



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENINGKATAN KUALITAS *STEEL TUBE*  
DENGAN METODE *SIX SIGMA***

**SKRIPSI**

**RONY RAMDHANI  
0606043755**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
DESEMBER 2008**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENINGKATAN KUALITAS *STEEL TUBE*  
DENGAN METODE *SIX SIGMA***

**SKRIPSI**

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MEMPEROLEH  
GELAR SARJANA TEKNIK**

**RONY RAMDHANI  
0606043755**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
DESEMBER 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama : Rony Ramdhani**

**NPM : 0606043755**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 23 Desember 2008**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Rony Ramdhani  
NPM : 0606043755  
Departemen : Teknik Industri  
Juduk Skripsi : Peningkatan Kualitas *Steel Tube* Dengan Metode  
*Six Sigma*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Ir.T.Yuri M. Zagloel,MEngSc (.....)

Penguji : Ir. Akhmad Hidayatno, MBT (.....)

Penguji : Ir. Amar Rachman, MEIM (.....)

Penguji : Arian Dhini, ST, MT (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Desember 2008

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, MEngSc, selaku dosen pembimbing dan Ketua Departemen Teknik Industri yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Ir. Fauzia Dianawati, MSi, Ir. M. Dachyar, MSc, Ir. Boy Nurtjahyo M., MSIE, Ir. Yadrifil, MSc, Ir. Akhmad Hidayatno, MBT, Ir. Amar Rachman, MEIM, dan Arian Dhini, ST, MT atas masukan dan pengarahan yang diberikan pada saat seminar;
- (3) Pihak perusahaan, Manager, Supervisor, dan segenap staff quality dan produksi, yang telah membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) Orang tua dan seluruh keluarga saya yang telah memberikan dukungan doa, moral, dan material;
- (5) Kepada Endah yang selalu menemani dan mendukung hingga selesainya skripsi ini.
- (6) Staff Teknik Industri, terutama Mbak Fatimah yang telah banyak membantu.
- (7) Teman-teman ekstensi 2006 TI UI, Andi, Kris, Heri, Seno, Dian, Deni, Balok, Dian, Neni, Rika, dan Trisna, atas kebersamaannya selama 2,5 tahun ini dan yang telah banyak membantu saya dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 23 Desember 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rony Ramdhani  
NPM : 0606043755  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah yang berjudul :

“Peningkatan Kualitas *Steel Tube* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma*”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saja selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 23 Desember 2008

Yang menyatakan

(Rony Ramdhani)

v

## ABSTRAK

Nama : Rony Ramdhani  
Jurusan : Teknik Industri  
Judul : Peningkatan Kualitas *Steel Tube* Dengan Metode *Six Sigma*

Kualitas memiliki peranan penting dalam dunia industri, perusahaan yang mampu bersaing adalah perusahaan yang dapat mempertahankan kualitasnya dan mampu memenuhi keinginan pelanggan. Metode peningkatan kualitas salah satunya adalah *Six Sigma*. *Six Sigma* memiliki fokus pada mengurangi tingkat cacat, dengan mencapai standar 3,4 cacat perjuta peluang, *Six Sigma* memiliki 5 fase, *Define, Measure, Analyze, Improvement dan Control (DMAIC)*. Pada penelitian ini, *Six Sigma* di terapkan di bagian *Tube Mill*, dengan tujuan meningkatkan kualitas dengan cara mengatasi dan mengurangi banyaknya cacat yang timbul. Hasil penelitian ini di dapat bahwa nilai *sigma* bagian tube mill adalah 4 dan 3,9 yang ekuivalen dengan nilai indeks kapabilitas 1.3 kemampuan proses produksi dalam batas spesifikasi yang diinginkan pelanggan dan memiliki kapabilitas yang cukup baik tetapi masih diperlukan perbaikan guna mencapai perusahaan kelas dunia.

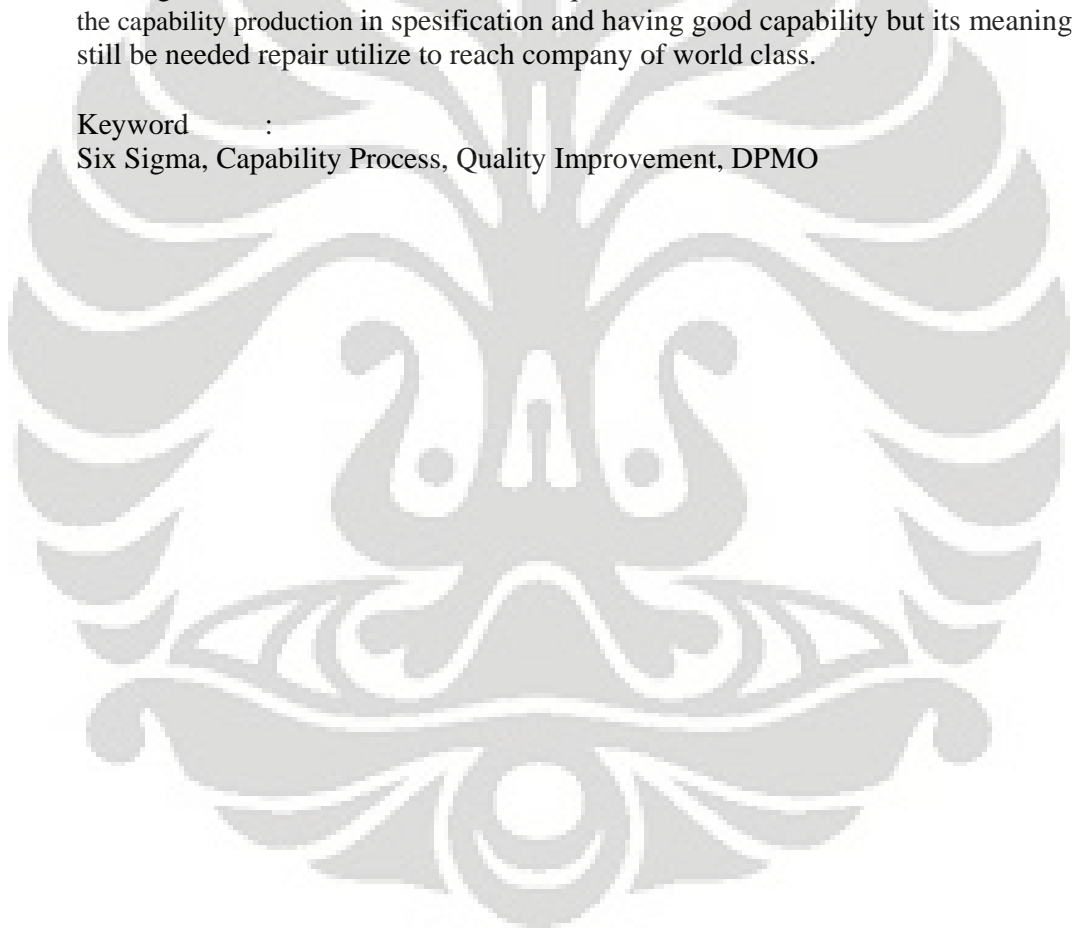
Kata kunci :  
*Six Sigma, Capability Process, Quality Improvement, DPMO*

## ABSTRACT

Name : Rony Ramdhani  
Department : Industrial Engineering  
Title : Quality Improvement of Steel Tube With Six Sigma Method.

Quality is important thing in Industry, company which can compete and improve quality dan fill the customer requirement. Quality Improvement method such as Six Sigma have fokus to reduce defects, with standar 3,4 defect per million, Its have 5 fase, Define, Measure, Analyze, Improvement dan Control (DMAIC). In this case Six Sigma held on Tube Mill Section, and its purpose to reduce defect. The Sigma value are 4 and 3.9, which equivalen with value make an index to 1.3, the capability production in spesification and having good capability but its meaning still be needed repair utilize to reach company of world class.

