adalah pengukuran beberapa metrik *Lean*. Pengukuran ini akan memberikan gambaran awal mengenai kondisi perusahaan sebelum diterapkan *Lean* dan bila *Lean* telah diterapkan maka akan terlihat perubahan pada nilai yang lebih baik pada metrik-metrik ini.

Perhitungan metric *Lean* terdiri dari perhitungan *manufacturing lead time*, *process cycle efficiency*, *process lead time*, dan *process velocity* yaitu:

1. Efisiensi dari tiap siklus proses (*Process Cycles Efficiency*)

Efisiensi dari tiap siklus proses merupakan suatu metric atau ukuran untuk melihat sejauh mana efisiensi waktu dari proses terhadap waktu siklus proses secara keseluruhan. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai efisiensi dari siklus proses:

$$\text{Efisiensi dari tiap siklus proses} = \frac{\text{Value-Added Time}}{\text{Total Lead Time}} \dots\dots\dots(2.12)$$

*Value-Added time* adalah waktu yang diperlukan untuk mengerjakan kegiatan-kegiatan didalam proses yang memberikan nilai tambah terhadap terhadap produk atau tidak.

## 2. *Velocity Process*

Kecepatan proses merupakan seberapa tahapan yang ada di dalam proses dapat dilakukan dalam setiap satuan waktu. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk mencari *Process Lead Time* dan kecepatan proses:

$$\text{Process Lead Time} = \frac{\text{Jumlah WIP}}{\text{Rata-rata kecepatan penyelesaian}} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\text{Process Lead Time} = \frac{\text{Jumlah aktivitas didalam proses}}{\text{Process lead Time}} \dots\dots\dots(2.14)$$

## B. Analisis Pareto

Analisis pareto adalah proses dalam memperingkat kesempatan untuk menentukan yang mana dari kesempatan potensial yang banyak harus dikejar lebih dahulu. Kegunaan analisis pareto adalah untuk dipergunakan pada berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana yang diambil berikutnya. Analisis pareto digunakan untuk menjawab pertanyaan seperti “departemen apa yang harus memiliki tim SPC berikutnya?” atau “pada jenis kerusakan apa yang seharusnya dikonsentrasikan untuk perusahaan?”. (Thomas Pyzdek, 2002)

Tahap-tahap untuk melakukan analisis pareto adalah sebagai berikut:

1. Tentukan klasifikasi untuk grafik, jika informasinya yang diinginkan tidak ada, dapatkan dengan merancang lembaran pemeriksaan dan lembaran buku harian.

2. Pilih suatu interval waktu untuk analisis. Interval harus cukup panjang untuk menjadi wakil kinerja khusus.
3. Tentukan kejadian total untuk setiap kategori.
4. Hitung persentase untuk setiap kategori dengan membagi kategori total dengan keseluruhan total dan kalikan 100.
5. Urutkan peringkat dari kejadian total terbesar sampai terkecil.
6. Hitung persentase kumulatif dengan menambah persentase untuk setiap kategori pada beberapa kategori yang terdahulu.
7. Buat bagan dengan sumbu vertical kiri berskala 0 sampai sedikitnya total keseluruhan.
8. Beri label sumbu horizontal dengan nama kategori.
9. Gambar dalam batang yang mewakili jumlah setiap kategori.
10. Gambar satu garis yang menunjukkan kolom persentase kumulatif dari tabel analisis pareto.

Diagram Pareto diperkenalkan seorang ahli ekonomi Italia, Vilfredo Pareto (1848-1923). Vilfredo Pareto mengatakan bahwa prinsip dasar pareto dihubungkan kepada aturan 80/20, yang artinya 80% dari masalah (cacat) ditimbulkan oleh 20% penyebab.

Diagram pareto adalah diagram batang yang disusun secara menurun atau dari besar ke kecil dan digunakan untuk mengidentifikasi masalah, tipe cacat, atau penyebab yang paling dominan sehingga dapat memprioritaskan penyelesaian masalah.

Diagram pareto merupakan kombinasi dua grafik, yaitu grafik batang dan grafik garis. Grafik batang menunjukkan item data yang disusun berurutan dari nilai paling besar hingga nilai paling kecil. Grafik garis menunjukkan persen kumulatif terhadap jumlah keseluruhan. Keuntungan penggunaan diagram pareto dapat dijelaskan sebagai berikut: (Thomas Pyzdek, 2002)

1. Diagram pareto dapat mengetahui urutan prioritas.

2. Diagram pareto dapat membandingkan nilai masing-masing terhadap keseluruhan.
3. Diagram pareto menunjukkan tingkat perbaikan setelah ada perbaikan atau tindakan.
4. Diagram pareto dapat menunjukkan perbandingan masing-masing sebelum dan sesudah perbaikan.

Adapun manfaat dari diagram pareto yaitu diagram pareto merupakan metode standar dalam pengendalian mutu untuk mendapatkan hasil maksimal atau memilih masalah-masalah utama dan lagi pula dianggap sebagai suatu pendekatan sederhana yang dapat dipahami oleh pekerja tidak terlalu terdidik, serta sebagai perangkat pemecahan dalam bidang yang cukup kompleks. Diagram Pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah). Selain itu, Diagram Pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses, sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses.

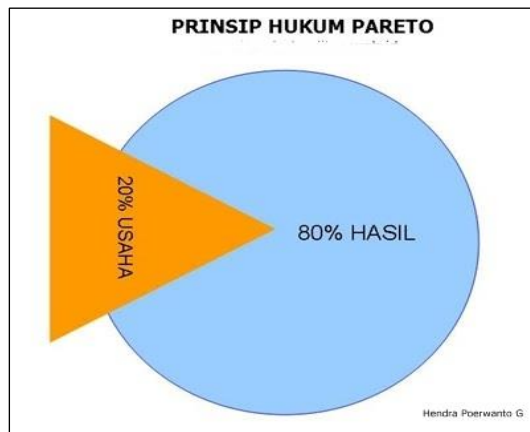
Diagram Pareto dibuat berdasarkan data statistik dan prinsip bahwa 20% penyebab bertanggungjawab terhadap 80% masalah yang muncul atau sebaliknya. Kedua aksioma tersebut menegaskan bahwa lebih mudah mengurangi bagian lajur yang terletak di bagian kiri diagram Pareto daripada mencoba untuk menghilangkan secara sistematis lajur yang terletak di sebelah kanan diagram. Hal ini dapat diartikan bahwa diagram Pareto dapat menghasilkan sedikit sebab penting untuk meningkatkan mutu produk atau jasa. Keberhasilan penggunaan diagram Pareto sangat ditentukan oleh partisipasi personel terhadap situasi yang diamati, dampak keuangan yang terlihat pada proses perbaikan situasi dan penetapan tujuan secara tepat.

Faktor lain yang perlu dihindari adalah jangan membuat persoalan terlalu kompleks dan juga jangan terlalu mencari penyederhanaan pemecahan.

Tahapan penggunaan dari Diagram Pareto adalah mencari fakta dari data ciri gugus kendali mutu yang diukur, menentukan penyebab masalah dari tahapan sebelumnya dan mengelompokkan sesuai dengan periodenya, membentuk histogram evaluasi dari kondisi awal permasalahan yang ditemui, melakukan rencana dan pelaksanaan perbaikan dari evaluasi awal permasalahan yang ditemui, melakukan standarisasi dari hasil perbaikan yang telah ditetapkan dan menentukan tema selanjutnya.

Prinsip Pareto juga dikenal sebagai aturan 80/20 dengan melakukan 20% dari pekerjaan bisa menghasilkan 80% manfaat dari pekerjaan itu. Aturan 80/20 dapat diterapkan pada hampir semua hal, seperti: 80% dari keluhan pelanggan timbul 20% dari produk atau jasa, 80% dari keterlambatan jadwal timbul 20% dari kemungkinan penyebab penundaan, 20% dari produk atau account untuk layanan, 80% dari keuntungan Anda, 20% dari tenaga penjualan menghasilkan 80% dari pendapatan perusahaan Anda, atau 20% dari cacat sistem penyebab 80% masalah nya.

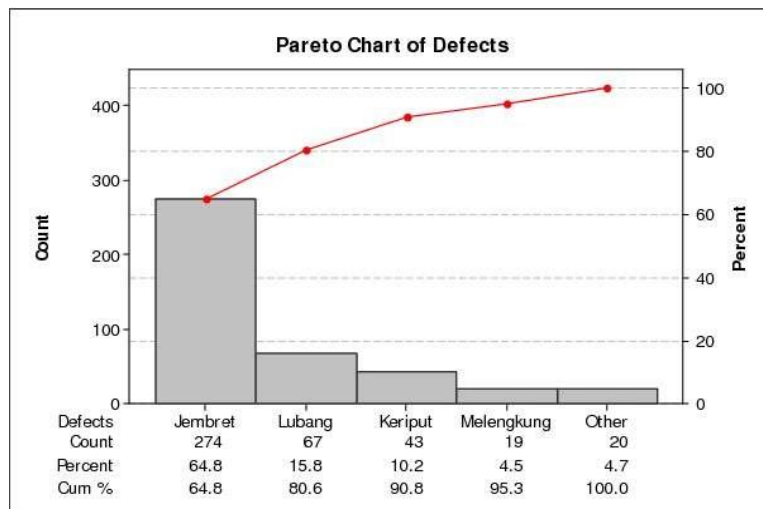
Prinsip Pareto untuk seorang manajer proyek adalah mengingatkan untuk fokus pada 20% hal-hal yang materi, tetapi tidak mengabaikan 80% masalah. Berikut Hukum Pareto dalam bentuk visual:



Gambar 2.1 Hukum Pareto dalam bentuk visual

Umumnya Diagram Pareto merupakan diagram batang tempat batang tersebut diurutkan mulai dari yang terbanyak sampai terkecil. Diagram Pareto memiliki banyak aplikasi dalam bisnis dan pekerjaan. Demikian halnya Diagram Pareto dapat diaplikasikan dalam kontrol kualitas. Ini adalah dasar bagi diagram Pareto, dan salah satu alat utama yang digunakan dalam pengendalian kualitas total dan *Six Sigma*

Adapun contoh dari diagram pareto adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Contoh Diagram Pareto



### C. Perhitungan Tingkat *Sigma*

Dalam percobaan *Six Sigma*, proses yang terjadi dalam suatu pabrik atau perusahaan diukur kinerjanya dengan menghitung tingkat sigmanya. Semakin nilai *Sigma* mendekati enam *Sigma* maka kinerja dari proses dapat dikatakan sangat baik. Dasar perhitungan tingkat *Sigma* adalah menggunakan *Defect For Million Opportunities* (DPMO) untuk data atribut.

Perhitungan DPMO dan Tingkat *Sigma* untuk data atribut dapat dilakukan sesuai langkah-langkah perhitungan berikut ini: (Peter S. Pande, Neuman, dkk, 2005)

1. *Defect Per Unit* (DPU). Ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari cacat, semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel.

$$DPU = \frac{D}{U} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

D = Jumlah defective atau jumlah kecacatan yang terjadi dalam proses produksi.

U = Jumlah unit yang diperiksa.

2. *Defect Per Opportunity* (DPO). Menunjukkan proporsi cacat atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok.

$$DPO = \frac{D}{U \times OP} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

OP (*Opportunity*) = karakteristik yang berpotensi untuk menjadi cacat.

3. *Defect Per Million Opportunity* (DPMO). DPMO mengindikasikan berapa banyak cacat akan muncul jika ada satu juta peluang.

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \dots\dots\dots (2.17)$$

### 3. Analyze

Setelah diperoleh data pada tahap define dan tahap measure maka pada tahap ketiga ini dilakukan identifikasi

penyebab masalah kualitas. Tahap pengukuran dilakukan melalui 2 tahap dengan pengambilan sampel pada PT. Indonesia Asahan Aluminium adalah sebagai berikut:

A. Analisis diagram kontrol (P-Chart)

Diagram kontrol P digunakan untuk atribut yaitu pada sifat-sifat barang yang didasarkan atas proporsi jumlah suatu kejadian seperti diterima atau ditolak akibat proses produksi. Diagram ini dapat disusun dengan langkah sebagai berikut:

1. Pengambilan populasi dan sampel

Populasi yang diambil untuk analisis P Chart adalah jumlah produk yang dihasilkan dalam kegiatan produksi Aluminium Billet Selama 5 Bulan terakhir.

2. Pemeriksaan karakteristik dengan menghitung nilai mean.

Rumus mencari nilai mean:

$$CL = \frac{\sum np}{\sum p} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

- n = Jumlah sampel
- np = Jumlah kecacatan
- p = Rata-rata proporsi kecacatan

3. Menentukan batas kendali terhadap pengawasan yang dilakukan dengan menetapkan nilai UCL (Upper Control Limit/batas spesifikasi atas) dan LCL (Lower Control Limit/batas spesifikasi bawah).

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{CL(1-cl)}{n}} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$LCL = CL - 3 \sqrt{\frac{CL(1-cl)}{n}} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

- UCL = *Upper Control Limit* (Batas kontrol atas)
- LCL = *Lower Control Limit* (Batas kontrol bawah)
- n = Jumlah sampel

## B. *Cause and Effect Diagram*

Menurut Rosnani Ginting, 2007 diagram ini dikenal dengan istilah diagram tulang ikan (*fish bone diagram*) yang diperkenalkan pertama kalinya oleh Prof. Kaoru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Di samping itu juga berguna untuk mencari penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Dalam hal ini metode sumbang saran (*brainstorming method*) akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail.

Cara mencari faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada lima faktor penyebab utama yang perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Manusia
- b. Metode Kerja
- c. Mesin atau peralatan kerja lainnya
- d. Bahan-bahan baku
- e. Lingkungan kerja

*Cause and effect diagram* ini dapat digunakan ketika kita perlu:

- a. Mengenali akar penyebab masalah atau sebab mendasar dari akibat, masalah, atau kondisi tertentu
- b. Memilah dan menguraikan pengaruh timbal balik antara berbagai faktor yang mempengaruhi akibat atau proses tertentu
- c. Menganalisa masalah yang ada sehingga tindakan yang tepat dapat diambil.

Manfaat menggunakan diagram fishbone ini adalah sebagai berikut:

- a. Membantu menentukan akar penyebab masalah dengan pendekatan yang terstruktur

- b. Mendorong kelompok untuk berpartisipasi dan memanfaatkan pengetahuan kelompok tentang proses yang dianalisis
- c. Menunjukkan penyebab yang mungkin dari variasi atau perbedaan yang terjadi dalam suatu proses
- d. Meningkatkan pengetahuan tentang proses yang dianalisis dengan membantu setiap orang untuk mempelajari lebih lanjut berbagai faktor kerja dan bagaimana faktor-faktor tersebut saling berhubungan
- e. Mengenali area dimana data seharusnya dikumpulkan untuk pengkajian lebih lanjut

Ketika Anda menggunakan diagram ini, sebenarnya Anda sedang menyusun sebuah tampilan bergambar yang terstruktur dari daftar penyebab yang terorganisir untuk menunjukkan hubungannya terhadap sebuah akibat tertentu.