Keyword :  
Six Sigma, Capability Process, Quality Improvement, DPMO





## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah .....	1
1.3 Perumusan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
<b>2. LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
2.1 <i>Six Sigma</i> .....	8
2.1.1 Definisi <i>Six Sigma</i> .....	8
2.1.2 Elemen Utama Dalam <i>Six Sigma</i> .....	9
2.1.3 Organisasi <i>Six Sigma</i> .....	9
2.1.4 Tahapan Six Sigma - DMAIC.....	10
2.1.4.1 <i>Fase Define</i> .....	11
2.1.4.2 <i>Fase Measure</i> .....	14
2.1.4.3 <i>Fase Analyze</i> .....	18
2.1.4.4 <i>Fase Improve</i> .....	21
2.1.4.5 <i>Fase Control</i> .....	21
<b>3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....</b>	<b>23</b>
3.1 Profil Perusahaan .....	23
3.2 Flow Proses Produksi di Perusahaan .....	23
3.2.1 Flow Proses Produksi Pada <i>Tube Mill</i> .....	24
3.3 Data Penelitian .....	26
3.3.1 Beberapa Pertimbangan Sehubungan Dengan Data Penelitian.....	28
3.4 <i>Fase Define</i> .....	29
3.4.1 <i>Project Charter</i> .....	29
3.4.2 Membuat Peta Alir .....	31
3.4.3 Perumusan Diagram SIPOC.....	34
3.4.4 Mengidentifikasi Kebutuhan Pelanggan .....	35
3.4.5 Pernyataan Masalah .....	37
3.5 <i>Fase Measure</i> .....	38

3.5.1	Uji Kecukupan Data.....	38
3.5.2	Menghitung Kemampuan Proses .....	39
3.5.3	Mengidentifikasi <i>Defect Per Unit</i> .....	39
3.5.3.1	Menghitung <i>Sigma Level</i> .....	40
3.5.3.2	Menghitung <i>Yield</i> .....	40
<b>4.</b>	<b>ANALISA DATA .....</b>	<b>42</b>
4.1	<i>Fase Analyze</i> .....	42
4.1.1	Mengidentifikasi Jumlah Jenis Cacat.....	42
4.1.2	Mengidentifikasi Faktor Penyebab Masalah Dengan <i>Cause and Effect Diagram</i> .....	44
4.1.3	Memprioritaskan Penanganan Masalah Dengan Tabel <i>Failure Modes And Effect Analysis</i> .....	49
4.2	<i>Fase Improve</i> .....	52
4.2.1	Memberikan Usulan Perbaikan Dengan <i>Action Planning For Failure Modes</i> .....	52
4.2.2	Memberikan Usulan Pencegahan Dengan <i>Poka-Yoke (Mistake Proofing)</i> .....	57
4.3	<i>Fase Control</i> .....	57
4.3.1	Mengendalikan Proses .....	58
4.3.2	Dokumentasi Proses Perbaikan.....	58
<b>5.</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>59</b>
	<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>60</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
Gambar 1.2	Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	5
Gambar 2.1	Siklus DMAIC.....	11
Gambar 2.2	SIPOC Model.....	13
Gambar 2.3	<i>CTQ</i> .....	15
Gambar 2.4	Matriks Kerangka <i>Fase Analyze</i> .....	19
Gambar 3.1	Flow Proses.....	23
Gambar 3.2	<i>Tube Mill</i> Proses.....	22
Gambar 3.3	<i>Break Down and Finpass</i> .....	24
Gambar 3.4	<i>Welding</i> .....	25
Gambar 3.5	<i>Sizing dan Inspecting</i> .....	25
Gambar 3.6	<i>Cutting</i> .....	26
Gambar 3.7	<i>Project Charter</i> .....	31
Gambar 3.8	Peta Alir <i>Tube Mill</i> .....	32
Gambar 3.9	Diagram SIPOC Pada Proses <i>Tube Mill</i> .....	34
Gambar 3.10	<i>CTQ Tree</i> Pada Cacat <i>Steel Tube</i> .....	36
Gambar 4.1	<i>Pareto Mill 1</i> .....	43
Gambar 4.2	<i>Pareto Mill 2</i> .....	43
Gambar 4.3	<i>Cause and Effect Diagram</i> .....	45
Gambar 4.4	<i>Cause Failures Modes Effect (CFME)</i> .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Untuk Data .....	14
Tabel 3.1	Jenis-Jenis Cacat Pada <i>Steel Tube</i> .....	27
Tabel 3.2	Cacat Yang Sering Muncul .....	37
Tabel 3.3	Pernyataan Masalah.....	38
Tabel 4.1	Data Cacat .....	42
Tabel 4.2	<i>Failure Modes And Effect Analysis(FMEA)</i> .....	50
Tabel 4.3	<i>Action Planning For Failure Modes</i> .....	53
Tabel 4.4	<i>Pokayoke</i> Untuk Mengurangi Resiko Cacat Pada <i>Steel Tube</i> .....	57



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 3.1 Nilai DPU <i>Mill 1</i> .....	39
Persamaan 3.2 Nilai DPU <i>Mill 2</i> .....	39
Persamaan 3.3 <i>Sigma Mill 1</i> .....	40
Persamaan 3.4 <i>Sigma Mill 2</i> .....	40
Persamaan 3.5 <i>Yield Mill 1</i> .....	41
Persamaan 3.6 <i>Yield Mill 2</i> .....	41



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1 :	Data Cacat <i>Steel Tube</i>
Lampiran	2 :	Tabel Konversi <i>Sigma</i>
Lampiran	3 :	Tabel Skala FMEA
Lampiran	4 :	Tabel Konversi <i>Sigma</i> ke Cpk
Lampiran	5 :	Form Performa Proses
Lampiran	6 :	SOP Setting Roll
Lampiran	7 :	Standar <i>Steel Tube</i> IMS
Lampiran	8 :	Gambar Jig Go No Go
Lampiran	9 :	Form Control

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam era kompetisi global saat ini, banyak perusahaan yang mulai mencari alternatif keunggulan kompetisi agar dapat meningkatkan keuntungan perusahaan dan bisa *survive* dalam kompetisi. Misalnya meningkatkan kualitas agar produk yang di hasilkan dapat laku di pasaran, dan menghindari dari pekerjaan ulang (*rework*) dan *cacat* part yang tinggi.

Peningkatan kualitas secara berkesinambungan adalah hal yang mutlak diperlukan untuk memenangkan persaingan industri. Dalam dunia manufaktur proses produksi merupakan hal penting yang harus diperhatikan guna mencapai kualitas produk yang dihasilkan. Dengan metode *Six Sigma* proses yang tidak menambah nilai di mata konsumen dapat teridentifikasi, serta variasi dari proses dapat diminimalisasi sehingga mengurangi cacat yang terdapat pada produk yang sampai kepada konsumen, dan biaya karena kualitas yang buruk dapat dikurangi.

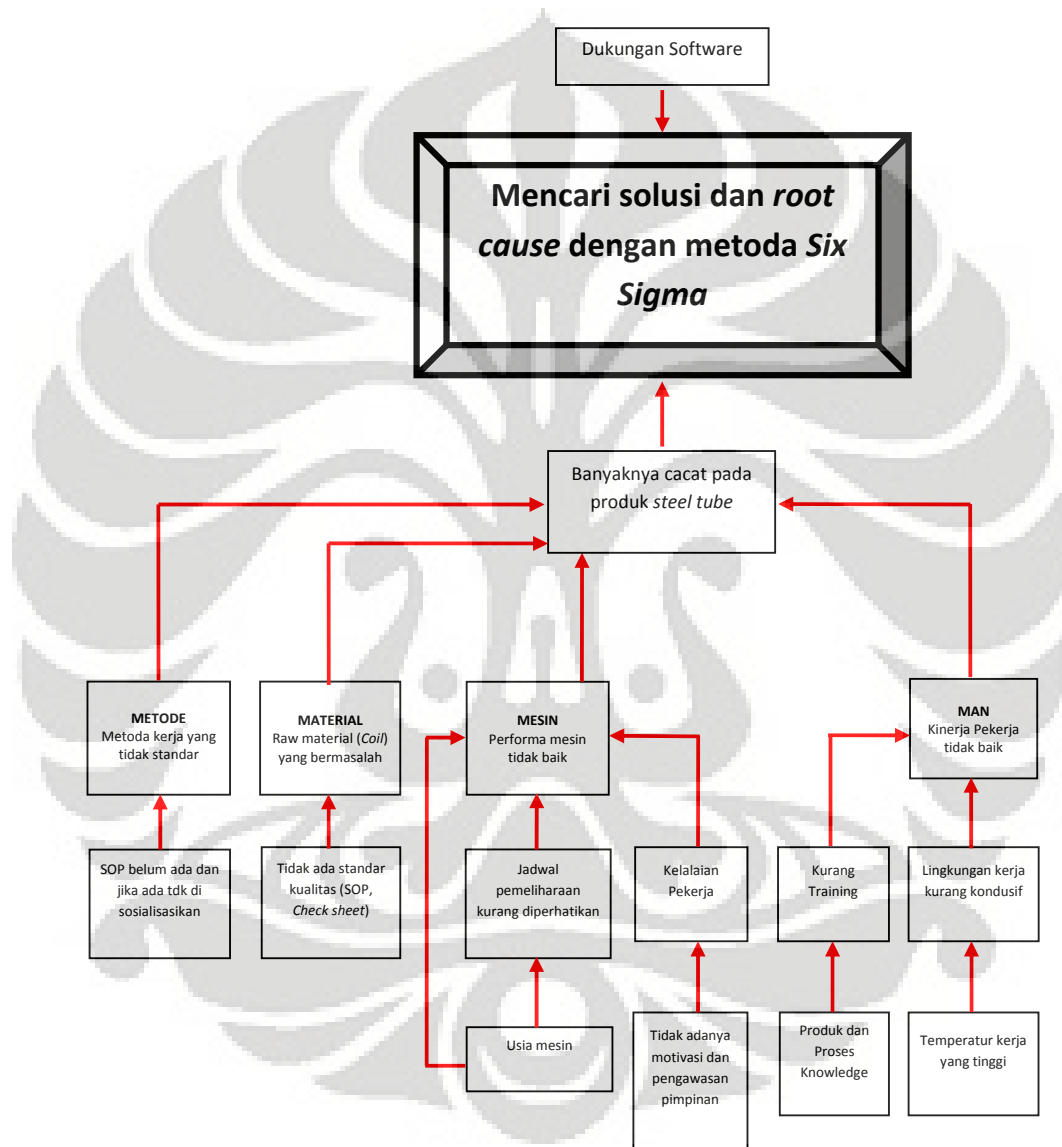
PT. IMS yang bergerak di bidang manufaktur dengan produk utamanya adalah *Steel Tube / Pipe Mechanical* merupakan pemain lama dalam dunia *steel tube* yakni selama 10 tahun. Semakin lama tuntutan Kualitas, Harga dan *Delivery* semakin tinggi dan kompetitif, hal ini sangat berpengaruh bagi keberlanjutannya proses produksi di dalam intern PT.IMS sendiri. Karena usia yang telah lama maka proses di PT. IMS telah mengalami penurunan. Oleh karena itu produktifitas dan kualitas *steel tube* PT.IMS mengalami penurunan dan banyak komplain yang terjadi.

Oleh latar belakang ini lah penulis berusaha mengambil topik skripsi ini, mengenai kualitas yang terjadi pada *steel tube*. Metode yang berhubungan dengan kualitas adalah *Six Sigma*, merupakan metode yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

### 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Banyaknya cacat yang timbul pada produk *steel tube* merupakan hal yang melatar belakangi dilakukan penelitian ini. Sangat banyak sekali faktor yang dapat

mempengaruhi kualitas produk sehubungan dengan cacat pada *steel tube*. Peneliti menggunakan pendekatan terhadap konsep 4M (*Manpower, Material, Machine, Methode*) dan 1 E (*Environment*), untuk identifikasi awal merumuskan keterkaitan masalah yang menyebabkan timbulnya cacat pada produk *steel tube*.



Gambar 1.1 Diagram keterkaitan masalah (Sumber Penulis)



### 1.3 Perumusan Masalah

Sesuai dengan dengan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah, penulis menemukan permasalahan yang akan di bahas pada penelitian ini, permasalahan yang akan di bahas pada penelitian ini, yaitu Peningkatan kualitas produk *Steel Tube* pada bagian produksi Tube Mill di PT.IMS sehubungan dengan cacat produk ; *scratch (Appearance)*, pecah ketika *bending (Proses)*, Variasi dimensi (*Dimension*), yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan dengan menggunakan metode *Six Sigma*, untuk mendapatkan akar permasalahan dan mencari solusi.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Meningkatkan kualitas dengan cara mengatasi dan mengurangi banyaknya cacat yang timbul, dengan mencari solusi berupa *pokayoke* (alat atau SOP) dalam proses produksi dan menjelaskan kepada perusahaan tentang pentingnya metode *Six Sigma* untuk peningkatan dan pengendalian kualitas produk.

### 1.5 Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan penulis terfokus pada beberapa batasan masalah, antara lain :

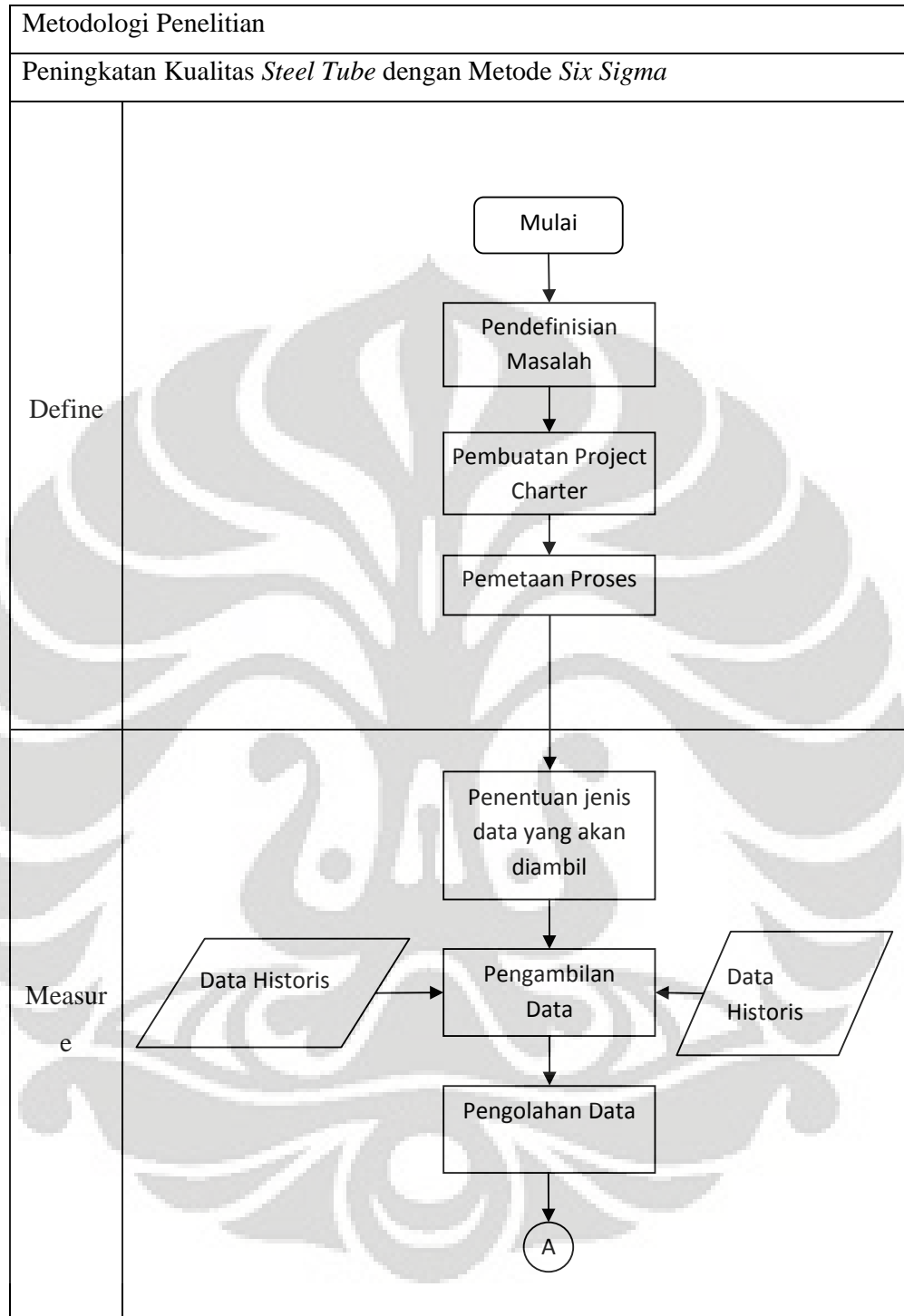
1. Penelitian ini hanya di lakukan pada Departemen Produksi bagian *Tube Mill* saja di PT. IMS, karena bisnis utama perusahaan ini di sana.
2. Data penelitian merupakan data sekunder yang didapatkan dari hasil pengamatan rutin yang dilakukan oleh operator.
3. Pada fase *Improvement* dan *Control*, peneliti melakukan implementasi pada hal-hal yang membutuhkan waktu yang singkat dan hanya memberikan usulan perbaikan saja pada masalah yang membutuhkan waktu yang lama, mengingat keterbatasan waktu penelitian dan padatnya order yang diterima oleh perusahaan saat ini, serta kebijakan perusahaan.
4. Usulan yang diberikan dalam penelitian ini berdasarkan hasil wawancara, diskusi dan pengamatan langsung bersama operator yang menangani langsung permasalahan kualitas dan telah memiliki pengalaman yang

ukup lama, sehingga peneliti menganggap masukan tersebut cukup representatif untuk menganalisa dan memberikan usulan perbaikan.