Langkah-langkah untuk menyusun dan menganalisa *cause and effect diagram* sebagai berikut:

1. Identifikasi dan definisikan dengan jelas hasil atau akibat yang akan dianalisis
  - a. Hasil atau akibat disini adalah karakteristik dari kualitas tertentu, permasalahan yang terjadi pada kerja, tujuan perencanaan, dan sebagainya.
  - b. Gunakan definisi yang bersifat operasional untuk hasil atau akibat agar mudah dipahami.
  - c. Hasil atau akibat dapat berupa positif (suatu tujuan, hasil) atau negatif (suatu masalah, akibat). Hasil atau akibat yang negatif yaitu berupa masalah biasanya lebih mudah untuk dikerjakan. Lebih mudah bagi kita untuk memahami sesuatu yang sudah terjadi (kesalahan) daripada menentukan sesuatu yang belum terjadi (hasil yang diharapkan).
  - d. Kita bisa menggunakan diagram pareto untuk membantu menentukan hasil atau akibat yang akan dianalisis

2. Gambar garis panah horisontal ke kanan yang akan menjadi tulang belakang.
  - a. Disebelah kanan garis panah, tulis deskripsi singkat hasil atau akibat yang dihasilkan oleh proses yang akan dianalisis
  - b. Buat kotak yang mengelilingi hasil atau akibat tersebut



Gambar 2.3 Pembuatan *cause and effect diagram* Pernyataan Masalah

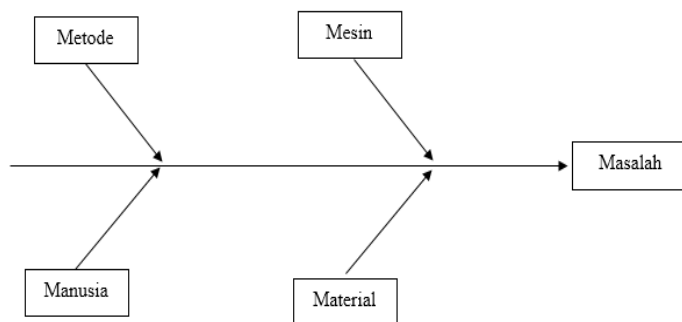
3. Identifikasi penyebab-penyebab utama yang mempengaruhi hasil atau akibat.
  - a. Penyebab Ini akan menjadi label cabang utama diagram dan menjadi kategori yang akan berisi berbagai penyebab yang menyebabkan penyebab utama.
  - b. Untuk menentukan penyebab utama seringkali merupakan pekerjaan yang tidak mudah. Untuk itu kita dapat mencoba memulai dengan menulis daftar seluruh penyebab yang mungkin. Kemudian penyebab-penyebab tersebut dikelompokkan berdasarkan hubungannya satu sama lain. Untuk membantu mengelompokkan atau mengkategorikan penyebab ini ada beberapa pedoman yang dapat digunakan. Berikut ini beberapa panduan yang sering digunakan:
    1. Industri jasa, biasanya menggunakan pengkategorian 4S, yaitu: *surrounding, supplier, system, skill*.
    2. Di bidang administrasi dan pemasaran, biasanya menggunakan 8P, yaitu: *product* atau *service, price, people, place, promotion, procedures, processes, policies*.
    3. Industri manufaktur, biasanya menggunakan 6M, yaitu: *Man* (pelatihan, manajemen, sertifikasi, dan sejenisnya), *Machine* (perawatan, pemeriksaan, pemrograman,

pengujian, update perangkat lunak dan keras), Material (bahan mentah, barang konsumsi, dan informasi), Method (pemrosesan, pengujian, pengendalian, perancangan, instruksi), Measurement (kalibrasi), *Mother Nature* (kondisi lingkungan seperti bising, kelembaban, temperatur)

Masih ada lagi jenis pengkategorian yang lain. Dalam menerapkannya, kita bebas untuk menentukan pengkategorian disesuaikan dengan kebutuhan.

Selain itu, ada variasi lain dalam menentukan penyebab-penyebab. Dalam hal ini, daripada berusaha untuk menggolongkan seluruh penyebab kedalam berbagai kategori, Tentukan saja penyebab berdasarkan urutan proses yang digunakan. Jadi, pada garis *horizontal* "tulang punggung ikan", tuliskan semua proses utama dari kiri ke kanan.

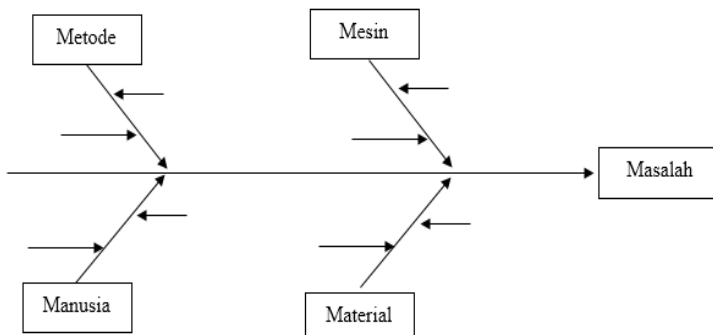
- a. Tulis penyebab utama tersebut disebelah kiri kotak hasil atau akibat, beberapa tulis diatas garis *horizontal*, selebihnya dibawah garis.
- b. Buat kotak untuk masing-masing penyebab utama tersebut



Gambar 2.4 Pembuatan *Cause and Effect Diagram* Penyebab Utama

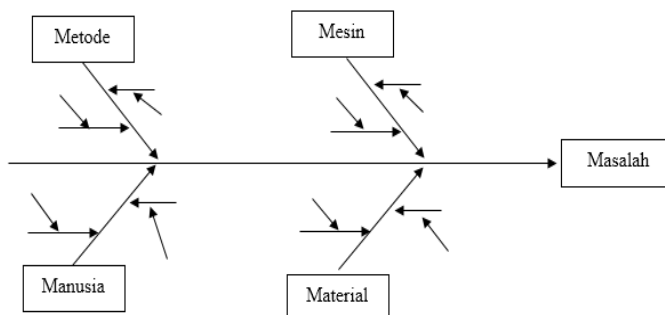
4. Untuk setiap penyebab utama, identifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab dari penyebab utama

- a. Identifikasi sebanyak mungkin faktor penyebab dan tulis sebagai sub cabang utama
- b. Jika penyebab-penyebab minor menjadi penyebab dari lebih dari satu penyebab utama, tuliskan pada semua penyebab utama tersebut.



Gambar 2.5 Identifikasi Faktor-faktor yang menjadi Penyebab dari Penyebab Utama

5. Identifikasi lebih detail lagi secara bertingkat berbagai penyebab dan lanjutkan mengorganisasikannya dibawah kategori atau penyebab yang berhubungan.



Gambar 2.6 Identifikasi Faktor-faktor yang menjadi Penyebab dari Penyebab Utama lebih detail

#### 4. *Improve*

*Improve* merupakan tahap dimana dilakukan perbaikan sistem berdasarkan hasil analisis terdahulu, melakukan percobaan untuk melihat hasilnya. *Improve* dilakukan setelah sumber-sumber dan akar penyebab masalah kalitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melakukan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tujuan dari *improve* adalah untuk mencari solusi dari masalah yang telah dianalisa. Adapun untuk penyelesaian pada tahap *improve* ini digunakannya metode *Failure mode effect analysis* (FMEA) antara lain:

##### A. *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

FMEA adalah sebuah metode evaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis untuk dibuat langkah penanganannya. Dalam FMEA, setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganan.

Dalam penelitian ini FMEA dilakukan untuk melihat risiko-risiko yang mungkin terjadi pada operasi perawatan dan kegiatan operasional perusahaan. Dalam hal ini ada tiga hal yang membantu menentukan dari gangguan antara lain:

##### 1. Frekuensi (*occurrence*)

Dalam menentukan *occurrence* ini dapat ditentukan seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan pada operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.

##### 2. Tingkat Kerusakan (*severity*)

Dalam menentukan tingkat kerusakan (*severity*) ini dapat ditentukan seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses dalam hal operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.

##### 3. Tingkat Deteksi (*detection*)

Dalam menentukan tingkat deteksi ini dapat ditentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi.



tingkat deteksi juga dapat dipengaruhi dari banyaknya kontrol yang mengatur jalanya proses. semakin banyak kontrol dan prosedur yang mengatur jalanya sistem penanganan operasional perawatan dan kegiatan operasional pabrik maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.

## 5. *Control*

### A. *Standard Operating Procedures*

*Standard Operating Procedures* (SOP) adalah pedoman yang berisi prosedur-prosedur operasional standar yang ada di suatu organisasi yang digunakan untuk memastikan bahwa setiap keputusan, langkah atau tindakan dan penggunaan fasilitas pemrosesan yang dilaksanakan oleh orang-orang di dalam suatu organisasi agar berjalan secara efektif, konsisten, standar dan sistematis. (Rudi M. Tambunan, 2008)

Suatu organisasi dapat memiliki sistem yang baik apabila tersedianya SOP yang baik dan begitu pula sebaliknya.

SOP harus tertulis dan menjelaskan secara singkat langkah demi langkah serta dalam tampilan yang mudah dibaca. Dalam sistem SOP, kata kerja digunakan dalam kalimat aktif, serta berupa kalimat singkat, jelas dan tidak banyak frase. Contoh, 'Kirim spesifikasi ke vendor' bukan 'Spesifikasi dikirim ke vendor'. Gunakan pernyataan positif, seperti 'Lengkapi lembar kerja buku dan kembalikan ke pengadaan' tidak dengan pernyataan negatif, seperti 'Jangan dikembalikan sebelum lembar kerja dilengkapi'.

Adapun manfaat dari SOP adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjelaskan secara detail semua kegiatan dari proses yang dijalankan.
2. Dapat menstandarkan semua aktivitas yang dilakukan pihak yang bersangkutan.
3. Dapat mengurangi waktu pelatihan karena sudah ada kerangka kerja yang diperlukan.

4. Dapat meningkatkan konsistensi pekerjaan karena sudah ada arah yang jelas.
5. Dapat meningkatkan komunikasi antar pihak-pihak yang terkait, terutama pekerja dengan pihak manajemen.

SOP terdiri atas beberapa jenis, yaitu:

1. Prosedur sederhana yaitu prosedur dengan langkah-langkah yang singkat, berulang-ulang dan hanya memerlukan sedikit keputusan. Prosedur yang hanya melibatkan sedikit kegiatan oleh sedikit orang.
2. Prosedur hirarki yaitu prosedur dengan langkah-langkah yang rinci, panjang, konsisten. Langkah-langkah dalam hirarki mungkin berisi sub-sub langkah untuk lebih memperjelas prosedur.
3. Prosedur grafis yaitu prosedur dengan langkah-langkah yang sangat panjang dan lebih rinci. Tipe grafis akan membagi proses yang panjang menjadi sub proses yang lebih pendek.
4. Prosedur *Flowcharts* yang berisi banyak keputusan-keputusan atau pertimbangan-pertimbangan. *Flowcharts* adalah representasi grafis yang menghubungkan langkah-langkah secara fisik dan logis.

## **2.2 Penelitian Sebelumnya**

Marina Dewi dengan judul "ANALISIS PRODUKTIVITAS MATERIAL PADA PROSES POT REDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN LEAN SIX SIGMA DI PT. INALUM"

PT INALUM adalah industri peleburan aluminium di Indonesia dengan menggunakan proses elektrolisa terhadap alumina di dalam pot reduksi. PT INALUM menggunakan alumina sebagai bahan baku untuk menghasilkan ingot. Bahan baku alumina ini diperoleh dari China, Australia, dan Korea Selatan. Aluminium yang dihasilkan adalah aluminium

berbentuk batangan (ingot) dengan berat perbatangnya 22,7 kg. Aluminium yang dihasilkan setiap tahunnya yaitu 225.000 ton.

Pada penelitian Ummi Isti Izzati (2013) dalam jurnal “Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Susu Bubuk dengan Metode Lean Six Sigma” bahwa salah satu metode yang tepat dalam upaya peningkatan kualitas adalah dengan metode Lean Six Sigma. Lean Six Sigma dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan waste atau aktivitas yang tidak bernilai tambah. Tahapan Lean Six Sigma yang dilaksanakan meliputi define, measure, dan analyze. Analisis pengendalian kualitas proses produksi susu bubuk memperlihatkan bahwa dalam aktivitas proses produksi susu bubuk sebesar 58,62% merupakan Value Added Activity (VAA), 12,07% merupakan Non Value Added Activity (NVAA), dan 29,31% merupakan Necessary but Non Value Added Activity (NNVAA). Nilai DPMO untuk proses produksi susu bubuk sebesar 7511,06 dengan nilai sigma sebesar 3,93. Faktor-faktor yang menyebabkan adanya penyimpangan produk yang dihasilkan antara lain manusia (perbedaan keterampilan, kurang memahami proses produksi, serta kurang teliti dan konsentrasi), mesin (kondisi mesin kotor dan setting mesin tidak sesuai), metode (metode setting mesin kurang baik), dan material (material kemasan kurang baik).

Rizky Nita Noer dengan judul “Analisa Efisiensi Proses Discharge Dengan Pendekatan Lean Six Sigma Pada Pasien Penyakit Dalam, Neurologi, Bedah, Jantung Dan Paruinstalasi Rawat Inap Teratai RSUP Fatmawati Tahun 2015”

Kesehatan merupakan hak seluruh warga negara dan kewajiban pemerintah adalah memenuhi hal tersebut. Pemerintah mempunyai peran untuk menyediakan fasilitas kesehatan sesuai standar terutama menyediakan pelayanan rumah sakit yang bermutu berdasarkan UU No 44 Tahun 2009, rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang

menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat.

Rumah sakit merupakan salah satu sistem kesehatan yang paling kompleks dan paling efektif. Seiring perkembangan zaman dan tuntutan masyarakat, rumah sakit tidak saja berfungsi sebagai tempat untuk pengobatan kesehatan perorangan tetapi juga sebuah fasilitas, sebuah institusi dan sebuah organisasi yang kompleks yang padat modal, padat karya, padat teknologi, dan padat masalah yang dihadapinya. Rumah sakit juga menghadapi kondisi usaha yang berubah setiap waktu. Persaingan antar rumah sakit semakin kuat, terlebih dengan semakin kritisnya pemikiran masyarakat, sehingga tuntutan masyarakat terhadap kualitas pelayanan semakin tinggi (Kusumo, 2011)

Pelayanan yang diberikan oleh rumah sakit harus benar-benar bermutu dan memuaskan. Suatu pelayanan dikatakan baik oleh pasien, jika jasa yang diberikan dapat memenuhi kebutuhan pasien, dengan menggunakan persepsi tentang pelayanan yang diterima (memuaskan atau mengecewakan, juga termasuk lamanya waktu pelayanan). Penilaian kepuasan dimulai sejak pasien pertama kali datang, sampai pasien meninggalkan rumah sakit (NHS: Institute For Innovation and Improvement, 2014).

RSUP Fatmawati merupakan rumah sakit umum pusat nasional menjadi rujukan lintas provinsi atau mampu sekurangnya 4 provinsi. Visi RSUP Fatmawati adalah menjadi rumah sakit rujukan nasional dengan layanan excellent terpadu 2019. Upaya RSUP Fatmawati dalam mewujudkan layanan yang excellent adalah terus berupaya meningkatkan mutu pelayanan dan rutin mengikuti akreditasi baik nasional maupun internasional demi terciptanya kepuasan pasien dan pelayanan yang berkualitas baik secara medis dan non medis.

Pelayanan rawat inap merupakan salah satu pelayanan yang dapat menghasilkan pendapatan terbesar di rumah sakit. Pelayanan rawat inap dimulai ketika pasien dinyatakan oleh dokter untuk dirawat ataupun pasien luar yang membawa surat rujukan untuk dirawat sampai selesai masa perawatannya dan pasien dapat pulang setelah membayar seluruh tagihan dan mendapatkan surat izin pulang. Perencanaan tempat tidur sehingga tidak terlalu kosong ataupun terlalu penuh menjadi bagian penting dalam manajemen rawat inap (Breslin et al, 2014).

Manajemen tempat tidur yang baik menjadi landasan penting karena perputaran tempat tidur yang lancar akan berpengaruh pada pendapatan rumah sakit. Pasien yang sudah diizinkan pulang oleh dokter apabila lama untuk menyelesaikan administrasi pulang, maka akan semakin lama pasien keluar dari ruang rawat mengakibatkan ketersediaan tempat tidur dan kamar rawat menjadi berkurang. Mengurangi variasi dalam proses discharge pasien rawat inap juga berpengaruh pada variasi length of stay (LOS) pasien rawat inap (Scottish Government, 2007).

Waktu tunggu dalam pelayanan administrasi pasien pulang (proses discharge) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi persepsi pasien terhadap mutu pelayanan di RSUP Fatmawati. Proses discharge merupakan sebuah proses yang kompleks melibatkan beberapa kelompok yaitu dokter, perawat, petugas billing, petugas jaminan, farmasi, dan keluarga pasien, jika ada salah satu kelompok yang tidak bekerja maksimal maka akan mempengaruhi semakin lama nya waktu pemulangan pasien tersebut (Ghada et al, 2015 dalam <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4554014/#R23> dikutip tanggal 8 November 2015). Lama waktu tunggu pasien mencerminkan bagaimana rumah sakit mengelola komponen pelayanan yang disesuaikan dengan situasi dan harapan pasien (Depkes, 2007).

Berdasarkan keputusan menteri kesehatan No. 129 Tahun 2008 mengenai standar pelayanan minimal, kecepatan waktu pemberian informasi tentang tagihan pasien rawat inap, mulai dari pasien dinyatakan boleh pulang oleh dokter hingga menyelesaikan proses billing dan mendapatkan surat izin pulang adalah  $\leq 2$  jam (kurang dari dua jam). Selama peneliti melakukan kegiatan praktek belajar lapangan-3 pada bulan Juli-Agustus 2015, hasil pemantauan di unit rawat inap teratai, rata-rata waktu tunggu proses discharge adalah  $> 2$ jam (lebih dari 2 jam).