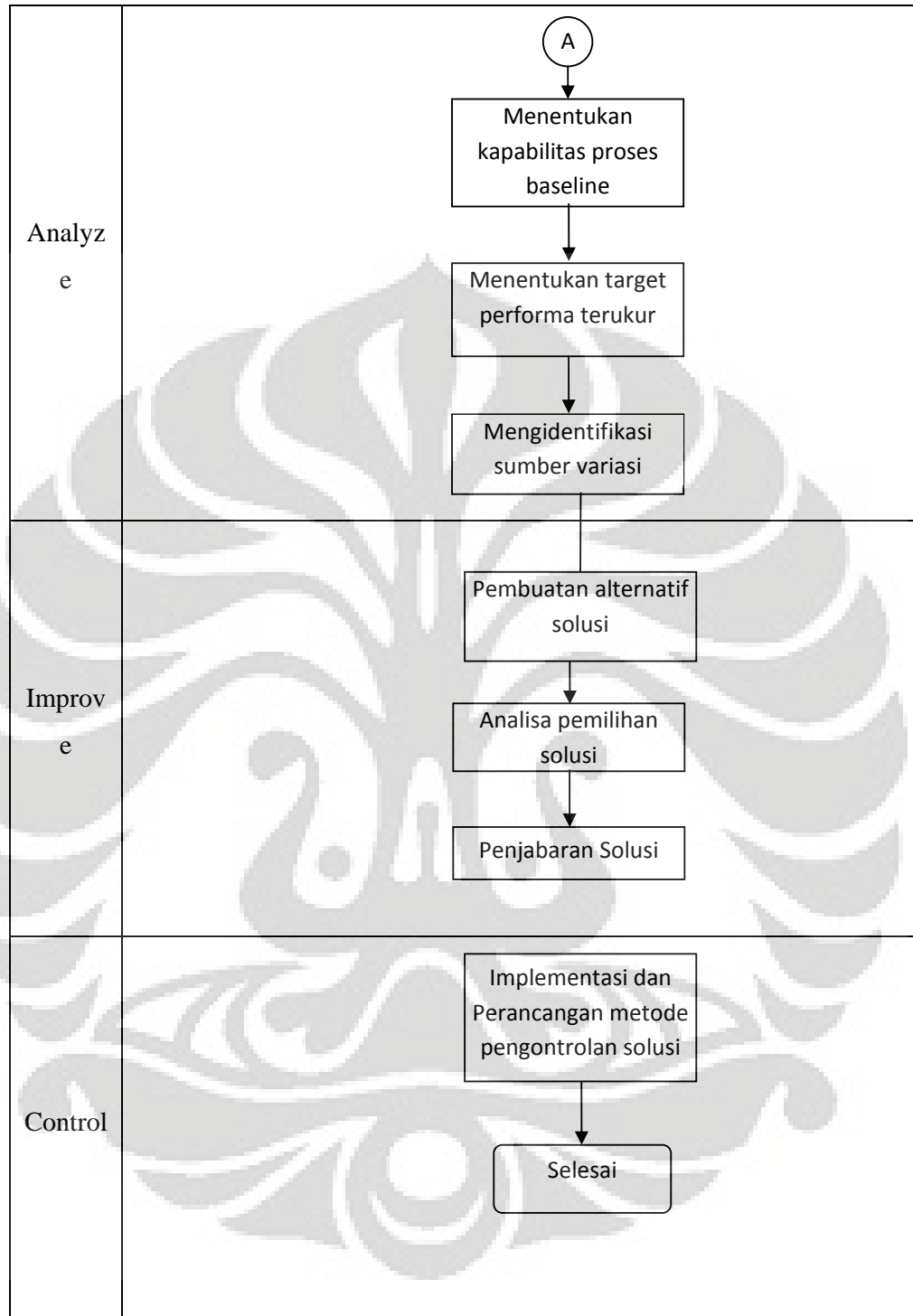
## 1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan sebagai langkah pengerjaan penulis dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memilih topik penelitian sesuai dengan permasalahan di perusahaan
2. Tahap *Define*
  - a. Pembuatan *Project Charter* : Latar Belakang, Tujuan, Batasan.
  - b. Membuat Peta Alir : Pemetaan proses dari tempat permasalahan
  - c. Perumusan Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)
  - d. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan : CTQ
  - e. Pernyataan Masalah : 5W 1H
3. Tahap *Measure*
  - a. Pengambilan Data : Data Sekunder dan Primer
  - b. Pengolahan Data : *Cp, DPU, Sigma Level, Yield.*
4. Tahap *Analyze*
  - a. Identifikasi Jumlah Jenis Cacat.
  - b. Identifikasi Penyebab Masalah dengan *Cause Effect Diagram* (4M-1 E)
  - c. Identifikasi Akar Penyebab Masalah dengan *Cause Failure Modes Effect* (CFME)
  - d. Memprioritaskan Penanganan Masalah dengan *Failure Modes And Effect Analysis* (FMEA).
5. Tahap *Improve*
  - a. Pembuatan alternatif solusi dan pemilihan Solusi : *Action Planning For Failure Modes* (APFM)
  - b. Penjabaran solusi : *Pokayoke.*
6. Tahap *Control*
  - a. Mengendalikan Proses.
  - b. Dokumentasi Proses Perbaikan.



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian (lanjutan)

## 1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini di susun dengan mengacu kepada pedoman penyusunan skripsi yang berlaku. Skripsi ini terdiri atas lima bab : Pendahuluan, Landasan Teori, Pengumpulan Data, Perhitungan dan Analisis, dan Kesimpulan dan Penutup.

Pada bab satu, penulis menjabarkan mengenai latar belakang masalah, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab dua berisikan penjabaran terperinci mengenai teori dan konsep yang relevan dengan masalah yang telah dirumuskan untuk mencari pemecahan atas masalah. Pada penelitian ini, teori dan konsep yang digunakan adalah *Six Sigma* dengan menggunakan *tools* kualitas seperti *7 tools*, *7 new tools* dan *statistical tools*.

Bab tiga, penulis menyajikan data-data yang diambil beserta pengolahan data yang dilakukan. Mulai dari pemilihan data, metode pengumpulan data, hingga pengolahan data yang didapatkan baik melalui observasi langsung, pengumpulan data historis, maupun wawancara..

Pada bab keempat, penulis menjabarkan analisis mengenai data yang ada dengan bantuan *tools-tools* statistik pada *software* Minitab. Analisis dari data yang digunakan untuk membuat alternatif-alternatif solusi masalah.

Sebagai penutup, penulis menyimpulkan secara keseluruhan dari uraian bab sebelumnya pada bab lima dengan disertai data-data singkat hasil perhitungan bab 4 dan Solusi berupa *Pokayoke* yang di buat.

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 *Six Sigma*

#### 2.1.1 Definisi *Six Sigma*

*Six Sigma* dimulai oleh Motorola ditahun 1980-an dimotori oleh salah seorang *engineer* disana bernama Bill Smith atas dukungan penuh CEO-nya Bob Galvin<sup>1</sup>. *Six Sigma* merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang diluar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif<sup>2</sup>. Nama metodologi ini sendiri berasal dari suatu istilah “*Sigma*” yang biasa digunakan oleh para ahli statistik untuk menggambarkan standar deviasi dari sekumpulan data. Standar deviasi dapat menggambarkan tingkat variasi dari sekumpulan data terukur. Level *sigma*, seperti *Six Sigma*, digunakan untuk menggambarkan seberapa baik variasi proses dalam memenuhi pelanggan. Dalam hal ini tujuan *Six Sigma* adalah untuk mengurangi variasi sehingga hampir semua produk dan jasa yang diberikan dapat mencapai atau bahkan melebihi ekspektasi konsumen. Proses yang mencapai level kualitas *Six Sigma* berarti proses itu hanya menghasilkan cacat sebanyak 3,4 kali perjuta kesempatan (*Defect Per Million Opportunities*), dengan kata lain proses itu bisa dikatakan berjalan hampir sempurna.

*Six Sigma* dapat diartikan sebagai metode pemecah masalah dari akibat cacat dan tingginya biaya yang disebabkan oleh rendahnya kualitas produk maupun proses. Selain itu, *Six Sigma* dapat menjadi filosofi dan konsep manajemen yang bertujuan mencapai kualitas yang lebih baik melalui peningkatan kualitas terus menerus (*countinuous improvement*). Beberapa perusahaan besar seperti General Electric telah mengadopsi *Six Sigma* menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari filosofi manajemen mereka.

#### 2.1.2 Elemen utama dalam *Six Sigma*

---

<sup>1</sup> *The History of Six Sigma*, <http://www.isixsigma.com/library/content/c020815a.asp>

<sup>2</sup> Manggala, *Mengenal Six Sigma Secara Sederhana*, <http://www.beranda.net>, 2005

Menurut Peter Pande,dkk, dalam bukunya *The Six Sigma Way: Team Fieldbook*, ada enam komponen utama konsep *Six Sigma* sebagai strategi bisnis<sup>3</sup>:

1. Benar-benar mengutamakan pelanggan: seperti kita sadari bersama, pelanggan bukan hanya berarti pembeli, tapi bisa juga berarti rekan kerja kita, team yang menerima hasil kerja kita, pemerintah, masyarakat umum pengguna jasa, dll.
2. Manajemen yang berdasarkan data dan fakta: bukan berdasarkan opini, atau pendapat tanpa dasar.
3. Fokus pada proses, manajemen dan perbaikan: *Six Sigma* sangat tergantung kemampuan kita mengerti proses yang dipadu dengan manajemen yang bagus untuk melakukan perbaikan.
4. Manajemen yang proaktif: peran pemimpin dan manajer sangat penting dalam mengarahkan keberhasilan dalam melakukan perubahan.
5. Kolaborasi tanpa batas: kerja sama antar tim yang harus mulus.
6. Selalu mengejar kesempurnaan.

### 2.1.3 Organisasi *Six Sigma*

*Six Sigma* bukan hanya metode atau sekumpulan alat saja, atau hanya sekumpulan orang yang bekerja dalam tim. Kesuksesan *Six Sigma* harus diimplementasikan secara komprehensif dalam sebuah organisasi. Ada tujuh fungsi dan peran yang harus di miliki oleh suatu organisasi yang akan mengaplikasikan *Six Sigma* dalam organisasi mereka<sup>4</sup> :

#### 1. *Leadership Group*

*Leadership Group* terdiri dari Direktur atau *General Manager* yang bergabung dalam sebuah forum yang didesain untuk membantu organisasi mereka dalam implementasi *Six Sigma*. Grup ini bertanggung jawab dalam perencanaan dan eksekusi implementasi *Six Sigma*.

#### 2. *Project Sponsors atau Champions*

Dalam kebanyakan Organisasi, Sponsor atau *Champion* adalah *Manager Senior* yang mengarahkan suatu proyek dan mempertanggungjawabkan kesuksesan proyek tersebut kepada *Leadership Group*. Peran *Champion* adalah

<sup>3</sup> Pande, Peter S. Et al, *The Six Sigma Way, Team Fieldbook, An Implementation Guide for Process Improvement Team*, McGraw-Hill, 2002, hal 8

<sup>4</sup> Pande, Peter S. Et al, *The Six Sigma Way, Team Fieldbook, An Implementation Guide for Process Improvement Team*, McGraw-Hill, 2002, hal.3

memberikan arahan yang jelas tentang proyek yang sedang di tangani dan melakukan intervensi ketika tim *Six Sigma* menemui halangan dalam organisasi tetapi ia tidak boleh mendikte anggota tim tentang masalah proyek.

### 3. *Implementation Leader*

*Implementation Leader* bertanggung jawab terhadap aktivitas implementasi *Six Sigma* dalam level operasional. Ia bertanggung jawab untuk mendukung *Leadership group*, mengkomunikasikan rencana, membantu dalam memilih proyek, mengidentifikasi dan merekrut pemain kunci lain seperti bantuan konsultan, mendukung *Champion* atau *Sponsor*, serta mendokumentasikan perkembangan implementasi *Six Sigma*.

### 4. *The Six Sigma Coach (Master Black Belt)*

Peran dari MBB adalah memberi saran sebagai seorang profesional kepada tim-tim *Six Sigma* selama proyek *Six Sigma* berjalan. Dalam kebanyakan perusahaan ia akan mendedikasikan waktunya 100% untuk program peningkatan kualitas.

### 5. *Team / Project Leader (Black Belt)*

Pemimpin tim atau *Black Belt* adalah orang yang diberikan tanggung jawab untuk memimpin proyek *Six Sigma*. Tugasnya mirip dengan MBB, tetapi perbedaannya adalah ia hanya bertanggung jawab untuk satu tim saja.

### 6. Team Members

Anggota tim biasanya dipilih karena yang bersangkutan terlibat langsung dengan proses yang menjadi tema proyek. Anggota tim berperan vital dalam proses pengumpulan data serta pengajuan ide-ide kreatif.

### 7. *The Process Owner*

Adalah pimpinan atau manajer dari fungsi / proses yang sedang menjalani proyek *Six Sigma*. Dengan kata lain mereka bisa diartikan sebagai pemilik proses yang terkait.

## 2.1.4 Tahapan *Six Sigma* – DMAIC

*Six Sigma* sebagai metode pemecahan solusi memiliki tahapan-tahapan yang harus dilalui. Tahapan dalam *six sigma* ada lima tahap yang sering disingkat dengan sebutan Siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control*)





Gambar 2.1 Siklus DMAIC (Sumber : *Penulis*)

#### 2.1.4.1 Fase Define

Fase ini merupakan fase awal dalam *Six Sigma*. Pada Fase ini, tim akan mendefinisikan keinginan dan kebutuhan konsumen, serta membuat perencanaan penyelesaian proyek. Pada fase ini tim harus selalu berhubungan dengan sponsor atau *Champion* untuk memastikan proyek ini tetap sejalan dengan tujuan bisnis, prioritasnya serta ekspektasinya.

Terdapat tiga hal yang dihasilkan dari fase ini, antara lain<sup>5</sup> :

##### 1. *Project Charter*

Langkah pertama dalam fase define adalah *Project Charter*, yang berisikan mengenai :

###### a) *Business Case*

*Business Case* datang dari *Champion* atau *Leadership Council*. Berisikan mengenai definisi masalah secara luas serta deskripsi pentingnya proyek untuk dilaksanakan.

###### b) Pernyataan Masalah dan Tujuan

Pernyataan masalah adalah deskripsi mengenai gejala masalah yang timbul yang menyebabkan proyek ini dilakukan. Pernyataan masalah biasanya menjawab dan menjelaskan pertanyaan 5W+1H. Sedangkan pernyataan tujuan berisi tentang ekspektasi hasil yang di harapkan dari kerja tim. Pernyataan tujuan memiliki 3 elemen :

- (1) Deskripsi mengenai hal yang hendak dicapai.
- (2) Target yang terukur, dari hasil yang akan dicapai.
- (3) Target waktu pencapaian tujuan.

###### c) Ruang Lingkup, Batasan dan Asumsi Proyek

<sup>5</sup>Pande, Peter S. Et al, *The Six Sigma Way, Team Fieldbook, An Implementation Guide for Process Improvement Team*, McGraw-Hill, 2002,hal.73

*Champion* akan memberikan ruang lingkup, batasan dan asumsi-asumsi proyek

- Ruang lingkup proyek adalah fokus dari proyek, mengenai proses apa saja yang menjadi objek pengukuran dan analisa, serta siapa pihak yang menjadi perhatian dari proyek.
- Batasan diasosiasikan dengan batasan sumberdaya yang dialokasikan untuk proyek.
- Asumsi mencakup tentang seberapa sering *Champion* akan bertemu dengan tim, bagaimana dia mendukung kerja tim dan kebebasan tim dalam mengimplementasikan solusi.

d) Tim *Six Sigma*

*Project Charter* memuat nama *Champion* yang bertanggungjawab terhadap proyek, pemimpin tim, anggota tim, serta *Master Black Belt*, *Black Belt*, *Green Belt* atau orang lain yang ditugaskan untuk membantu kerja tim proyek.

e) Rencana Kerja

Rencana kerja awal beserta *milestone* yang diharapkan juga merupakan salah satu elemen penting dalam *Project Charter*. Dengan membuat tenggat waktu seperti ini, diharapkan waktu penyelesaian proyek tidak banyak tertunda.

f) Identifikasi Pemangku kepentingan

Orang-orang yang di dalam organisasi atau di luar organisasi dan diluar proyek, yang dapat mempengaruhi di pengaruhi proyek disebut pemangku kepentingan. Memahami mereka sangatlah vital dalam proses berjalannya proyek.