Lama hari rawat (LOS) menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan proses discharge. Pasien yang lebih lama di rawat akan memiliki daftar tagihan yang lebih panjang sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam beberapa tahap di dalam proses discharge seperti proses billing dan perincian obat di depo farmasi. Penundaan proses pemulangan berpengaruh meningkatkan resiko pasien mengalami infeksi nosokomial. Ada 1,5 kasus infeksi nosokomial per 1000 pasien ranap terjadi pada pasien yang mengalami pemanjangan LOS (Forster, 2000).

Proses discharge yang efektif dan efisien akan memberikan keuntungan untuk pasien dan rumah sakit seperti mengurangi kejadian pembatalan pasien yang akan mendaftar masuk pada hari itu, memperpendek length of stay (LOS), memberikan informasi yang lebih baik tentang kapasitas tempat tidur yang tersedia, mengurangi biaya per pasien karena lama hari rawat yang berkurang, mengurangi risiko pasien mengalami infeksi di rumah sakit, mengurangi permasalahan kekurangan logistik dan staf karena telah direncanakan dengan baik sebelumnya (Scottish Government, 2007).

Alat yang digunakan dalam meningkatkan efektifitas proses discharge berupa penerapan metode lean six sigma. Prinsip pendekatan Lean melalui analisis proses kegiatan,

setiap langkah yang dilakukan dapat dinilai apakah langkah tersebut dapat memberikan nilai tambah ataukah tidak menghasilkan nilai tambah dan merupakan suatu pemborosan (waste). Lean Healthcare memberikan kekuatan berupa Continuous Improvement (perbaikan berkelanjutan) kepada Rumah Sakit (Grabau, 2011).

USA Today melaporkan hasil sebuah studi mengenai perbaikan manajemen rumah sakit. Studi dilakukan oleh Robert Wood Johnson Foundation yang menemukan bahwa rumah sakit yang menggunakan metode dan filosofi lean dalam manajemennya memiliki performa yang jauh lebih baik dibandingkan rumah sakit pada umumnya.

The six sigma book for healthcare menjelaskan Six Sigma merupakan pendekatan dengan cara mengurangi variasi yang terjadi dalam suatu proses dan mencegah terjadinya cacat sebesar 3,4 DPMO (Defect Permillion Opportunity atau menghasilkan 3,4 kemungkinan terjadi kecacatan dalam sejuta kesempatan). Pencegahan cacat dilakukan dengan cara mengurangi variasi yang ada dalam setiap proses.

Penerapan lean six sigma membantu rumah sakit memperoleh “kecepatan” yang dimiliki lean dan “kualitas” yang dimiliki six sigma. Keberhasilan penerapan lean six sigma dalam meningkatkan proses discharge telah di buktikan di berbagai rumah sakit baik internasional maupun nasional. Medical University of South California mampu meningkatkan efektifitas proses discharge (mulai dari DPJP menuliskan discharge resume hingga pasien keluar dari ruang rawat) dari 245 menit menjadi 105 menit. Kemang Medical Care berhasil menerapkan lean six sigma dalam meningkatkan efektivitas proses discharge yang hanya membutuhkan waktu 21 menit (Iswanto, 2015).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan proses discharge adalah lama hari rawat (LOS). Pasien rawat inap di IRNA B kelas 3 RSUP Fatmawati dengan kasus penyakit dalam,

neurologi, bedah, jantung, dan paru rata-rata memiliki lama hari rawat 10 hari (aisyiyah, 2015). Pasien yang lebih lama di rawat akan memiliki daftar tagihan yang lebih panjang sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam beberapa tahap di dalam proses discharge. Bertitik tolak dari hal diatas, maka peneliti sangat tertarik untuk melakukan penelitian terhadap proses discharge di instalasi rawat inap teratai kelas 3 ruang rawat penyakit dalam, neurologi, bedah, jantung, dan paru dengan pendekatan lean six sigma.

Fika Aras Arditiya dengan judul “Analisis Pengurangan Jumlah Cacat Pada Industri Kertas Dengan Pendekatan Lean Six Sigma”

PT. X merupakan salah satu perusahaan penghasil kertas dengan bahan baku berupa pulp. Selama ini industri kertas mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan tersebut menyebabkan persaingan pasar yang ketat dan memerlukan upaya untuk memenangkan persaingan pasar tersebut. Salah satu kunci untuk memenangkan persaingan tersebut yaitu dengan melakukan perbaikan kualitas. Lean merupakan suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (waste) dan meningkatkan nilai tambah produk agar memberikan nilai kepada pelanggan (Gasperz 2006). Pemborosan dalam hal ini adalah timbulnya produk cacat.

Six sigma merupakan salah satu cara yang digunakan untuk memperbaiki kualitas produksi dengan konsep dasar DMAIC (Define, Measurement, Analyze, Improvement dan Control). Perbaikan dengan menggunakan six sigma diharapkan dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan kualitas produk sehingga dapat bertahan dalam persaingan. Perusahaan penghasil kertas merupakan perusahaan yang juga harus mengendalikan kualitas produk, terutama di bagian produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengidentifikasi faktor penyebab timbulnya cacat produk pada departemen produksi berdasarkan tahapan six sigma yaitu define, measure,



dan analyze. (2) menetapkan solusi yang dapat diambil untuk mengurangi jumlah produk cacat pada departemen produksi berdasarkan tahapan six sigma yaitu improvement.

Penelitian ini mengambil studi kasus di PT. X yang berlokasi di Tangerang, Banten pada bulan Maret sampai April 2012. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dimulai dari tahap studi pustaka yang berkaitan dengan topik penelitian sampai didapatkannya kesimpulan penelitian. Penelitian ini terbagi atas tiga tahap. Tahap pertama adalah tahap pra-penelitian yang diawali dengan studi pustaka untuk mendukung dan menambah wawasan tentang penelitian yang akan dilakukan. Tahapan kedua adalah pengumpulan data, input data, pengolahan data, dan analisis data perusahaan. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung nilai sigma dari kinerja produksi di PT. X. Tahap ketiga adalah tahap akhir yaitu pembuatan pembahasan hasil penelitian dan kesimpulan dari keseluruhan proses penelitian ini.

Hasil dari penelitian ini diawali dengan fase define. Pada fase define ditemukan bahwa salah satu permasalahan yang dihadapi oleh departemen produksi adalah adanya produk cacat di setiap proses produksi. Jenis-jenis produk cacat tersebut adalah holes paper, dirty paper, foreign contamination, folded dan size variation.

Fase measurement dilakukan untuk mengetahui kualitas produksi. Hasil yang diperoleh untuk jenis defect holes paper pada bulan Januari hingga Maret adalah 4,66; 4,58 dan 4,66 sigma. Sedangkan untuk dirty paper pada bulan Januari dan Februari memiliki nilai sigma sebesar 4,99; 5,06 dan 5,07 sigma. Foreign contamination dan folded merupakan jenis defect yang paling sering dikomplain oleh pelanggan. Size variation telah memiliki standar panjang dan lebar untuk seluruh produk kertas. Standar panjang dan lebar tersebut tidak boleh kurang dari ukuran yang telah ditetapkan dan maksimal 2 mm lebih dari ukuran kertas yang seharusnya. Jika

tidak memenuhi standar tersebut, maka kertas tidak memenuhi standar. Pada fase analyze bahwa produk gagal yang dihasilkan oleh bagian produksi disebabkan oleh beberapa faktor. Penyebab produk cacat tersebut adalah faktor manusia, metode, mesin, bahan baku dan lingkungan. Pada fase improvement ditetapkan beberapa solusi perbaikan, berdasarkan penyebab-penyebab defect tersebut. Agar dapat mencapai tingkatan enam sigma, bagian produksi harus dapat menekan produk cacatnya hingga nilai defect perunitnya sebesar 0,0000034.

Pada fase control, digunakan c-chart sebagai alat control. Terlihat bahwa kertas yang dihasilkan masih berada di dalam batas kendali. Apabila sampel berada dalam batas kendali maka berarti proses produksi terkendali dan solusi perbaikan yang telah ditetapkan dapat terus dilanjutkan. Namun, bila sampel berada di luar batas kendali maka pihak manajemen harus memeriksa kembali solusi perbaikan yang ditetapkan. penyimpangan terjadi karena solusi yang ditetapkan belum sesuai, baik pada faktor manusia, metode, mesin, bahan baku maupun lingkungan.

Usulan perbaikan dilakukan dengan menggunakan kaizen blitz. Kaizen blitz merupakan proses perbaikan yang intens dan cepat dimana tim atau departemen mencurahkan semua sumber dayanya kedalam suatu proyek perbaikan dalam periode jangka pendek, dan bukannya mengikuti aplikasi kaizen tradisional, yang biasanya dilakukan separuh waktu. Biasanya membutuhkan waktu kurang lebih satu minggu.

Surya Aditya, A. Jabbar M. Rambe, dan Khawarita Siregar dengan judul “Pengendalian kualitas menggunakan diagram kontrol MEWMA dan pendekatan *Lean Six Sigma* di PT. XYZ”.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang mekanisasi, perbaikan dan pembuatan atau pabrikasi alat-alat pabrik CPO dan di bidang civil engineering. PT. XYZ cenderung untuk mengutamakan kualitas produk dan ketepatan waktu

penyerahan produk ke konsumen dimana hal ini menjadi keunggulan yang paling utama dibandingkan dengan perusahaan yang sejenis.

Berdasarkan data pengamatan pendahuluan yang diperoleh di PT. XYZ produk yang dihasilkan untuk setiap periode mencapai antara 2.500-4.000 unit produk. Salah satu data produksi produk sprocket gear yang menjadi objek penelitian, diperoleh data produksi pada bulan Maret 2013 sebanyak 3.050 unit dengan jumlah kecacatan mencapai sebesar 15% dari jumlah produksi atau mencapai 458 unit produk cacat. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan PT. XYZ untuk dapat bersaing dengan perusahaan sejenis. Jenis kecacatan yang terjadi terbagi dalam dua jenis, yaitu kecacatan variabel dan kecacatan atribut. Selama proses produksi produk sprocket gear pada berlangsung terjadinya rework pada produk yang cacat secara variabel, rework pada produk cacat menyebabkan terjadinya waste pada waktu siklus produksi, sehingga membuat waktu siklus semakin panjang.

Hal ini disebabkan dari berbagai macam faktor diantaranya konsentrasi operator yang tidak fokus, kelalaian operator, lingkungan kerja yang kurang nyaman, dan kurangnya pengawasan dilantai produksi. Permasalahan kecacatan dan rework yang inilah yang menjadi permasalahan utama pada PT. XYZ dalam memproduksi produk sprocket gear. (Hesti Sabrina, 2005)

Perusahaan harus memperbaiki kinerjanya agar tetap unggul dalam menghadapi persaingan tersebut. Perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah mengurangi pemborosan (waste) yang terjadi selama proses produksi. Adapun pemborosan (waste) yang terdapat pada perusahaan pada saat ini yaitu terdapatnya beberapa kegiatan yang tidak bernilai tambah (non value added activities) dan kecacatan

produk yang terjadi selama proses produksi berlangsung yang tidak sesuai dengan spesifikasi produk.

Penerapan diagram kontrol MEWMA (Multivariate Exponential Weighted Moving Average) dan pendekatan dengan menggunakan metode Lean Six Sigma yang menitik beratkan kepada pengurangan lead time dan kecacatan produksi selama proses produksi berlangsung. Metode Lean Six Sigma ini merupakan pendekatan sistematis untuk mendefinisikan dan menghilangkan pemborosan (waste) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (non value added activities) melalui peningkatan secara terus-menerus secara radikal untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma. Perusahaan dapat memperbaiki permasalahan yang terjadi selama proses produksinya berlangsung sehingga loyalitas para pelanggan tetap terjaga.

Perusahaan dikatakan berkualitas apabila memiliki sistem produksi yang baik dengan proses yang terkendali. Salah satu pendekatan yang dapat memenuhi tujuan tersebut adalah pendekatan Lean Six Sigma. Melalui metode Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control (DMAIC) dalam pendekatan Lean Six Sigma, maka perusahaan dapat mengidentifikasi waste yang terjadi di sepanjang value stream yaitu kegiatan-kegiatan tidak bernilai tambah (non value added activities) seperti kegiatan pemindahan dan menunggu, serta jumlah kecacatan produksi yang terjadi, sehingga akan meningkatkan kecepatan proses dan kualitas produksi pada perusahaan (Prastyawati, 2009).

Anastasia Arianda, Mustafid dan Moch. Abdul Mukidi dengan judul "Penerapan Diagram Kontrol Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) Pada Pengendalian Karakteristik Kualitas Air". (Studi kasus: Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang).

Perusahaan mempunyai tanggung jawab untuk menjaga kualitas suatu produk agar sesuai standar dan memenuhi selera

konsumen. Pengendalian produksi akan menghasilkan efisiensi proses produksi sehingga dapat meminimumkan biaya produksi dan memberikan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan. Kualitas produk yang selalu terjaga akan menekan biaya perbaikan dan pengembalian produk serta memberi kepuasan bagi konsumen. Pengendalian kualitas merupakan salah satu fungsi yang penting dari suatu perusahaan, sehingga kegiatan ini ditangani oleh bagian pengendalian kualitas yang ada di perusahaan itu. Untuk itu maka perlu adanya pengendalian kualitas mulai dari pengendalian bahan baku, pengendalian kualitas proses produksi hingga produk siap untuk dipasarkan.

Pengendalian kualitas produk merupakan usaha untuk meminimalkan produk cacat dari produk yang dihasilkan perusahaan. Tanpa adanya pengendalian kualitas produk akan menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan, karena penyimpangan-penyimpangan tidak diketahui sehingga perbaikan tidak bisa dilakukan dan akhirnya terjadi penyimpangan yang berkelanjutan. Sebaliknya bila pengendalian kualitas dilaksanakan dengan baik maka setiap terjadi penyimpangan dapat langsung diperbaiki dan dapat digunakan untuk perbaikan proses produksi dimasa yang akan datang. Dengan demikian proses produksi yang memperhatikan kualitas produk akan menghasilkan produk yang berkualitas bebas dari kerusakan dan kecacatan, sehingga membuat harga lebih kompetitif.

Pemerintah Indonesia mensyaratkan kebutuhan air bersih bagi masyarakatnya didasarkan pada jumlah penduduk. Kota Semarang dengan jumlah penduduk > 1,4 juta jiwa adalah kota dengan kebutuhan air bersih sebesar 150-200 liter per orang perhari. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010, air bersih tersebut harus memenuhi persyaratan antara lain sebagai berikut: jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak

berbau, tidak beracun, pH netral dan bebas mikroorganisme. Namun kenyataannya ketersediaan air bersih secara alami sangat terbatas sehingga banyak masyarakat yang tidak mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Pemerintah tersebut. Karena itu diperlukan upaya-upaya untuk mengolah air mentah menjadi air bersih dan mendistribusikannya kepada seluruh masyarakat.

IPA III merupakan instalasi pengolahan air yang dimiliki PDAM Tirta Moedal Kota Semarang. Proses pengolahan air di IPA III merupakan proses pengolahan air baku yang berasal dari sungai Kaligarang dengan kualitas yang berubah ubah setiap waktu karena beberapa faktor yaitu limbah domestik, cuaca. Dalam menentukan kualitas air, IPA III memiliki berbagai parameter yang dilakukan pemeriksaan setiap seminggu sekali. Parameter yang diperiksa diantaranya kekeruhan, pH, besi (Fe) dan mangan (Mn). Sistem pengendalian kualitas ini mengacu pada batas spesifikasi yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero), yang terletak di Kuala Tanjung, Kecamatan Sei Suka, Kabupaten Batu Bara, Provinsi Sumatera Utara dan waktu penelitian dimulai pada tanggal 09 Desember 2019.

#### **3.2 Cara Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dua jenis data sebagai bahan penelitian yaitu menggunakan data primer dan data sekunder.

##### **a. Data Primer**

Data primer merupakan suatu data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya melalui peninjauan, pengamatan, serta dicatat hal-hal yang berkaitan dengan penelitian ini. Data primer diperoleh dari wawancara tentang proses pembuatan, mendata secara langsung kecacatan tiap produk, dan melihat langsung kondisi lingkungan kerja yang ada.