2. Mengukur kebutuhan konsumen

Langkah kedua dalam fase ini adalah mengukur / identifikasi kebutuhan konsumen dan persyaratan konsumen. Sebuah pernyataan persyaratan konsumen adalah kalimat singkat yang mendeskripsikan performa standar yang diharapkan untuk sebuah output atau service tertentu. Sebuah pernyataan konsumen akan efektif :

- a) Berhubungan langsung dengan output spesifik.
- b) Mendeskripsikan kriteria atau faktor tunggal performa. Apa yang konsumen inginkan atau apa yang akan di evaluasi harus didefinisikan secara jelas dengan kriteria tunggal, apakah dari sisi kecepatan, biaya, berat, rasa dll.
- c) Diekspresikan menggunakan faktor yang dapat di observasi dan dapat diukur.
- d) Membuat level kinerja yang menyatakan *defect* / cacat.
- e) Detail tapi ringkas.
- f) Divalidasi oleh suara konsumen.

### 3. Peta Proses Tingkat Tinggi (*High-Level Process Map*)

Langkah terakhir dalam fase *Define* adalah menggambarkan proses yang berhubungan dengan membuat sebuah peta proses tingkat tinggi. Secara umum, tim *Six Sigma* akan memulai dengan membuat sebuah proses tingkat tinggi dengan sedikit detail, seolah-olah mereka sedang memfoto dari ketinggian 10.000 meter, dengan hanya menampilkan langkah-langkah yang penting.



Gambar 2.2 SIPOC Model

(Sumber : *The Six Sigma Way Team Field Book*)

Peta SIPOC diagram (*Supplier-Input-Process-Customer*).

- *Supplier*, adalah orang atau organisasi yang menyediakan informasi, material maupun sumberdaya lain yang akan digunakan dalam proses.
- *Input*, adalah informasi atau material yang ditransformasikan dalam proses.
- *Process*, langkah-langkah yang mentransformasikan dan menambah nilai input.
- *Output*, adalah produk yang digunakan oleh konsumen.

- *Customer*, adalah orang, perusahaan, organisasi, atau proses lain yang menerima output proses.

#### 2.1.4.2 Fase Measure

Pengukuran adalah langkah transisi kunci dalam sebuah proyek *Six Sigma*. Dalam langkah ini tim akan memformulasikan ulang permasalahan serta memulai pencarian akar masalah. Fase ini terdiri dari dua tahapan utama :

1. Perencanaan dan pengambilan data.
  - a) Memilih data yang akan di ukur.

Dalam fase ini, tim akan memilih data-data apa saja yang akan diambil. Proses pengukuran ini mencakup pengukuran cacat yang terjadi pada proses, serta pengukuran kinerja setiap langkah proses yang di perkirakan berkontribusi terhadap cacat yang terjadi (*suspected X's*). Secara umum, dalam memilih faktor apa saja yang akan diukur ada dua hal yang perlu di perhatikan : apakah faktor itu berguna dalam menganalisa permasalahan dan apakah data itu bisa dikoleksi. Tabel dibawah ini menunjukkan sejumlah kriteria dalam memilih pengukuran.

Tabel 2.1 Kriteria Untuk Data

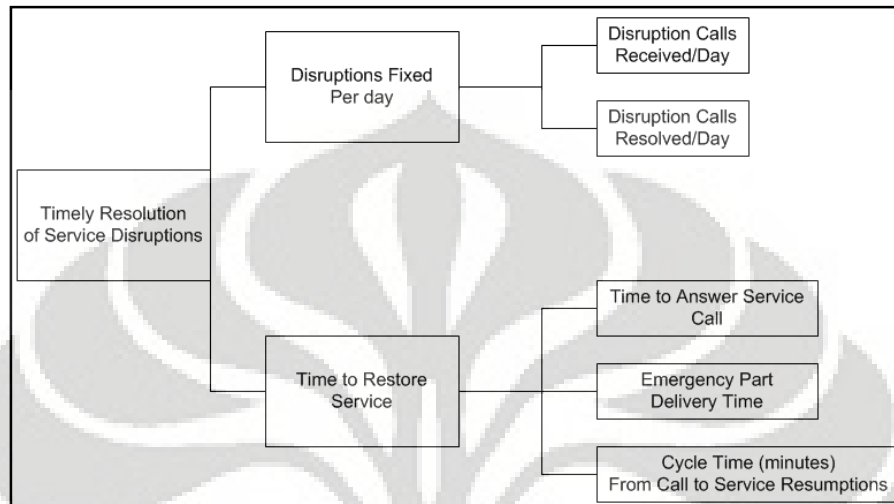
Kegunaan	Kemudahan Pengambilan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hubungan dengan persyaratan konsumen</li> <li>• Keakuratan data</li> <li>• Wilayah yang menjadi sasaran perbaikan</li> <li>• Bisa dibandingkan dengan organisasi lain</li> <li>• Bisa menjadi ukuran yang berguna dalam jangka panjang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketersediaan data</li> <li>• Waktu yang dibutuhkan</li> <li>• Biaya yang dibutuhkan</li> <li>• Kompleksitas</li> <li>• Resistensi karena “<i>fear factor</i>”</li> </ul>

Tabel 2.1 Kriteria Untuk Data (lanjutan)

(Sumber : *The Six Sigma Way Team Field Book*)

Selain dengan kriteria diatas, ada beberapa cara lain yang lebih sistematis dalam mengidentifikasi data apa saja yang harus diambil. Salah satu diantaranya

adalah dengan menggunakan *CTQ Tree*. Diagram ini mirip dengan diagram pohon, hanya saja fokus diagram ini adalah “ mendefinisikan pengukuran yang kritis terhadap kualitas”



Gambar 2.3 *CTQ*

(Sumber : *The Six Sigma Way Team Field Book*)

Dalam mengambil data, hal yang terpenting adalah stratifikasi. Stratifikasi berguna dalam pengambilan data karena akan memberikan informasi yang membantu dalam menganalisa dengan menunjukkan pola sebab akibat dari suatu masalah. Untuk membantu dalam menentukan faktor stratifikasi, kita bisa menggunakan prinsip 5W+1H.

b) Membuat definisi operasional.

Definisi operasional adalah deskripsi yang jelas dan mudah di mengerti tentang apa yang akan di observasi dan diukur, sehingga semua orang mengambil dan menginterpretasi data akan melakukannya secara konsisten

c) Mengidentifikasi sumber data

Ada dua jenis sumber data :

1. Data historis / data sekunder.
2. Data primer / data baru yang akan diambil oleh tim.

Data historis dapat sangat berguna, tidak membutuhkan sumberdaya yang banyak dalam mengambilnya, sering kali berbentuk *softcopy*, dan tim bisa

segera menggunakannya. Data historis tidak akan cocok untuk digunakan jika :

- Data itu pertamakali dikoleksi bukan untuk meningkatkan proses atau mendeteksi cacat.
- Data itu diambil dengan definisi dan metode yang berbeda.
- Data itu terstruktur sedemikian rupa sehingga sulit untuk digunakan sesuai dengan kebutuhan tim. Contohnya seperti tidak adanya faktor stratifikasi yang penting.

d) Mengimplementasikan rencana pengambilan data.

Menyiapkan rencana pengambilan dan *sampling* data.

Ada tiga hal utama dalam menyiapkan rencana pengambilan dan *sampling* data :

1. Mengidentifikasi dan mengkonfirmasi faktor-faktor stratifikasi.
2. Membuat skema sampel data.
3. Membuat form pengambilan data.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam membuat skema sampel data adalah bias dan tingkat kepercayaan. Selain itu juga perlu diperhatikan apakah data yang diambil berasal dari kumpulan populasi atau proses. Untuk menghindari bias dan tingkat kepercayaan, ada beberapa strategi pengambilan sampel yang dapat dilakukan :

- Pengambilan sampel secara sistematis  
Contohnya pengambilan data dengan interval tertentu, seperti mengambil data setiap setengah jam atau mengambil data kelipatan sepuluh database.
- Pengambilan sampel secara acak  
Pengambilan secara acak berarti setiap data dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk diambil.
- Pengambilan sampel secara stratifikasi  
Artinya pengambilan data dilakukan setelah populasi secara keseluruhan distratifikasi berdasarkan faktor tertentu. Data kemudian diambil secara acak atau sistematis dari setiap group.

Hal-hal yang harus diperhatikan ketika tim mengimplementasikan rencana pengambilan data, terutama jika pengukurannya dilakukan berulang kali adalah :

- *Accuracy*
  - *Repeatability*
  - *Reproducibility*
  - *Stability*
- e) Mengkalkulasikan level *sigma* untuk proses secara keseluruhan

Tim menentukan kemampuan proses sebelum dilakukan perubahan. Pengukuran performa dalam *Six Sigma* sering kali berpatokan pada cacat yang diproduksi oleh proses. Metode ini memiliki beberapa keunggulan seperti mudah dipahami, konsisten dan bisa di bandingkan.