##### **b. Data Sekunder**

Data sekunder adalah suatu data yang diperoleh dari dokumen-dokumen perusahaan atau organisasi, surat kabar dan majalah, maupun publikasi lainnya. Data sekunder diperoleh dari dokumen seperti: Data aliran proses produksi, jumlah produksi aluminium billet dan jumlah kecacatan pada aluminium billet.

#### **3.3 Definisi Variabel Operasional**

Variabel penelitian ini terdiri dari dua bagian adalah sebagai berikut:

1. *Variabel Independen* (Variabel bebas)

Variabel bebas pada penelitian ini adalah pengukuran terhadap kualitas produk Aluminium Billet yang dalam kegiatannya melakukan proses produksi, pendefinisian, yaitu:

- a. Peralatan/Mesin adalah alat yang digunakan selama proses produksi berlangsung.
- c. Bahan baku adalah bahan baku yang digunakan selama proses produksi berlangsung
- d. Jam kerja adalah lamanya waktu pekerjaan pada pekerja.

2. *Variabel Dependen* (Variabel tergantung, akibat terpengaruhi)

Variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari variabel bebas. Adapun *variabel dependen* pada penelitian ini, yaitu:

- a. Produk cacat adalah produk yang dihasilkan dalam proses produksi dimana produk tersebut tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, tetapi secara ekonomis produk cacat masih dapat diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu.
- b. Waktu kerja adalah waktu untuk melakukan pekerjaan dapat dilaksanakan siang hari maupun malam hari. Waktu kerja merupakan bagian paling umum yang harus ada pada sebuah perusahaan.

### 3.4 Metode Analisis

Dengan data yang diperoleh dapat diselesaikan dengan mengikuti tahap-tahap sebagai berikut:

1. Tahap *Define*

Pada tahap awal ini akan dilakukan pemilihan produk yang akan dijadikan focus dalam penelitian ini, pembuatan *project statement*, penggambaran proses produksi produk meliputi diagram SIPOC dan *value stream mapping*, identifikasi



kebutuhan pelanggan (*Voice of Customer*) dan identifikasi masalah yang diselesaikan.

## 2. Tahap *Measure*

Pada tahap ini akan dimulai dengan pengukuran waktu siklus dan perhitungan waktu baku yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan produksi, kemudian dilakukan perhitungan total *manufacturing lead time*. Melakukan perhitungan *Process Cycle Efficiency*. Melakukan perhitungan *Velocity*, kemudian membuat analisis diagram pareto. Setelah itu, menghitung yang berkaitan dengan kualitas produk yang dihasilkan dengan penentuan *Critical To Quality* (CTQ), perhitungan *Defects Per Millions Opportunities* (DPMO) dan perhitungan tingkat sigma.

## 3. Tahap *Analyze*

Pada tahap analisis ini dilakukannya pembuatan peta kendali atau diagram kontrol P-Chart dan kemudian dilakukannya pembuat diagram sebab akibat dimana untuk menganalisis penyebab terjadinya dari kecacatan produk.

## 4. Tahap *Improve*

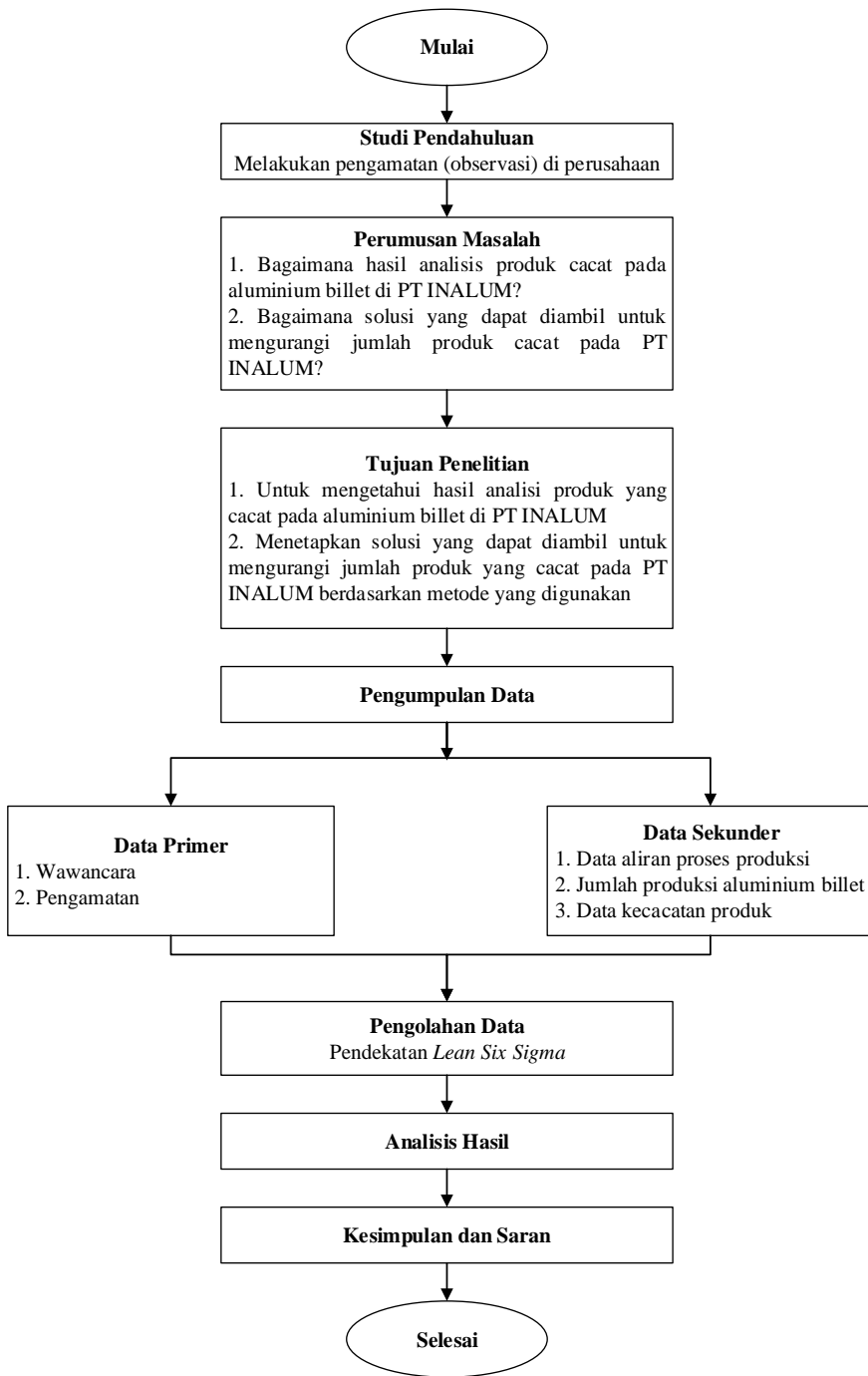
Pada tahap ini merupakan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Setelah mengetahui penyebab kecacatan atas produk, maka disusun suatu rekomendasi atau usulan tindakan perbaikan secara umum dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk. Pada tahap ini digunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) untuk meningkatkan proses berdasarkan pada tahap *Analyze*.

## 5. Tahap Control

Pada tahap ini akan dilakukan suatu usaha pengendalian berupa prosedur kerja.

### **3.5 Diagram Alir Penelitian**

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Data Jumlah Produksi dan Kecacatan

Jenis produk Aluminium Billet yang akan dijadikan objek penelitian yaitu berdasarkan pada jumlah produksi selama lima belas bulan. Adapun data jumlah produksi Aluminium Billet selama lima belas bulan, dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Jumlah Produksi dan kecacatan

<b>Bulan</b>	<b>Produksi/Kg</b>	<b>Kecacatan</b>	<b>Persentase</b>
Apr-18	1.266.096	94.316	13,42%
Mei-18	1.528.445	80.794	18,92%
Jun-18	1.240.352	82.219	15,09%
Jul-18	1.284.436	161.095	7,97%
Agu-18	1.562.143	68.719	22,73%
Sep-18	1.350.510	132.982	10,16%
Okt-18	1.243.495	103.213	12,05%
Nov-18	1.422.193	109.131	13,03%
Des-18	834.694	18.264	45,70%
Jan-19	1.520.863	42.393	35,88%
Feb-19	1.032.034	38.994	26,47%
Mar-19	1.099.839	104.481	10,53%
Apr-19	931.449	81.757	11,39%
Mei-19	1.113.166	105.739	10,53%
Jun-19	1.033.711	96.564	10,70%
<b>Total</b>	<b>18.463.426</b>	<b>1.260.661</b>	-

*Sumber: PT. Indonesia Asahan Aluminium*

##### 4.1.2 Data Jumlah Mesin

Data jumlah mesin yang digunakan adalah berdasarkan dari jumlah mesin yang ada dalam pembuatan Aluminium Billet mulai dari proses awal produksi hingga sampai akhir proses produksi. Adapun data jumlah mesin saat memproduksi *Aluminium Billet* dapat dilihat pada tabel 4.2.

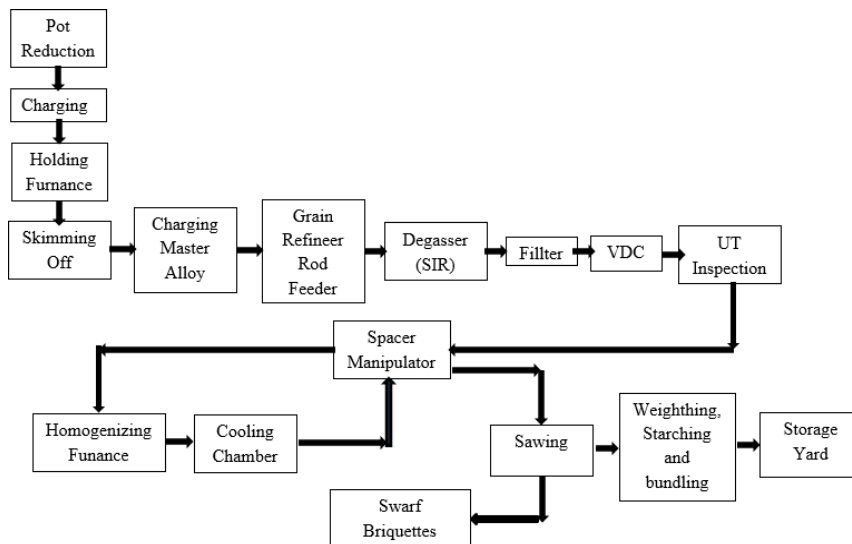
Tabel 4.2 Data Jumlah Mesin

Nama Mesin/Alat	Jumlah (unit)
<i>Furnace</i>	1
<i>Degassing Unit</i>	1
<i>Vertical Direct Chill Casring</i>	1
<i>Ultrasonic Test</i>	1
<i>Furbace Homogenezing</i>	2
<i>Cooling Chamber</i>	1
<i>Sawing</i>	1

Sumber: PT. Indonesia Asahan Aluminium

#### 4.1.3 Data Aliran Proses

Data aliran proses pembuatan *Aluminium Billet* pada PT. Indonesia Asahan Aluminium merupakan aliran yang menggambarkan satu siklus yang meliputi urutan kegiatan proses dari awal proses hingga sampai akhir dari proses. Adapun data aliran proses dalam pembuatan *Aluminium Billet* dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Aliran Proses Pembuatan Aluminium Billet

#### 4.1.4 Data Waktu Siklus

Adapun data waktu siklus dari proses pembuatan Aluminium Billet dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Waktu Siklus Pembuatan Produk Aluminium Billet

No	Elemen Kegiatan	Waktu siklus (menit)
1	Membawa cairan alumina dari seksi reduksi ke seksi sca menggunakan mobil MTC	10
2	Cairan alumina ditimbang menggunakan timbangan digital	5
3	Cairan alumina dibawa dari proses timbang kedapur Sca	3
4	Cairan alumina di <i>charging</i>	30
5	Cairan alumina dipanaskan didalam holding furnance	90
6	Melakukan <i>skimming off</i> untuk menghilangkan kerak alumina	10
7	Melakukan <i>charging master alloy</i>	30
8	Cairan billet dibawa ke proses <i>Grain Refineer Rod Feeder</i>	5
9	Cairan billet di <i>refineer rod feeder</i>	8
10	Cairan billet dibawa ke proses <i>degasser</i>	2
11	Cairan billet di <i>degasser</i>	3
12	Cairan billet dibawa ke proses <i>fillter</i>	2
13	Cairan billet di <i>fillter</i>	3
14	Melakukan pencetakan	45
15	Billet dibawa ke proses <i>Ut inspection</i>	5
16	Dilakukan pemeriksaan	10
17	Setelah diperiksa billet dibawa ke tempat penyusunan	3
18	Dilakukan <i>spacer manipulator</i>	10
19	Setelah dilakukannya penyusunan billet dibawa ke tempat <i>homogenezing furnance</i> untuk dipanaskan	5
20	Mamasukan billet kedalam <i>homogenezing furnance</i>	15
21	Membawa billet ke <i>cooling chamber</i>	2
22	Billet dimasukan kedalam <i>cooling chamber</i> untuk pendinginan	10
23	Billet dibawa ke <i>spacer manipulator</i>	5

	untuk disusun kembali	
24	Billet disusun	10
25	Billet dibawa ke proses <i>sawing</i> untuk memotong dari ujung ujung billet	4
26	Dilakukannya pemotongan ujung ujung billet	2
27	Billet dibawa ke proses <i>weighthing, starching and bundling</i> untuk dipilih apakah sesuai bentuknya dan dilakukan pengemasan	1
28	Billet dikemas	8
29	Billet dibawa ke <i>storage yard</i>	5
<b>Total</b>	<b>341</b>	

Sumber: PT. Indonesia Asahan Aluminium

#### 4.1.5 Data Rating Factor

Penilaian *rating factor* (Rf) dilakukan di lantai produksi terhadap operator yang bekerja secara manual dan operator yang bekerja dengan mesin pada saat memasukkan bahan (*load time*) dan mengeluarkan hasil kerja mesin (*unload time*). Penilaian *rating factor* dilakukan untuk menentukan operator yang bekerja normal sehingga waktu kerja operator normal dapat diambil sebagai waktu proses. Penilaian *rating factor* terhadap operator dengan menggunakan metode *Westinghouse* dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Penilaian *Rating Factor* Terhadap Operator Menggunakan Metode *Westinghouse*

Nama Operator	Kegiatan	Faktor	Rating (kelas)	Skor Penyesuaian	Total
Sugiarto BB	<i>Charging + Charging master alloy</i>	Ketrampilan	Average	0,00	0,02
		Usaha	Good	0,02	
		Kondisi	average	0,00	
Evan Tiobara	<i>Holding Furnance + Skimming Off</i>	Kosistensi	average	0,00	0,05
		Ketrampilan	Good	0,03	
		Usaha	Good	0,02	
Supriadi Paimin	<i>Ut Inspection + VDC</i>	Kondisi	average	0,00	-0,06
		Ketrampilan	Average	0,00	
		Usaha	Fair	-0,04	
		Kondisi	Average	0,00	

Arief Nurahman	<i>Grain refinner rod feeder + Degasser + Fillter</i>	Kosistensi	Fair	-0,02	-0,07
		Ketrampilan	Average	-0,05	
		Usaha	Good	0,02	
		Kondisi	Average	0,00	
Rian Pratama	<i>Spacer manipulator</i>	Kosistensi	Fair	-0,02	0,05
		Ketrampilan	Good	0,03	
		Usaha	Average	0,00	
Awalludin	<i>Homogenezing furnance + Cooling chamber</i>	Kondisi	Good	0,02	-0,02
		Kosistensi	Average	0,00	
		Ketrampilan	Average	0,00	
		Usaha	Average	0,00	
Herbin Marpaung	<i>Sawing + Weighthing, Starching, and Bundling</i>	Kondisi	Average	0,00	0,00
		Kosistensi	Fair	-0,02	
		Ketrampilan	Average	0,00	
		Usaha	Average	0,00	
		Kondisi	Average	0,00	
		Kosistensi	Average	0,00	

*Sumber: Data Pengamatan*

#### 4.1.6 Data Allowance (Kelonggaran)

Dalam penelitian ini, peneliti juga menetapkan *Allowance* terhadap operator yang menangani masing-masing tiap proses dalam pembuatan *Aluminium Billet* yang berdasarkan karakteristik pekerjaannya. Nilai *allowance* yang diberikan untuk pemindahan dari satu proses ke proses selanjutnya ditetapkan sebesar 5%. Adapun penetapan nilai *allowance* terhadap tiap proses produksi pembuatan *Aluminium Billet* dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Penetapan *Allowance* Untuk Tiap Proses Produksi