Ada beberapa definisi penting yang harus di pahami sebelum memulai perhitungan *level sigma* :

- *Unit*  
Entitas yang sedang diproses, atau produk final yang dikirimkan kepada konsumen, baik internal maupun eksternal.
- *Defect / Cacat*  
Segala jenis kegagalan dalam memenuhi persyaratan konsumen atau standar kinerja.
- *Defect Opportunity / Kesempatan Cacat*  
Semua keadaan dimana produk mungkin mengalami kegagalan dalam memenuhi persyaratan konsumen atau standar kinerja.
- *DPMO (Defect Per Million Opportunities)*  
Adalah banyaknya cacat per juta kesempatan cacat. DPMO merupakan salah satu standar pengukuran utama selain *level sigma*.

Setelah unit, cacat dan kesempatan cacat didefinisikan, perhitungan level performa proses dapat mulai di lakukan. Hal pertama yang harus dilakukan adalah menghitung jumlah cacat dibandingkan dengan jumlah kesempatan cacat secara keseluruhan. Lalu konversikan nilai itu kedalam DPMO. Melalui tabel konversi *sigma*, kita bisa menghitung level sigma berdasarkan jumlah DPMO.

- f) Mengkalkulasikan *level sigma* untuk sub proses

Menghitung *level sigma* untuk sub-proses dilakukan dengan cara yang sama seperti langkah Mengkalkulasi *level sigma* untuk proses secara keseluruhan.

g) Menghitung “*Cost of Poor Quality*”

Perhitungan DPMO dan level *sigma* tidak serta merta memberikan gambaran kepada tim tentang biaya-biaya yang berasosiasi dengan kualitas. Dua proses yang berbeda mungkin memiliki level *sigma* yang sama, tetapi nilai uang yang hilang karena cacat dalam proses bisa menjadi berbeda. Sebagai contoh, tuntutan akibat malpraktik dokter jauh lebih mahal daripada pengerjaan ulang pelat untuk pintu mobil.

Oleh karena itu perhitungan COPQ menjadi teramat penting dilakukan sesegera mungkin setelah data dikoleksi. Pengukuran COPQ dapat membantu tim dalam mendapat dukungan untuk solusi yang diajukan tim, dan dalam mendapat perhatian manajer yang kurang paham dengan istilah-istilah dalam pengukuran level sigma.

### 2.1.4.3 Fase Analyze

Tujuan dari Fase analisis ini adalah mengidentifikasi dan memverifikasi akar-akar penyebab timbulnya masalah atau menentukan faktor-faktor yang paling mempengaruhi proses (*identify and determine process X's*)

	Analisis Data	Analisis Proses
Eksplorasi	<p><b>Pendekatan :</b> Memeriksa berbagai data yang telah dikumpulkan di fase measure untuk mengupas kunci yang menyebabkan masalah</p> <p><b>Tools :</b> Pareto Charts Run Charts Histogram</p>	<p><b>Pendekatan :</b> Menghasilkan peta proses yang dapat menggambarkan kenyataan yang ada di proses</p> <p><b>Tools :</b> Basic Flow chart Deployment flowchart</p>
Membuat Hipotesis	<p><b>Pendekatan :</b> Memanfaatkan hasil dari eksplorasi untuk menghasilkan ide-ide tentang penyebab masalah</p> <p><b>Tools :</b> Brainstorming Cause and effect diagram</p>	<p><b>Pendekatan :</b> Menggunakan peta proses untuk mengidentifikasi <i>value added</i> dan <i>non value added</i> dari proses</p> <p><b>Tools :</b> Brainstorming Value Analysis</p>
Verifikasi Penyebab	<p><b>Pendekatan :</b> Mengumpulkan data tambahan atau melakukan tes untuk memvalidasi penyebab masalah</p> <p><b>Tools :</b> Scatter diagram</p>	<p><b>Pendekatan :</b> Mengumpulkan data untuk mengidentifikasi delay proses. Ubah aliran proses seefisien mungkin</p> <p><b>Tools :</b> Data collection tools Peta proses dan dokumentasi</p>

Gambar 2.4 Matriks Kerangka *Fase Analyze*

(Sumber : *The Six Sigma Way Teamfield Book*)



Ada dua kategori teknik dan alat-alat yang dapat membantu tim dalam mengidentifikasi akar penyebab masalah, yaitu analisis data dan teknik analisis proses. Masing-masing cara terdiri dari tiga tahap, yaitu : Eksplorasi, Membuat hipotesis, dan verifikasi penyebab. Kedua bagian ini digambarkan dalam matriks kerangka fase analisis seperti diatas.

### **Analisis Data**

Tujuan dari analisis data adalah mengolah data dan menganalisa data kuantitatif yang telah dikumpulkan di *fase measure* memiliki nilai.

#### a) Eksplorasi

Tiga prinsip yang membantu analisis data :

1. Mengetahui apa yang anda perlu tahu. Mengaculah pada *project charter* dan *problem statement* untuk memutuskan apa saja data-data yang diperlukan saat analisis.
2. Mempunyai hipotesis. Hipotesis atas penyebab masalah membantu kita memfokuskan jenis data yang akan dianalisis.
3. Banyak bertanya mengenai frekuensi, akibat dan tipe gejala yang berkaitan dengan masalah.

Alat – alat yang digunakan adalah :

- Diagram Pareto, adalah tipe khusus dari diagram batang yang membantu tim dalam memprioritaskan penyelesaian masalah. Diagram Pareto digunakan dengan data diskrit atau data atribut.
- *Run Chart*, alat yang membantu tim untuk melihat apakah gejala masalah memiliki pola tertentu terhadap waktu. Digunakan data kontinu.

Sinyal untuk mendeteksi adanya *special causes* pada *run chart* ada tiga yaitu<sup>6</sup> :

1. Enam (atau lebih) titik yang berurutan mengalami kenaikan terus atau penurunan terus.
2. Sembilan (atau lebih) titik yang berurutan berada di sisi yang sama terhadap median.

<sup>6</sup> Pande, Peter et al.,2002, *The Six Sigma Way Team Field Book*, McGraw-Hill, New York.

3. Empat belas atau lebih titik yang berurutan menunjukkan pola naik turun.

- Histogram, adalah sebuah *barchart* yang terdiri dari sebuah sumbu horizontal yang menerangkan tentang distribusi data yang direpresentasikan dan sebuah sumbu vertikal yang menerangkan tentang banyaknya frekuensi data. Digunakan dengan data kontinu atau data diskrit.

Pada akhir fase eksplorasi analisa data, tim proyek dapat :

1. Menunjukkan waktu, lokasi dan deskripsi terjadinya cacat.
2. Mempunyai grafik data (Pareto, *run chart*, dan sebagainya) yang dapat memberikan gambaran gejala masalah.

b) Membuat hipotesis

Pada tahap ini, tim proyek mendiskusikan (*brainstorming*) mengenai kemungkinan-kemungkinan penyebab masalah berdasarkan eksplorasi yang telah dilakukan. Hasil *Brainstorming* ini yang nantinya dijadikan hipotesis sementara atas penyebab mana yang akan di tuntaskan.

Ada dua alat yang umum digunakan pada titik ini :

- *Fishbone*
- Diagram keterkaitan

Pada akhir fase hipotesa analisa data, tim proyek akan dapat :

1. Menunjukkan hasil ide *brainstorming* yang merepresentasikan beragam pemikiran terhadap potensial penyebab.
2. *Fishbone* atau diagram keterkaitan yang secara jelas menunjukkan potensial penyebab.

c) Verifikasi penyebab

Ada tiga cara yang dapat dilakukan untuk meverifikasi penyebab : analisa logika, statistic dan eksperimental.

Teknik dasar statistik untuk menentukan hubungan sebab akibat ada dua, yaitu :

- a. Mengetahui korelasi antara potensi penyebab (*X's*) dan output (*Y*). ini dapat dilakukan dengan menggunakan diagram pencar.
- b. Stratifikasi data untuk melihat pola di dalamnya.

Pada tahap akhir *Data Analysis-Verifikasi*, tim akan mempunyai bukti bahwa potensi penyebab yang teridentifikasi memang bertanggungjawab terhadap efek yang diobservasi.

### **Analisa Proses**

- a) Eksplorasi
- b) Membuat Hipotesis
- c) Verifikasi Penyebab

#### **2.1.4.4 Fase Improve**

Tujuan *fase improve* adalah untuk mencari dan mengimplementasikan solusi yang akan mengeliminasi penyebab masalah, menurunkan variasi proses dan mencegah terulang lagi terjadinya kejadian yang sama.