Nama Operator	Kegiatan	Faktor	Allowance (%)	Total (%)	
Sugiarto BB	<i>Charging + Charging master alloy</i>	Kebutuhan pribadi	Pria	1	20
		Tenaga yang di keluarkan	Ringan	8	
		Sikap Kerja	Berdiri diatas dua kaki	1	
		Gerakan Kerja	Normal	0	
		Kelelahan Mata	Pandangan yang terputus-putus	1	

		Keadaan	Normal	5	
		Temperatur			
		Keadaan	Cukup	2	
		Atmosfer			
		Keadaan	Kebisingan	2	
		Lingkungan	Sedang		
Evan	<i> Holding Furnance  + Skimming Off</i>	Kebutuhan	Pria	1	26
Tiobara		pribadi			
		Tenaga yang	Ringan	8	
		di keluarkan			
		Sikap Kerja	Duduk	1	
		Gerakan Kerja	Normal	0	
		Kelelahan	Pandangan	2	
		Mata	yang		
			terputus-		
			putus		
		Keadaan	Tinggi	10	
		Temperatur			
		Keadaan	Cukup	2	
		Atmosfer			
		Keadaan	Kebisingan	2	
		Lingkungan	Sedang		
Supriadi	<i> Ut inspection +  VDC</i>	Kebutuhan	Pria	1	14
Paimin		pribadi			
		Tenaga yang	Sangat	6	
		di keluarkan	ringan		
		Sikap Kerja	Duduk	1	
		Gerakan Kerja	Normal	0	
		Kelelahan	Pandangan	2	
		Mata	yang		
			terputus-		
			putus		
		Keadaan	Normal	0	
		Temperatur			
		Keadaan	Cukup	2	
		Atmosfer			
		Keadaan	Kebisingan	2	
		Lingkungan	Sedang		
Arief	<i> Grain refinner rod  feeder + Degasser  + Filter</i>	Kebutuhan	Pria	1	15
Nurahman		pribadi			
		Tenaga yang	Sangat	6	
		di keluarkan	ringan		
		Sikap Kerja	Berdiri	1	
		diatas dua			
		kaki			
		Gerakan Kerja	Normal	0	



		Kelelahan Mata	Pandangan yang terputus-putus	0	
		Keadaan Temperatur	Normal	5	
		Keadaan Atmosfer	Cukup	0	
		Keadaan Lingkungan	Kebisingan Sedang	2	
Rian Pratama	<i>Spacer manipulator</i>	Kebutuhan pribadi	Pria	1	14
		Tenaga yang di keluarkan	Sangat Ringan	6	
		Sikap Kerja	Duduk	0	
		Gerakan Kerja	Normal	0	
		Kelelahan Mata	Pandangan yang terputus-putus	6	
		Keadaan Temperatur	Normal	0	
		Keadaan Atmosfer	Cukup	0	
		Keadaan Lingkungan	Kebisingan Sedang	1	
Awalludin	<i>Homogenezing furnance + cooling chamber</i>	Kebutuhan pribadi	Pria	1	18
		Tenaga yang di keluarkan	Sangat Ringan	6	
		Sikap Kerja	Berdiri diatas dua kaki	1	
		Gerakan Kerja	Normal	0	
		Kelelahan Mata	Pandangan yang terputus-putus	1	
		Keadaan Temperatur	Normal	5	
		Keadaan Atmosfer	Cukup	2	
		Keadaan Lingkungan	Kebisingan Sedang	2	
Herbin Marpaung	<i>Sawing + Weighthing,</i>	Kebutuhan pribadi	Pria	1	11

<i>Starching, and Bundling</i>	Tenaga yang di keluarkan	Sangat Ringan	6
	Sikap Kerja	Duduk	0
	Gerakan Kerja	Normal	0
	Kelelahan Mata	Pandangan yang terputus-putus	1
	Keadaan Temperatur	Normal	0
	Keadaan Atmosfer	Cukup	1
	Keadaan Lingkungan	Kebisingan Sedang	2

*Sumber: Data Pengamatan*

#### 4.1.7 Data Jenis-Jenis Kecacatan

Berdasarkan hasil pengambilan sampel dari pengamatan terhadap Alumunium Billet di PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero), pada data jenis-jenis kecacatan dapat dilihat pada lampiran 1.

Adapun Keterangan dari Jenis-Jenis cacat produk Aluminium Billet adalah sebagai berikut:

- A: Permukaan Bergelombang
- B: Bleeding Out
- C: Crackh
- D: Drag Marks
- E: Bengkok
- F: Transversal Tears
- G: Oxide Patch
- H: Kerak Permukaan

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Six Sigma

*Six Sigma* adalah upaya terus menerus (*continuous improvement efforts*) untuk menurunkan variasi dari proses, agar mengingatkan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk (barang dan jasa) yang bebas kesalahan (*zero defects-*

target minimum *Defects Per Million Opportunities* atau DPMO) dan untuk memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Dalam mengerjakan suatu proyek yang berkaitan dengan *Six Sigma* atau berkaitan dengan perbaikan kualitas dikenal kerangka berpikir yang dinamakan DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). Adapun langkah-langkah untuk mengerjakan *Six Sigma*, yaitu:

#### 4.2.2 Tahap *Define*

Tahap *Define* dilakukan untuk mengidentifikasi masalah utama yang akan diselesaikan. Tahap *Define* yang akan dijelaskan adalah berupa *project statement* (pernyataan proyek), pemilihan produk, diagram SIPOC, *Value Stream Mapping*, serta *Voice of Customer*.

##### 1. *Project Statement*

Untuk melaksanakan suatu proyek terdapat beberapa komponen yang akan dijalankan, yaitu:

###### a. *Business Case* (Masalah Perusahaan)

Persaingan bisnis yang semakin berkembang dan semakin kompetitif, membuat perusahaan harus mampu bertahan dalam persaingan bisnis. Perusahaan harus mampu menghasilkan produk dengan cepat dan berkualitas kepada para pelanggan. Akan tetapi pada saat ini perusahaan memiliki permasalahan dalam waktu penyelesaian proses produksinya, yang disebabkan oleh banyaknya kecacatan produk yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung. Produk yang akan menjadi objek penelitian adalah produk yang memiliki jumlah kecacatan paling tinggi yaitu Aluminium Billet.

###### b. *Problem Statement* (Pernyataan Masalah)

Masalah yang terjadi pada perusahaan adalah banyaknya terjadi produk yang cacat saat dilakukannya produksi.

c. *Project Scope* (Ruang Lingkup Proyek)

Ruang lingkup dalam proyek penyelesaian masalah perusahaan adalah pada saat dilakukannya proses produksi Aluminium Billet.

d. *Goal Statement* (Pernyataan Tujuan)

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk meminimalkan jumlah kecacatan produk selama proses produksi berlangsung dengan penerapan pendekatan *Lean Six Sigma*.

e. *Project Timeline* (Batas Waktu Proyek)

Batas waktu pengerjaan penelitian ini dimulai dari tanggal 09 Desember 2019

2. Pemilihan Produk

Produk yang dipilih dalam dilakukannya penelitian ini adalah pada produk Aluminium Billet karena pada saat dilakukannya produksi sering sekali terjadi kecacatan pada produk sehingga terjadi pemborosan.

3. Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Diagram SIPOC menggambarkan informasi mengenai *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, dan *Customer* yang terlibat dalam proses produksi *Aluminium Billet*. Elemen-elemen yang digunakan dalam diagram ini adalah sebagai berikut:

1. *Supplier* : Seksi Reduksi dan gudang bahan baku
2. *Input* : Alumina, silikon (Si), Magnesium (Mg), Tembaga (Cu), Kromium (Cr), Mangan (Mn), Titanium (Ti), Besi (Fe), dan Seng (Zn)
3. *Process* : Pot Reduksi – *Charging - Holding Furnance - Skimming Off -Charging Master Alloy - Grain Refinner Rod Feeder - Degaser (SIR) – Fillter – VDC - UT Inspection - Spacer Manipulator-Homogenizing Furnance - Cooling Chamber – Spacer Manipulator – Sawing dan Weightding, Starching & Bundling.*

4. *Output* : Aluminium Billet
5. *Customer* : Gudang produk jadi

#### 4. *Value Stream Mapping*

*Value Stream Mapping* merupakan suatu penggambaran proses produksi perusahaan secara menyeluruh, dimana setiap proses yang terdapat di dalamnya dinilai apakah memberikan nilai tambah kepada pelanggan atau tidak. Data yang digunakan dalam pembuatan *value stream mapping* adalah data yang berkaitan dengan proses produksi. Untuk *value stream mapping* pada proses produksi aluminium billet dapat dilihat pada lampiran 3.

#### 5. *Voice Of Customer* ( Identifikasi Kebutuhan Pelanggan)

Untuk mempertahankan persaingan pemasaran produk dan dalam hal persaingan memperebutkan pangsa pasar, perusahaan harus secara terus menerus meningkatkan kualitas proses produksi. baik dari segi produk, maupun proses produksi secara keseluruhan sehingga dapat dihasilkan Aluminium Billet dengan kualitas yang baik. Sehingga seluruh kebutuhan pelanggan ini dapat dijaga dengan baik oleh perusahaan melalui proses inspeksi yang ketat selama proses produksi berlangsung. Untuk mengetahui apa saja yang diinginkan pelanggan, pihak perusahaan terjun langsung kelapangan untuk mengetahui apa saja kebutuhan dari pelanggan dan kemudian pihak perusahaan memberikan kuisioner kepada pelanggan.

#### 4.2.3 Tahap *Measure*

Tahap *measure* adalah tahap kedua dalam *Six Sigma* dimana pada tahap ini dilakukannya perhitungan data waktu normal dan waktu baku, perhitungan *metric lean* yang mencakup perhitungan *manufacturing lead time*, perhitungan *process cycle efficiency*, serta perhitungan *process lead time* dan

*process velocity* yang mencakup perhitungan *critical to quality*, dan perhitungan tingkat *sigma*.

#### 4.2.3.1 Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Perhitungan waktu normal dilakukan dengan mengalikan waktu siklus proses dengan *rating factor* (Rf) yang bertujuan untuk menyesuaikan kecepatan setiap operator dengan operator yang normal. Perhitungan waktu baku merupakan perhitungan waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator untuk menyelesaikan satuan pekerjaannya dengan penambahan faktor *allowance* pada waktu normal.

Adapun contoh perhitungan waktu normal dan waktu baku yaitu pada proses membawa cairan alumina dari seksi reduksi ke seksi Sca menggunakan mobile MTC pada pembuatan *Aluminium Billet* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rating Factor} &= 1 + \text{Westinghouse Factor} \\
 &= 1 + 0,02 \\
 \text{Allowance} &= 5\% \\
 \text{Waktu Siklus} &= 10 \\
 \text{Waktu Normal} &= \text{Waktu siklus} \times \text{Rf} \\
 &= 10 \times 1,02 = 10,2 \\
 \text{Waktu Baku} &= \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{All}} \\
 &= 10,2 \times \frac{100\%}{100\% - 20\%} \\
 &= 12,75 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi dari waktu normal dan waktu baku dari setiap proses produksi pembuatan Aluminium Billet dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Waktu Normal dan Waktu Baku Setiap Proses Produksi

Elemen Kegiatan	Waktu Siklus (menit)	Rating Factor	Waktu Normal (menit)	Allowance (%)	Waktu Baku (menit)
1	10	1,02	10,20	20	12,75
2	5	1,02	5,10	20	6,38
3	3	1,02	3,06	20	3,83

4	30	1,02	30,6	20	38,25
5	90	1,05	94,50	26	127,70
6	10	1,05	10,50	26	14,19
7	30	1,02	30,60	20	38,25
8	5	1,02	5,10	20	6,38
9	8	0,93	7,44	15	8,75
10	2	0,93	1,86	15	2,19
11	3	0,93	2,79	15	3,28
12	2	0,93	1,86	15	2,19
13	3	0,93	2,79	15	3,28
14	45	0,94	42,30	14	49,19
15	5	0,94	4,70	14	5,47
16	10	0,94	9,40	14	10,93
17	3	0,94	2,82	14	3,28
18	10	1,05	10,50	14	12,21
19	5	1,05	5,25	14	6,10
20	15	0,98	14,70	18	17,93
21	2	0,98	1,96	18	2,39
22	10	0,98	9,80	18	11,95
23	5	0,98	4,90	18	5,98
24	10	1,05	10,50	14	12,21
25	4	1,05	4,20	14	4,88
26	2	1	2	11	2,25
27	1	1	1	11	1,12
28	8	1	8	11	8,99
29	5	1	5	11	5,62

*Sumber: Pengolahan Data*

#### 4.2.3.2 Perhitungan Metrik *Lean*

Perhitungan metrik *lean* dilakukan untuk mengetahui keadaan suatu pabrik dari sudut pandang *lean* yang bertujuan untuk dapat memberi usulan berdasarkan prinsip-prinsip *lean* untuk memperbaiki keadaan suatu pabrik. Adapun langkah-langkah perhitungan metrik *lean* adalah sebagai berikut:

##### a. Perhitungan *Manufacturing Lead Time*

*Manufacturing lead time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suatu proses produksi dimulai dari awal proses sampai dengan akhir proses berdasarkan waktu baku. Untuk perhitungan *manufacturing lead time* ini dilakukan

dengan cara menjumlahkan seluruh waktu proses kerja yang terdiri dari 14 proses kerja. Adapun uraian dari 14 proses kerja dan waktu baku dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perhitungan *Manufacturing Lead Time* Berdasarkan Waktu Baku

No	Elemen Kegiatan	Waktu Baku (menit)
1	Membawa cairan alumina dari seksi reduksi ke seksi sca menggunakan mobil MTC	12,75
2	Cairan alumina ditimbang menggunakan timbangan digital	6,38
3	Cairan alumina dibawa dari proses timbang kedapur Sca	3,83
4	Cairan alumina di <i>charging</i>	38,25
5	Cairan alumina dipanaskan didalam <i>holding furnance</i>	127,70
6	Melakukan <i>skimming off</i> untuk menghilangkan kerak alumina	14,19
7	Melakukan <i>charging master alloy</i>	38,25
8	Cairan billet dibawa ke proses <i>Grain Refineer Rod Feeder</i>	6,38
9	Cairan billet di <i>refineer rod fedeer</i>	8,75
10	Cairan billet dibawa ke proses <i>degasser</i>	2,19
11	Cairan billet di <i>degasser</i>	3,28
12	Cairan billet dibawa ke proses <i>fillter</i>	2,19
13	Cairan billet di <i>fillter</i>	3,28
14	Melakukan pencetakan	49,19
15	Billet dibawa ke proses <i>Ut inspection</i>	5,47
16	Dilakukan pemeriksaan	10,93
17	Setelah diperiksa billet dibawa ke tempat penyusunan	3,28
18	Dilakukan spacer manipulator	12,21
19	Setelah dilakukannya penyusunan bilet dibawa ke tempat <i>homogenezing furnance</i> untuk dipanaskan	6,10
20	Mamasukan billet kedalam <i>homogenezing furnance</i>	17,93
21	Membawa billet ke <i>cooling chamber</i>	2,39
22	Billet dimasukan kedalam <i>cooling chamber</i> untuk pendinginan	11,95
23	Billet dibawa ke <i>spacer manipulator</i> untuk	5,98



	disusun kembali	
24	Billet disusun	12,21
25	Billet dibawa ke proses <i>sawing</i> untuk memotong dari ujung ujung billet	4,88
26	Dilakukannya pemotongan ujung ujung billet	2,25
27	Billet dibawa ke proses <i>weighthing, starching and bundling</i> untuk dipilih apakah sesuai bentuknya dan dilakukan pengemasan	1,12
28	Billet dikemas	8,99
29	Billet dibawa ke <i>storage yard</i>	5,62
<b>Total</b>	<b>427,92</b>	

Sumber: Pengolahan Data

b. Perhitungan *Process Cycle Efficiency*

Untuk melakukan perhitungan dari nilai *process cycle efficiency*, harus dilakukan terlebih dahulu yaitu memisahkan kegiatan-kegiatan atau proses kerja yang bernilai tambah (*value added activities*) dari suatu kegiatan atau proses yang tidak bernilai tambah (*non value added activities*). Sebuah perusahaan dikatakan telah melakukan program *Lean* apabila mempunyai nilai *process cycle efficiency* kurang lebih sebesar 30% yang artinya waktu proses untuk proses kerja atau kegiatan yang bernilai tambah mencapai 30% dari waktu proses atau kegiatan secara keseluruhan. Kegiatan yang termasuk dalam *value added activities* adalah kegiatan yang tidak terlalu banyak membuang waktu, biaya, dan tenaga sedangkan yang termasuk dalam *non value added activities* adalah kegiatan yang terlalu banyak membuang waktu, biaya, dan tenaga. Adapun pemisahan kegiatan *value added activities* dan *non value added activities* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Value Added Activities* dan *Non Value Added Activities*

No	Elemen Kegiatan	<i>Value Added Activities</i>	<i>Non Value Added Activities</i>
1	Membawa cairan alumina dari seksi reduksi ke seksi sca		12,75

2	menggunakan mobil MTC Cairan alumina ditimbang menggunakan timbangan digital	6,38	
3	Cairan alumina dibawa dari proses timbang kedapur Sca		3,83
4	Cairan alumina di <i>charging</i>	38,25	
5	Cairan alumina dipanaskan didalam <i>holding furnance</i>	127,70	
6	Melakukan <i>skimming off</i> untuk menghilangkan kerak alumina	14,19	
7	Melakukan <i>charging master alloy</i>	38,25	
8	Cairan billet dibawa ke <i>proses Grain Refineer Rod Feeder</i>		6,38
9	Cairan billet di <i>refineer rod fedeer</i>	8,75	
10	Cairan billet dibawa ke proses <i>degasser</i>		2,19
11	Cairan bilet di <i>degasser</i>	3,28	
12	Cairan billet dibawa ke <i>proses fillter</i>		2,19
13	Cairan billet di <i>fillter</i>	3,28	
14	Melakukan pencetakan	49,19	
15	Billet dibawa ke proses <i>Ut inspection</i>		5,47
16	Dilakukan pemeriksaan	10,93	
17	Setelah diperiksa billet dibawa ke tempat penyusunan		3,28
18	Dilakukan <i>spacer manipulator</i>	12,21	
19	Setelah dilakukannya penyusunan billet dibawa ke <i>tempat homogenezing furnance</i> untuk dipanaskan		6,10
20	Mamasukan billet kedalam <i>homogenezing furnance</i>	17,93	
21	Membawa billet ke <i>cooling chamber</i>		2,39
22	Bilet dimasukan kedalam <i>cooling chamber</i> untuk pendinginan	11,95	

23	Billet dibawa ke <i>spacer manipulator</i> untuk disusun kembali		5,98
24	Billet disusun		12,21
25	Billet dibawa ke proses <i>sawing</i> untuk memotong dari ujung ujung billet		4,88
26	Dilakukannya pemotongan ujung ujung billet	2,25	
27	Billet dibawa ke proses <i>weighthing, starching and bundling</i> untuk dipilih apakah sesuai bentuknya dan dilakukan pengemasan	1,12	
28	Billet dikemas	8,99	
29	Billet dibawa ke <i>storage yard</i>	5,62	
<b>Total</b>		<b>360,27</b>	<b>67,65</b>

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa besar waktu pada kegiatan yang bernilai tambah berdasarkan pengamatan yang dilakukan adalah sebesar 360,27 menit, sedangkan untuk waktu pada kegiatan yang tidak bernilai tambah adalah sebesar 67,65 menit dan untuk total waktu dari seluruh kegiatan pada tabel diatas adalah sebesar 427,92 menit. Untuk perhitungan *process cycle efficiency* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Process Cycle efficiency} &= \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time Manufacturing}} \\
 \text{Process Cycle efficiency} &= \frac{360,27}{427,92} \times 100\% \\
 &= 84,19\%
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan *Process Lead Time* dan *Process Velocity*

*Process lead time* adalah metrik yang digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk memproses sejumlah barang dari awal hingga selesai. Adapun perhitungan dari *process lead time* untuk memproses jumlah produksi pada bulan april 2018 adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata kecepatan penyelesaian} = \frac{\text{Total Produksi Per Bulan}}{\text{Jumlah Hari kerja}}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata kecepatan penyelesaian} &= \frac{1.266.096 \text{ Kg}}{30 \text{ Hari}} \\ &= 42.203,2 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\text{Process Lead Time} = \frac{\text{Jumlah produk di dalam Proses}}{\text{Rata-rata Kecepatan Penyelesaian}}$$

$$\begin{aligned} \text{Process Lead Time} &= \frac{1.266.096 \text{ Kg}}{42.203,2} \times 100\% \\ &= 30 \text{ hari} \end{aligned}$$

*Process velocity* adalah kecepatan proses dalam memproduksi sejumlah barang dari awal hingga sampai selesai. Adapun perhitungan *process velocity* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Process Velocity} &= \frac{\text{Jumlah aktivitas yang terdapat di dalam proses}}{\text{Process Lead Time}} \\ &= \frac{29}{30} = 0,96 \text{ proses/hari} \end{aligned}$$

#### 4.2.3.3 Pengolahan Data Kualitas Produk

Pengolahan data kualitas produk memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan. Dalam pengolahan data ini terdapat pembuatan diagram pareto, penentuan *Critical To Quality*, perhitungan tingkat *Sigma* dan perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO).

##### 1. Diagram pareto

Diagram pareto merupakan suatu alat untuk menganalisis dan menentukan kecacatan mana yang paling dominan sehingga kecacatan tersebut akan diperbaiki terlebih dahulu. Untuk melakukan pembuatan diagram pareto langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengurutkan setiap jenis kecacatan dari yang terbesar hingga yang terkecil, setelah itu hitung persentase kecacatan dan persentase kumulatif untuk setiap jenis kecacatan yang ada. Aturan yang dipakai dalam pembuatan pareto ini adalah aturan 80-20. Untuk persentase kecacatan dan persentase kumulatif dapat dilihat pada tabel 4.9.

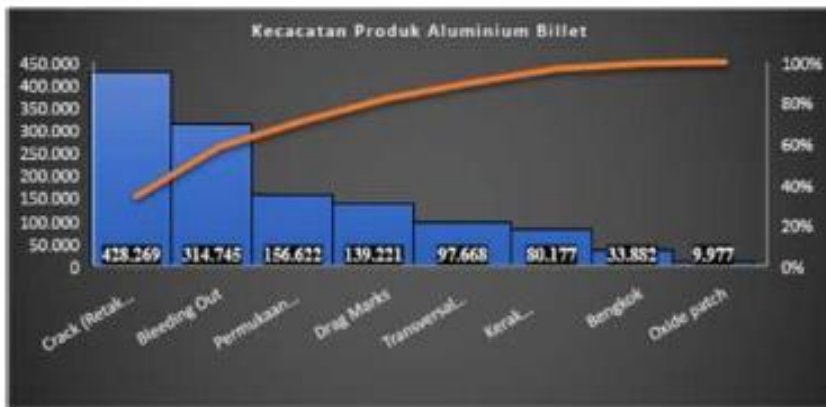
Tabel 4.9 Persentase Kecacatan dan Persentase Kumulatif Pada Produksi Aluminium Billet Periode April 2018-Juni2019

Jenis Produk Cacat	Jumlah/Kg	Persentase	Persentase Kumulatif
Crack (Retak Dalam)	428.269	34%	34%
Bleeding Out	314.745	25%	59%
Permukaan	156.622	12%	71%
Bergelombang			
Drag Marks	139.221	11%	82%
Transversal Tears	97.668	8%	90%
Kerak Permukaan	80.177	6%	96%
Bengkok	33.882	3%	99%
Oxide patch	9.977	1%	100%
<b>Total</b>	<b>1.260.561</b>	<b>100%</b>	

Sumber: Pengolahan Data

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kerusakan produk cacat yang terjadi pada Aluminium Billet didominasi oleh 4 jenis produk cacat, yaitu: *Crack*, *Bleeding Out*, Permukaan bergelombang, dan *Drag Marks* dengan persentase masing-masing sebesar 34%, 25%, 12%, dan 11%. Dari keempat cacat yang dominan tersebut dikualifikasikan sebagai *Critical To Quality* (CTQ) yang harus segera dilakukan tindakan perbaikan. Setelah kita sudah menentukan nilai *Critical To Quality* (CTQ) maka selanjutnya adalah menghitung nilai *Defect Per Million Oppertunities* (DPMO) yang nantinya akan dikonversikan kedalam kapabilitas *sigma*.

Hal ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan proses dari produk cacat yang telah diidentifikasi sebagai landasan perbaikan proses produksi Aluminium Billet selanjutnya. Berdasarkan dari data diatas maka dapat digambarkan diagram pareto yang tampak terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Pareto

## 2. Penentuan *Critical To Quality* (CTQ)

*Critical To Quality* (CTQ) adalah karakteristik kualitas yang mempengaruhi pada saat dalam proses produksi maupun pada saat digunakan oleh pelanggan. Adapun karakteristik kualitas yang mempengaruhi pelanggan adalah Permukaan bergelombang, *Bleeding out*, *Crack*, *Drag marks*, *Transversal tears*, *Bengkok*, *Oxide Patch*, dan *Kerak permukaan*.

## 3. Perhitungan Tingkat *Sigma*

Perhitungan tingkat *sigma* dilakukan untuk menyatukan ukuran kualitas yang terjadi pada tahap pemeriksaan sehingga dapat dibandingkan tahap pemeriksaan mana yang berada dalam kondisi paling buruk. Dimana, juga akan dilakukan perbaikan pada proses yang hasil tahap pemeriksaan paling buruk. Untuk melakukan perhitungan tingkat sigma dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Jumlah total unit produksi pada bulan April 2018=1.266.096 Kg

Total produk yang cacat pada bulan April 2018 = 94.316 Kg

*Defect Opportunities* (CTQ) = 4

*Defect per Million Oppertunities* (DPMO)

$$DPMO = \frac{\text{Total Cacat Produksi}}{\text{Jumlah Produksi} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{94.316 \text{ Kg}}{1.266.096 \text{ Kg} \times 4} \times 1.000.000 = 297.974$$

Untuk melakukan perhitungan tingkat *sigma* dilakukan dengan menggunakan Ms. Excel yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \text{NORMSINV} (1-DPMO/1.000.000) + 1,5 \\ &= \text{NORMSINV} (1-9.312/1.000.000) + 1,5 \\ &= 2,0 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tingkat *sigma* diatas diperoleh nilai *sigma* sebesar 2,0 pada bulan April 2018. Hal ini menyatakan masih jauh dengan nilai *sigma* yang diinginkan oleh perusahaan yaitu mencapai tingkat 6 *sigma*. Pada nilai DPMO dari hasil perhitungan diatas menunjukkan sebesar 297.974 yang berarti untuk setiap 1.000.000 kali produksi kemungkinan terjadinya kecacatan adalah sebesar 297.974 untuk dilakukannya peningkatan nilai *sigma* perlu dilakukan indentifikasi dan analisis penyebab proses yang menghasilkan produk cacat sehingga dapat memberikan sebuah solusi perbaikan yang diharapkan oleh perusahaan untuk meningkatkan nilai *sigma*. Adapun hasil perhitungan *Defect Per Million Oppertunities* (DPMO) dengan *Six Sigma* untuk mendapatkan hasil *Sigma* dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil *Sigma* Dan DPMO Dari Proses Produksi Aluminium Billet

Bulan	Produksi/Kg	Jumlah Produk Cacat/Kg	Banyak CTQ	DPMO	Sigma
April 2018	1.266.096	94.316	4	297.974	2,0
Mei 2018	1.528.445	20.794	4	54.419	3,1
Juni 2018	1.240.352	82.219	4	265.147	2,1
Juli 2018	1.284.436	161.095	4	501.683	1,5
Agustus 2018	1.562.143	68.719	4	175.961	2,4
September 2018	1.350.510	132.982	4	393.872	1,8
Oktober 2018	1.243.495	103.213	4	332.009	1,9
November	1.422.193	109.131	4	306.937	2,0

2018					
Desember	834.694	18.264	4	87.524	2,9
2018					
Januari	1.520.863	42.393	4	111.497	2,7
2019					
Februari	1.031.034	38.994	4	151.281	2,5
2019					
Maret	1.099.839	104.481	4	379.987	1,8
2019					
April 2019	931.449	81.757	4	351.096	1,9
Mei 2019	1.113.166	105.739	4	379.958	1,8
Juni 2019	1.033.711	96.564	4	373.660	1,8
<b>Total</b>	<b>18.462.426</b>	<b>1.260.561</b>	<b>-</b>	<b>4.163.005</b>	<b>-</b>

*Sumber: Pengolahan Data*

Dari perhitungan diatas menunjukkan bahwa nilai *Defect Per Million Oppertunities* (DPMO) dari bulan April 2018-Juni 2019 memiliki total sebesar 4.163.005/Kg. Hasil perhitungan nilai DPMO setelah dikonversi kedalam *six sigma* menghasilkan nilai *sigma* memiliki total rata-rata keseluruhannya dari bulan April 2018-Juni 2019 yaitu berada pada tingkat *sigma* 2,133. Nilai tersebut mempersentasekan bahwa setelah diproduksi sebanyak 1.000.000 produk Aluminium Billet didapatkan 277.534/Kg rata-rata tiap bulannya dan kemungkinan Aluminium Billet yang dihasilkan mengalami kecacatan atau tidak sesuaiannya dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

#### 4.2.4 Tahap *Analyze*

Pada tahap ini dilakukannya pembuatan peta kendali P (P-Chart) yang berguna untuk mengetahui apakah produksi aluminium billet dari bulan April 2018 sampai Juni 2019 dalam keadaan terkendali atau belum, dan pembuatan diagram sebab akibat (*Fishbone Diagram*). Penjelasan mengenai peta kendali P (P-Chart) dan diagram sebab akibat (*Fishbone Diagram*) adalah sebagai berikut:



1. Peta kendali P (*P-Chart*)

Diagram kontrol P atau sering dikenal peta kendali P (*P-Chart*) digunakan untuk atribut yaitu pada sifat-sifat barang yang didasarkan atas proporsi jumlah suatu kejadian seperti diterima atau ditolak akibat proses produksi. Untuk melakukan perhitungan peta kendali p (*p-chart*) adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai CL (*mean*) atau rata-rata produk akhir.

$$CL = \frac{\sum np}{\sum p}$$
$$CL = \frac{1.260.661}{18.462.426} = 0,0683$$

- b. Menghitung proporsi produk akhir bulanan (P)

$$P = \frac{np}{p}$$

Bulan April 2018:

$$P = \frac{np}{p}$$
$$= \frac{94.316}{1.266.096} = 0,0744$$

- c. Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{CL(1-cl)}{n}}$$

Bulan April 2018:

$$UCL = CL + 3 \sqrt{\frac{CL(1-cl)}{n}}$$
$$= 0,0683 + 3 \sqrt{\frac{0,0683(1-0,0683)}{1.266.096}} = 0,0719$$

- d. Menghitung batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

$$UCL = CL - 3 \sqrt{\frac{CL(1-cl)}{n}}$$

Bulan April 2018:

$$UCL = CL - 3 \sqrt{\frac{CL(1-cl)}{n}}$$
$$= 0,0683 - 3 \sqrt{\frac{0,0683(1-0,0683)}{1.266.096}} = -0,0646$$

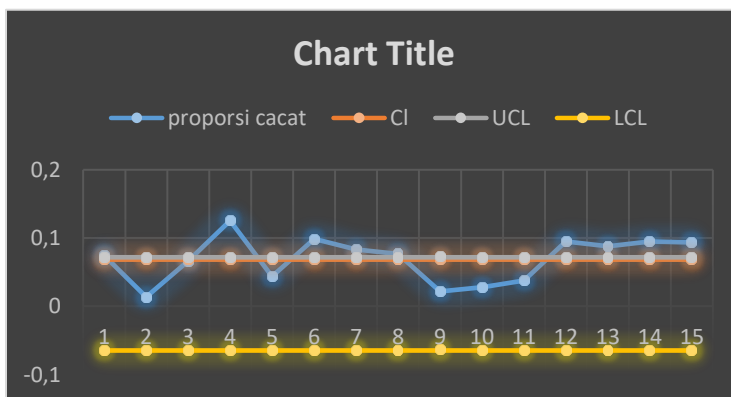
Adapun rekapitulasi dari hasil perhitungan nilai CL, P, LCL dan UCL dari bulan April 2018-Juni 2019 dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Nilai CL, P, LCL dan UCL  
Periode April 2018-Juni 2019

Bulan	n	np	P	LCL	CI	UCL
Apr-18	1.266.096	94.316	0,0744	-0,0646	0,0683	0,0719
Mei-18	1.528.445	20.794	0,0136	-0,0648	0,0683	0,0717
Jun-18	1.240.352	82.219	0,0662	-0,0645	0,0683	0,072
Jul-18	1.284.436	161.095	0,1254	-0,0646	0,0683	0,0719
Agu-18	1.562.143	68.719	0,0439	-0,0648	0,0683	0,0717
Sep-18	1.350.510	132.982	0,0984	-0,0646	0,0683	0,0719
Okt-18	1.243.495	10.3213	0,0830	-0,0645	0,0683	0,072
Nov-18	1.422.193	10.9131	0,0767	-0,0647	0,0683	0,0718
Des-18	834.694	18.264	0,0218	-0,064	0,0683	0,0725
Jan-19	1.520.863	42.393	0,0278	-0,0648	0,0683	0,0717
Feb-19	1.031.034	38.994	0,0378	-0,0643	0,0683	0,0722
Mar-19	1.099.839	104.481	0,09499	-0,0644	0,0683	0,0721
Apr-19	931.449	81.757	0,08777	-0,0642	0,0683	0,0723
Mei-19	1.113.166	105.739	0,09498	-0,0644	0,0683	0,0721
Jun-19	1.033.711	96.564	0,09341	-0,0643	0,0683	0,0722
<b>Total</b>	<b>18.462.426</b>	<b>1.260.661</b>	<b>1,04075</b>	-	-	-

Sumber: Pengolahan Data

Dari hasil perhitungan tabel diatas maka selanjutnya dapat dibuat peta kendali P yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta Kendali (*Control-Chart*)

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa terdapat 9 titik yang terletak diatas *Upper Control Limit* (UCL) yang berarti proporsi produk cacat berada diluar batas kendali (*Out Of Control*) yaitu pada bulan April 2018, Juli 2018, Agustus 2018, September 2018, Oktober 2018, Maret 2019, April 2019, Mei 2019 dan Juni 2019. Dari sembilan data diatas, PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero) harus melakukan pengendalian kualitas pada proses produksinya.

## 2. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

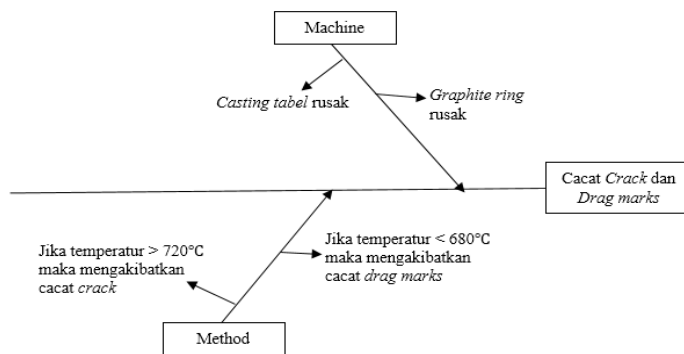
Diagram sebab akibat (*Fishbone Diagram*) digunakan untuk menyelidiki akibat-akibat yang buruk dari suatu masalah untuk dicari solusinya atau akibat-akibat yang baik untuk dipelajari penyebab-penyebab karena setiap akibat selalu terdiri dari banyak penyebabnya. Pada dasarnya, prinsip yang digunakan untuk membuat diagram sebab akibat ini yaitu prinsip *brainstorming*.

Diagram sebab akibat untuk jenis kecacatan atribut dan variabel dapat disusun berdasarkan hasil diagram pareto sebelumnya dan analisis yang dilakukan yaitu meliputi analisis manusia, lingkungan kerja, mesin/peralatan, metode kerja dan bahan baku.

Diagram sebab akibat ini digunakan untuk mengatasi beberapa jenis cacat yang mendominasi cacat pada produk Aluminium Billet yaitu pada jenis cacat Crack, Bleeding Out, Permukaan bergelombang dan Drag marks. Melalui hasil wawancara terhadap karyawan/operator dari produksi Aluminium Billet di seksi *Smelter Casting Aluminium* (SCA) pada PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero) terdapatlah beberapa sebab akibat yang membuat produk Aluminium Billet menjadi cacat. Adapun diagram sebab akibat yang mendominasi kecacatan produk Aluminium Billet adalah sebagai berikut:

a. Cacat *Crack* (Retak Dalam) dan *Drag Marks*

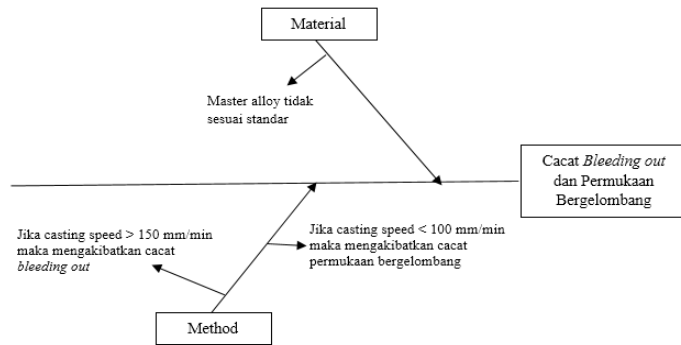
Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 2 faktor yang menyebabkan kecacatan *Crack* (Retak Dalam) dan *Drag Marks* yaitu, pada mesin dan metode. Batas standar agar tidak terjadinya cacat *crack* dan *drag marks* yaitu pada temperatur mesin berada pada 720°C - 680°C. Adapun analisis diagram sebab akibat pada jenis cacat *crack* dan *drag marks* dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat *Crack* dan *Drag Marks*

b. Cacat *Bleeding Out* dan Permukaan bergelombang

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 2 faktor yang menyebabkan kecacatan *Bleeding Out* dan Permukaan bergelombang yaitu, pada material dan metode. Batas standar agar tidak terjadinya cacat *bleeding out* dan permukaan bergelombang yaitu pada casting speed berada pada 150 mm/min – 100 mm/min. Adapun analisis diagram sebab akibat pada jenis cacat *bleeding out* dan permukaan bergelombang dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram Sebab Akibat Jenis Cacat *Bleeding Out*

#### 4.2.5 Tahap *Improve*

Pada tahap ini merupakan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Setelah mengetahui penyebab kecacatan atas produk Aluminium Billet, maka disusun suatu rekomendasi atau usulan tindakan perbaikan secara umum dalam upaya menekan tingkat kerusakan produk. Pada tahap ini digunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) untuk meningkatkan proses berdasarkan pada tahap *Analyze*. Adapun metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 FMEA Pada Proses Produksi Aluminium Billet

Kegagalan Fungsi Produk	Efek Kegagalan Potensial	Penyebab Kegagalan	Tindakan Yang Direkomendasi
	Temperatur mesin diatas 720°C	Produk menjadi cacat <i>crack</i> karena suhu mesin tidak sesuai standar. Standar yang sesuai yaitu 680°C - 720°C, jika temperatur mesin diatas 720°C maka terjadi cacat <i>crack</i>	Operator <i>UT Inspection</i> melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap temperatur mesin. Apabila terjadi kenaikan temperatur diatas 720°C maka operator <i>ut inspection</i> harus menekan dan harus ditahan pada tombol <i>down</i> yang berada pada pojok bawah sebelah kanan

			<p>monitor <i>Inspection</i> dibawah tombol <i>up</i> sampai suhu mencapai 680°C - 720°C terhadap temperatur mesin.</p>
Cacat <i>crack</i> dan <i>drag marks</i>	<p>Temperatur mesin dibawah 680°C</p>	<p>Produk menjadi cacat <i>drag marks</i> karena suhu mesin tidak sesuai standar. Standar yang sesuai yaitu 680°C - 720°C, jika temperatur mesin dibawah 680°C maka terjadi cacat <i>drag marks</i></p>	<p>Operator <i>UT Inspection</i> melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap temperatur mesin. Apabila terjadi penurunan temperatur dibawah 680°C operator <i>ut inspection</i> harus menekan dan harus ditahan pada tombol <i>Up</i> yang berada pada pojok bawah sebelah kanan monitor <i>Inspection</i> diatas tombol <i>down</i> sampai suhu mencapai 680°C - 720°C terhadap temperatur mesin.</p>
	<p>Terjadi kerusakan pada <i>casting table</i></p>	<p>Produk yang dihasilkan cacat <i>crack</i> dan <i>drag marks</i></p>	<p>Operator <i>maintenance</i> melakukan pengecekan terhadap <i>casting table</i> sebelum dan sesudah pencetakan dan melakukan <i>preventif maintenance</i> selama 1 minggu sekali terhadap <i>casting tabel</i>.</p>
	<p>Terjadi kerusakan pada <i>graphite ring</i></p>	<p>Produk yang dihasilkan cacat <i>crack</i> dan <i>drag marks</i></p>	<p>Operator <i>maintenance</i> melakukan pengecekan terhadap <i>graphite ring</i> sebelum dan sesudah pencetakan dan melakukan <i>preventif maintenance</i> selama 1 minggu sekali terhadap <i>graphite ring</i>.</p>
	<p><i>Casting speed</i> diatas</p>	<p>Produk menjadi cacat <i>bleeding out</i></p>	<p>Operator <i>UT Inspection</i> melakukan pengecekan</p>

	150 mm/min	karena <i>casting speed</i> tidak sesuai standar. Standar yang sesuai yaitu 150 mm/min – 100mm/min, jika <i>casting speed</i> diatas 150 mm/min maka terjadi cacat <i>bleeding out</i> .	setiap 5 menit sekali terhadap <i>casting speed</i> . Apabila terjadi kenaikan kecepatan pada <i>casting speed</i> diatas 150 mm/min maka operator <i>ut inspection</i> harus menekan dan harus ditahan pada tombol <i>down</i> yang berada pada pojok bawah sebelah kiri monitor <i>Inspection</i> dibawah tombol <i>up</i> sampai suhu mencapai 100mm/min-150mm/min terhadap <i>casting speed</i> . Operator <i>UT Inspection</i> melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap <i>casting speed</i> . Apabila terjadi penurunan kecepatan pada <i>casting speed</i> dibawah 100 mm/min maka operator <i>ut inspection</i> harus menekan dan harus ditahan pada tombol <i>Up</i> yang berada pada pojok bawah sebelah kiri monitor <i>Inspection</i> diatas tombol <i>down</i> sampai suhu mencapai 100 mm/min -150 mm/min terhadap <i>casting speed</i> .
Cacat <i>bleeding out</i> dan permukaan bergelombang	<i>Casting speed</i> dibawah 100 mm/min	Produk menjadi cacat permukaan bergelombang karena <i>casting speed</i> tidak sesuai standar. Standar yang sesuai yaitu 150 mm/min – 100mm/min, jika <i>casting speed</i> dibawah 100 mm/min maka terjadi cacat permukaan bergelombang.	Operator <i>UT Inspection</i> melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap <i>casting speed</i> . Apabila terjadi penurunan kecepatan pada <i>casting speed</i> dibawah 100 mm/min maka operator <i>ut inspection</i> harus menekan dan harus ditahan pada tombol <i>Up</i> yang berada pada pojok bawah sebelah kiri monitor <i>Inspection</i> diatas tombol <i>down</i> sampai suhu mencapai 100 mm/min -150 mm/min terhadap <i>casting speed</i> .
	Master alloy tidak sesuai standar	Produk yang dihasilkan menjadi cacat <i>bleeding out</i> dan permukaan bergelombang karena master alloy yang tidak	Staf material saat menerima bahan baku dari <i>warehause</i> harus melakukan pengecekan secara <i>detail</i> terhadap bahan baku dengan melihat batas standar bahan baku, jika tidak

<p>sesuai standar. Standar yang sesuai yaitu: Si (0,20-0,60), Mg (0,45-0,90), Cu (maks 0,10), Cr (maks 0,10), Mn (maks 0,10), Ti (maks 0,10), Fe (maks 0,35), dan Zn (maks 0,10)</p>	<p>sesuai dari standar staff material harus mengembalikan bahan baku ke dalam <i>warehouse</i> dan jika sesuai standar staff material harus membawa bahan baku kedalam gudang yang ada di pencetakan dan staff material harus melakukan pengecekan ulang terhadap bahan baku saat akan dilakukannya proses produksi aluminium billet. jika tidak sesuai dari standar staff material harus mengembalikan bahan baku ke dalam gudang yang ada dipecetakan dan staff material segera menghubungi pihak <i>warehouse</i> untuk segera mengganti bahan baku yang sudah tidak sesuai standar dan jika sesuai standar staff material harus segera melakukan produksi.</p>
--	--

*Sumber: Hasil Pengamatan*

#### 4.2.6 Tahap *Control*

Tahap ini adalah tahap terakhir dari *Six Sigma* dimana pada tahap ini dilakukannya suatu usaha pengendalian. Permasalahan utama pada proses produksi Aluminium Billet adalah Permukaan bergelombang, *Bleeding out*, *Crack* (Retak dalam), *Drag marks*, *Transversal tears*, Bengkok, *Oxide patch* dan Kerak permukaan. Untuk mengatasi hal tersebut dapat



dilakukan dengan membuat suatu prosedur kerja yang lebih baik lagi pada setiap proses produksi.

### 4.3 Usulan Perbaikan

#### 4.3.1 Usulan Untuk Peningkatan Kecepatan Proses

Berdasarkan pengamatan awal yang dilakukan, aktivitas kerja yang dimiliki perusahaan untuk memproduksi Aluminium Billet berjumlah 29 aktivitas kerja. Setelah dilakukannya perbaikan pada proses produksi maka aktivitas yang baru berjumlah 22 aktivitas kerja dengan mengeleminasi aktivitas yang dianggap tidak bernilai tambah, adalah:

1. Aktivitas 7

Kegiatan melakukan *charging master alloy* dieliminasi karena bisa menggabungkan pekerjaan dengan aktivitas 4 yaitu cairan alumina dicharging dengan menambahkan operator.

2. Aktivitas 10, 11, 12, 13

Kegiatan cairan billet dibawa ke proses *degasser*, cairan billet di *degasser*, cairan billet di bawa ke proses *fillter*, cairan billet di *fillter* di eleminasi karena bisa menggabungkan pekerjaan dengan aktivitas 9 yaitu cairan billet di *refinner rod feeder* karena pekerjaan yang sangat ringan.

3. Aktivitas 23 dan 24

Kegiatan billet dibawa ke *spacer manipulator* untuk disusun dan billet disusun dieleminasi karena sudah dikerjakan pada kegiatan 18 dan setelah proses *cooling cahamber* posisi billet tidak berantakan.

Adapun urutan proses kerja usulan untuk produksi Aluminium Billet dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Urutan Aktivitas kerja Usulan Produksi Aluminium Billet

No	Elemen Kegiatan	Waktu Baku (menit)
1	Membawa cairan alumina dari seksi reduksi ke seksi sca menggunakan mobil MTC	12,75
2	Cairan alumina ditimbang menggunakan timbangan digital	6,38

3	Cairan aluminan dibawa dari proses timbang ke dapur Sca	3,83
4	Melakukan <i>charging</i> pada cairan alumina dan <i>master alloy</i>	38,25
5	Cairan billet dipanaskan didalam <i>holding furnace</i>	127,70
6	Melakukan <i>skimming off</i> untuk menghilangkan kerak-kerak	14,19
7		
8	Cairan billet dibawa ke proses <i>Grain Refineer Rod Feeder, Degeasser</i> dan <i>Fillter</i>	6,38
9	Cairan billet di <i>Refinner Rod Feeder, Degasser</i> dan <i>Fillter</i>	8,75
10		
11		
12		
13		
14	Melakukan Pencetakan	49,19
15	Billet dibawa ke proses <i>UT Inspection</i>	5,47
16	Dilakukan pemeriksaan	10,93
17	Setelah diperiksa billet dibawa ke tempat penyusunan	3,18
18	Dilakukan spacer manipulator	12,21
19	Setelah dilakukan penyusunan billet dibawa ke tempat <i>homogenezing furnace</i> untuk dipanaskan	6,10
20	Memasukkan billet kedalam <i>homogenezing furnace</i>	17,93
21	Membawa billet ke <i>cooling chamber</i>	2,39
22	Billet dimasukkan kedalam <i>cooling chamber</i> untuk pendinginan	11,95
23		
24		
25	Billet dibawa ke proses <i>sawing</i> untuk memotong dari ujung-ujung billet	5,98
26	Dilakukan pemotongan ujung-ujung billet	2,25
27	Billet dibawa ke proses <i>weighted, starching and bundling</i> untuk dipilih apakah sesuai bentuknya dan dilakukan pengemasan	1,12
28	Billet dikemas	8,99
29	Billet dibawa ke <i>storage yard</i>	5,62

**Total**

**361,54**

*Sumber: Pengolahan Data*

Sesuai dengan usulan yang diberikan, maka peningkatan kecepatan proses produksi diestimasi dan dihasilkan suatu keadaan *value stream mapping* yang *ideal*. Peningkatan kecepatan ini dapat ditunjukkan dari *process cycle efficiency* baru dimana akan mengurangi waktu *lead time* proses. Untuk melakukan perhitungan *metric lean* terhadap kegiatan yang baru, maka dilakukan klasifikasi kegiatan sesuai dengan analisis *value added*. Klasifikasi kegiatan-kegiatan dengan waktu baku setelah estimasi dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.14 Kegiatan *Value Added* dan *Non Value Added* Setelah Estimasi

No	Elemen Kegiatan	<i>Value Added Activities</i>	<i>Non Value Added Activities</i>
1	Membawa cairan alumina dari seksi reduksi ke seksi sca menggunakan mobil MTC		12,75
2	Cairan alumina ditimbang menggunakan timbangan digital	6,38	
3	Cairan aluminan dibawa dari proses timbang ke dapur Sca		3,83
4	Melakukan <i>charging</i> pada cairan alumina dan <i>master alloy</i>	38,25	
5	Cairan billet dipanaskan didalam <i>holding furnance</i>	127,70	
6	Melakukan <i>skimming off</i> untuk menghilangkan kerak-kerak	14,19	
7			
8	Cairan billet dibawa ke <i>proses Grain Refineer Rod Feeder, Degeasser</i> dan <i>Fillter</i>		6,38
9	Cairan billet di <i>Refinner Rod Feeder, Degasser</i> dan <i>Fillter</i>	8,75	
10			
11			
12			
13			

14	Melakukan Pencetakan	49,19	
15	Billet dibawa ke proses <i>UT Inspection</i>		5,47
16	Dilakukan pemeriksaan	10,93	
17	Setelah diperiksa billet dibawa ke tempat penyusunan		3,28
18	Dilakukan <i>spacer manipulator</i>	12,21	
19	Setelah dilakukan penyusunan billet dibawa ke tempat <i>homogenezing furnance</i> untuk dipanaskan		6,10
20	Memasukkan billet kedalam <i>homogenezing furnance</i>	17,93	
21	Membawa billet ke <i>cooling chamber</i>		2,39
22	Billet dimasukkan kedalam <i>cooling chamber</i> untuk pendinginan	11,95	
23			
24			
25	Billet dibawa ke proses <i>sawing</i> untuk memotong dari ujung-ujung billet		4,88
26	Dilakukan pemotongan ujung-ujung billet	2,25	
27	Billet dibawa ke proses <i>weighted, starching and bundling</i> untuk dipilih apakah sesuai bentuknya dan dilakukan pengemasan	1,12	
28	Billet dikemas	8,99	
29	Billet dibawa ke <i>storage yard</i>	5,62	
<b>Total</b>		<b>315,46</b>	<b>45,08</b>

*Sumber: Pengolahan Data*

Dengan menggunakan nilai waktu yang terdapat pada tabel diatas, maka didapat perhitungan nilai *Process Cycle Efficiency* setelah estimasi, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Process Cycle efficiency} &= \frac{\text{Value Added Time}}{\text{Total Lead Time Manufacturing}} \\
 \text{Process Cycle efficiency} &= \frac{315,46}{360,54} \times 100\% \\
 &= 87,49\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dilihat bahwa *Process Cycle Efficiency* setelah estimasi meningkat sebesar 3,3%. Hal ini terjadi karena pengurangan aktivitas kerja yang dianggap tidak terlalu menguntungkan.

#### 4.4 Analisis

##### 4.4.1 Analisis Kegiatan *Value Added* dan *Non Value Added*

Dalam melakukan perhitungan metrik *lean* untuk kondisi aktual dan usulan ditemukan elemen kegiatan kerja yang bersifat *value added* dan *non value added*. Adapun perubahan jumlah waktu total dari waktu produksi aktual dan usulan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Perhitungan Metrik *Lean* Aktual dan Usulan

No	Metrik	Aktual	Usulan
1	Jumlah kegiatan dalam aktivitas produksi	29	22
2	Total waktu produksi	427,92 menit	361,54 menit
3	<i>Non value added time</i>	67,65 menit	45,08 menit
4	<i>Value added time</i>	360,27 menit	315,46 menit

Sumber: Pengolahan Data

##### 4.4.2 Analisis *Process Cycle Efficiency*

*Process cycle efficiency* merupakan perhitungan untuk melihat seberapa efisien suatu proses produksi terjadi. Pada nilai persentase *process cycle efficiency* untuk proses produksi aluminium billet aktual adalah sebesar 84,19%. Nilai persentase ini diperoleh dari hasil perbandingan waktu kegiatan yang bersifat *value added* dengan total *manufacturing lead time*. Setelah diberikan usulan perbaikan terhadap nilai *process cycle efficiency* untuk proses produksi aluminium billet maka terjadi sedikit peningkatan yaitu sebesar 3,3% sebelumnya dari 84,19% setelah diberikan usulan perbaikan menjadi 87,49%.

#### 4.4.3 Analisis Perhitungan Tingkat *Sigma*

Tingkat *sigma* pada perusahaan memiliki total rata-rata keseluruhannya dari bulan April 2018-Juni 2019 yaitu berada pada tingkat *sigma* 2,133 yang artinya setiap nilai tersebut mempersentasikan bahwa setelah diproduksi sebanyak 1.000.000 produk didapatkan kurang lebih 308.000 DPMO dan memiliki hasil persentase sebesar 69,2%. Hal ini menunjukkan masih jauh dengan nilai *sigma* yang diinginkan oleh perusahaan yaitu mencapai 6 *sigma*. Nilai *Defect Per Million Oppertunities* (DPMO) memiliki total keseluruhannya dari bulan April 2018-Juni 2019 yaitu sebesar 4.163.005/Kg yang berarti untuk setiap satu juta kali produksi kemungkinan terjadinya kecacatan sebesar 277,534/Kg rata-rata tiap bulannya. Maka dari itu untuk meningkatkan nilai *sigma* ini dilakukan indentifikasi dan analisis penyebab proses yang menghasilkan produk cacat dengan menggunakan diagram sebab akibat, sehingga dapat memberikan solusi perbaikan yang diharapkan untuk meningkatkan level *sigma* perusahaan.

#### 4.4.4 Analisis Untuk Usulan Peningkatan Kualitas

Perbaikan secara terus menerus sangat dibutuhkan untuk mengurangi jumlah produk yang cacat sehingga produktivitas perusahaan dapat semakin meningkat. Penerapan metode *Lean Six Sigma* secara serius dan terus menerus didalam perusahaan dapat meningkatkan nilai *sigma* yang dimiliki perusahaan saat ini sehingga perusahaan dapat mencapai nilai 6 *sigma*. Keseriusan perusahaan dalam menerapkan usulan tindakan perbaikan yang diberikan akan sangat membantu perusahaan dalam hal mengurangi produk cacat yang dihasilkan.

Berdasarkan data *historis* perusahaan, dapat dilihat informasi mengenai jumlah kecacatan yang terjadi setiap bulannya. Dari data tersebut, dapat dilihat jenis kecacatan adalah permukaan bergelombang, *bleeding out*, *crack* (retak

dalam), *drag marks*, *transversal tears*, bengkak, *oxide patch*, dan kerak permukaa. Dari jenis-jenis cacat tersebut ada 4 jenis cacat yang sering terjadi atau yang mendominasi sering terjadinya kecacatan yaitu jenis cacat *crack* (retak dalam), *bleeding out*, permukaan bergelombang, dan *drag marks* sehingga dari jenis cacat tersebut harus segera diatasi.

Dari diagram sebab akibat dapat dianalisa beberapa faktor penyebab yang menimbulkan kecacatan pada produk aluminium billet. Pada kecacatan *Crack* (Retak Dalam) dan *Drag Marks*, faktor penyebab terjadinya kecacatan adalah temperatur > 720°C dan pada *casting table* dan *graphite ring*. Pada kecacatan *Bleeding Out* dan permukaan bergelombang faktor penyebabnya *casting speed* diatas 150 mm/min, *casting speed* dibawah 100 mm/min dan master alloy yang tidak sesuai standar.

Untuk itu adapun usulan perbaikan yang diberikan adalah:

1. Pada operator *ut inspection* harus melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap temperatur mesin dan apabila terjadi kenaikan temperatur diatas 720°C maka operator *ut inspection* harus melakukan menekan tombol *down* terhadap temperatur mesin.
2. Pada operator *ut inspection* harus melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap temperatur mesin dan apabila terjadi penurunan temperatur dibawah 680°C maka operator *ut inspection* harus melakukan menekan tombol *up* terhadap temperatur mesin.
3. Pada operator *maintanance* harus melakukan pengecekan terhadap *casting table* sebelum dan sesudahnya pencetakan dan melakukan *preventif maintenance* selama 1 minggu sekali terhadap *casting table*.
4. Pada operator *maintanance* harus melakukan pengecekan terhadap *graphite ring* sebelum dan sesudahnya pencetakan

dan melakukan *preventif maintenance* selama 1 minggu sekali terhadap *graphite ring*.

5. Pada operator *ut inspection* harus melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap *casting speed* dan apabila terjadi kenaikan kecepatan pada *casting speed* diatas 150 mm/min maka operator *ut inspection* harus melakukan menekan tombol penurunan kecepatan terhadap *casting speed*.
6. Pada operator *ut inspection* harus melakukan pengecekan setiap 5 menit sekali terhadap *casting speed* dan apabila terjadi penurunan kecepatan pada *casting speed* dibawah 100 mm/min maka operator *ut inspection* harus melakukan menekan tombol naikkan kecepatan terhadap *casting speed*.
7. Pada staff material saat menerima bahan baku dari *supplier* harus melakukan pengecekan secara detail terhadap bahan baku dengan melihat batas standar bahan baku dan staff material harus melakukan pengecekan ulang terhadap bahan baku saat akan dilakukannya proses produksi.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat di ambil dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis dari produk cacat pada aluminium billet, yaitu tingkat *sigma* pada perusahaan memiliki total rata-rata keseluruhannya dari bulan April 2018-Juni 2019 yaitu sebesar 2,133 yang artinya setiap nilai tersebut mempersentasekan bahwa setelah diproduksi sebanyak 1.000.000 produk didapatkan kurang lebih 308.000 DPMO dan memiliki hasil persentase sebesar 69,2%. Hal ini menunjukkan masih jauh dengan nilai *sigma* yang diinginkan oleh perusahaan yaitu mencapai 6 *sigma*.
2. Solusi yang dapat diambil untuk mengurangi produk yang cacat pada aluminium billet yaitu memberikan saran kepada perusahaan untuk melakukan penambahan Standar Operasional Prosedur (SOP). Adapun saran penambahan SOP kepada perusahaan dapat dilihat pada lampiran 4, 5, dan 6

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diberikan kepada perusahaan agar menjadi masukan yang berguna untuk perbaikan dimasa yang akan datang adalah:

1. Disarankan agar pihak perusahaan lebih memperhatikan kinerja dari operator dengan melakukan diskusi dan memberikan pelatihan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM) perusahaan.
2. Disarankan agar karyawan/operator mematuhi prosedur kegiatan yang telah dibuat untuk menghindari hal-hal yang dapat mengganggu jalannya aktivitas dilantai produksi.

3. Disarankan agar perusahaan lebih memperhatikan penggunaan bahan baku supaya kualitas bahan baku tetap terjaga.
4. Disarankan agar perusahaan lebih memperhatikan lagi perawatan mesin supaya kualitas produk lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bustamin, B., dan Nurlela. 2006."Akuntansi Biaya Teori & aplikasi". Yogyakarta: Graha
- Endah, S. 2001."Akuntansi Biaya". Edisi Indonesia. Jakarta: Salemba empat.
- Gaspersz, Vincent. 2008. *The Executive Guide to Implementing Lean Six Sigma*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hansen., dan Mowen. 2005."Manajemen Biaya". Jakarta: Salemba empat.
- Kholmi, M., dan Yuningsih,. 2009."Akuntansi Biaya". Malang: UMM.
- Kotler, P., and Gary A. 2001."Dasar-Dasar Pemasaran". Principles of Marketing 7e. Jilid 1. Jakarta: Pt. Prenhallindo.
- Kotler, P., 2002."Manajemen Pemasaran: Analisis Perencanaan Implementasi dan kontrol". Edisi revisi jilid 2. Jakarta: PT. Prenhallindo.
- Montgomery, Douglas C. 2005. *Introduction to Statistical Quality Control*. Fifth Edition. New York.N.Y. John Wiley and Sons: Arizona State University.
- Montgomery, Douglas C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. Sixth Edition. New York.N.Y. John Wiley and Sons: Arizona State University.
- Mulyadi. 2001."Sistem Akuntansi". Jakarta: Salemba empat.
- Mulyadi. 2009."Akuntansi Biaya". Edisi kelima. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- Mursyidi. 2008."Akuntansi Biaya". Cetakan Pertama. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Pyzdek, Thomas. 2002. *The Six Sigma Handbook*. Jakarta: Penerbit Salemba IV.

- Rosani Ginting. 2007. Sistem Produksi Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutalaksana, Iftikar Z., dkk., 2017. Perancangan Sistem Kerja. Bandung: Penerbit ITB.
- Sutalaksana, Iftikar Z., 2006. Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja & Ergonomi. Departemen Teknik Industri ITB, Bandung.
- Tambunan, Rudi M. 2008. Standard Operating Procedures (SOP). Jakarta: Maiestas Publishing.
- Tjiptono, F., dan Diana, A. 2001. "*Total Quality Manajemen Edisi Revisi*". Penerbit: Andi. Yogyakarta.
- Tjiptono, F. 1999. "*Strategi Pemasaran*". Edisi Kedua, Andi Yogyakarta:Yogyakarta
- Walpole, R. E. 1997. Pengantar Statistika. Edisi ke-3. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Yeh, Arthur B., dkk. 2003. A Multivariate Exponentially Weighted Moving Average Control Chart for Monitoring Process Variability. USA: Bowling Green State University.



Analisis  
**Produk Cacat**  
**ALUMINIUM BILLET**  
*Dengan Menggunakan Pendekatan*  
**LEAN SIX SIGMA**



Lahir di Kota Lhokseumawe Provinsi Aceh pada tanggal 02 November 1981, mengenyam Pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 1986 dan selesai pada tahun 1993, melanjutkan pendidikan menengah di SMPN I Lhokseumawe pada tahun 1993 hingga selesai pada tahun 1996 kemudian melanjutkan pendidikan pada SMA Negeri I Lhokseumawe pada tahun 1996 dan selesai pada tahun 1999. Program Pendidikan Strata Satu (S1) di tempuh di Universitas Islam Bandung Program Studi Teknik Industri pada tahun 1999 dan selesai pada tahun 2004 dengan menyandang gelar Sarjana Teknik (S.T) Penulis pernah mengajar di Mutiara Bunda International School di Bandung. Pada tahun 2006 hingga tahun 2016 aktif di Lembaga Pengembangan Bisnis (LPB) Wanita Mandiri-Exxon Mobil yang berfokus pada pengembangan usaha mikro khusus perempuan di Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe. Pada tahun 2008 mengajar di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh dengan konsentrasi pada bidang ilmu Ergonomi. Selanjutnya melanjutkan Pendidikan Strata 2 (S2) di Jurusan Teknik Industri Universitas Sumatera Utara pada Tahun 2011 dan selesai pada tahun 2014 dengan menyandang gelar Magister Teknik (M.T) Penulis juga mengelola Jurnal di Jurusan Teknik Industri dengan nama Internasional Engineering Journal (IEJ) sebagai Editor. Saat ini penulis sedang melanjutkan studi Program Doktorat (S3) Program Studi Ilmu Teknik Universitas Syiahkuala di Banda Aceh, aktif di beberapa organisasi baik yang berskala Nasional atau Internasional, aktif melaksanakan berbagai penelitian baik tingkat daerah maupun ditingkat nasional serta aktif menulis Artikel diberbagai Seminar Nasional atau Internasional dan di Jurnal bereputasi (Scopus/WOS) dan sering memberikan materi di berbagai Workshop atau Seminar serta masuk dalam 10 besar author di Science and Technology Index (SINTA) Universitas Malikussaleh



**SEFA BUMI PERSADA**  
Jl. Malikussaleh No. 3  
[www.sefabumipersada.com](http://www.sefabumipersada.com)  
Telp. 085260363550

ISBN 978-623-6983-49-2



9 786236 983492