Ada lima langkah dalam mencapai tujuan itu :

- a) Menghasilkan ide-ide kreatif
- b) Mengolah ide-ide awal
- c) Memilih solusi
- d) Pilot test
- e) Implementasi skala penuh

#### **2.1.4.5 Fase Control**

Tujuan *fase control* adalah memastikan bahwa pelaksanaan implementasi, pengukuran performa proses dan dokumentasi hasil dapat berjalan secara lancar dan efektif, juga untuk mengantisipasi perlunya penyesuaian operasi terhadap perubahan *customer requirements*. Tanpa adanya *control, process improvement* dapat kembali ke keadaan semula.

Fase *control* terdiri dari empat bagian<sup>7</sup>:

1. Disiplin
2. Dokumentasi terhadap *Improvement*

Dokumentasi terhadap *Improvement* diperlukan sebagai *guidelines* pelaksanaan. Pembuatan dokumentasi sebaiknya melibatkan pihak operasional yang menjalankan solusi yang telah ditetapkan. Selain

<sup>7</sup> Pande, Peter et al., 2002, *The Six Sigma Way Team Field Book*, McGraw-Hill, New York.

dokumentasi sebaiknya ringkas, mudah dimengerti, mudah diakses di perbaharui sesuai kebutuhan.

3. Membuat pengukuran/ Indikator Jalannya Proses

Indikator diperlukan sebagai pedoman dalam mempertahankan dan mengatur peforma proses dari waktu ke waktu.

Selain indikator pengaturan ditetapkan kemudian proses dimonitor dengan cara membuat grafik data (*run chart*) untuk melihat kestabilan dan performa proses.

4. Membangun Sebuah Perencanaan Manajemen Proses

*Process Management* mengakomodasi hal-hal berikut :

- Peta proses saat ini
- *Action Alarms*
- Penanggulangan Darurat
- Perencanaan untuk *Continuous Improvement*

## BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

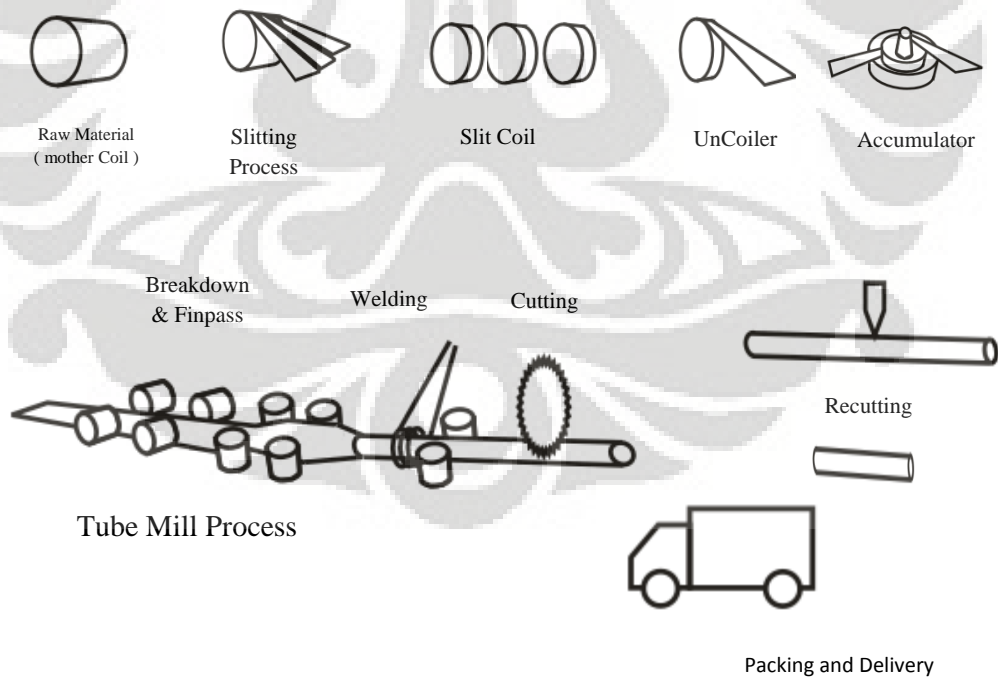
### 3.1. Profile Perusahaan

PT. IMS merupakan perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas yang bergerak di bidang otomotif komponen. *Core* bisnis PT. IMS adalah *Mechanical Steel Tube Manufacturing, Slitting Services, Cutting Pipe Services, Component / parts*. PT. IMS merupakan perusahaan lokal atau PMDN. *Customer* PT. IMS adalah hampir 85% untuk komponen otomotif, sisanya untuk furniture.

Secara resmi PT. IMS berdiri pada tahun 1994, dengan produksi awal *steel tube* yang kemudian berkembang pada tahun 2000 dengan pembuatan komponen otomotif, berupa kerangka motor. PT. IMS beralamat pada Jl. Raya Narogong, Kawasan Industri Menara Permai, Cileungsi Bogor.

### 3.2. Flow Proses Produksi di Perusahaan

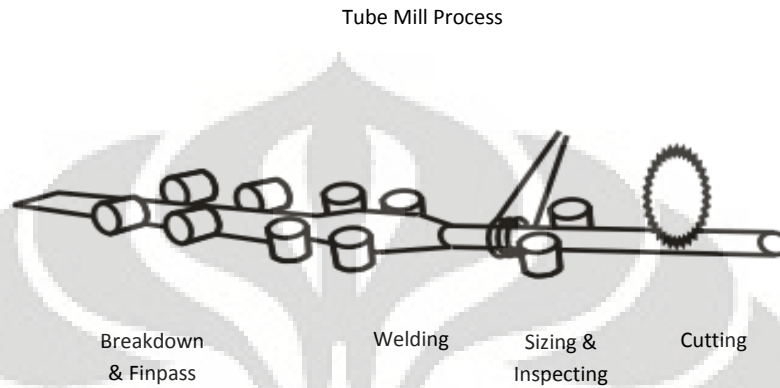
Berikut ilustrasi flow proses secara keseluruhan pembuatan *steel tube* :



Gambar 3.1 Flow Proses (Sumber Penulis)

### 3.2.1 Flow Proses Produksi Pada *Tube Mill*.

Bagian *Tube Mill* berfungsi mengolah *mother coil* yang telah di *slitting* oleh bagian *slitter*. Berikut ilustrasi flow nya :



Gambar 3.2 *Tube Mill* Proses (Sumber Penulis)

1. *Breakdown & Finpass*
2. *Welding*
3. *Sizing dan Inspecting*
4. *Cutting*

#### 3.2.1.1. *Breakdown & Finpass*



Gambar 3.3 *Breakdown & Finpass*

*Breakdown* dan *Fin pass* merupakan proses pembentukan *slit* menjadi elastis menjadi plastis yang di bentuk oleh *roll-roll* dari baja, *rolling* ini terdiri dari proses *Breakdown*, *Fin pass* dan *Seam guide*. Proses *breakdown* material *slit* di tekuk dengan arah yang berlawanan/dinamis sehingga struktur baja menjadi

plastis yang tadinya elastis dengan tujuan menghindari *springback* pada proses berikutnya. Pada proses *fin pass* slit sudah terjadi deformasi seperempat bentukan *steel tube* sampai jadi bentukan *steel tube* penuh yang diarahkan oleh *Seam guide* agar tetap lurus.

### 3.2.1.2. *Welding*



Gambar 3.4 *Welding*

Proses ini adalah kelanjutan dari proses *breakdown* dan *finpass*, proses di *welding* adalah *welding* dan *scarfing*. Setelah keluar dari *seamguide* maka *steel tube* di las agar menjadi *steel tube* utuh dan *scarfing*, merupakan penyerutan pada bagian terlasnya agar permukaan *steel tube* menjadi bagus.

### 3.2.1.3. *Sizing dan Inspecting*



Gambar 3.5 *Sizing dan Inspecting*

*Sizing* hampir mirip seperti pada proses pertama yakni pelat *slit* yang sudah terbentuk menjadi *steel tube* di *roll* kembali oleh *roll-roll* baja dengan settingan sesuai dimensi *steel tube* yang diinginkan. Pada proses ini dimensi *steel tube* terbentuk.

#### 3.2.1.4. Cutting



Gambar 3.6 Cutting

Merupakan proses terakhir dari *Tube Mill*, proses pemotongan menjadi *steel tube* sesuai dengan panjang yang diinginkan. Potongan *Steel tube* ini disebut *mother tube* atau *long tube*, karena setelah proses ini akan ada proses *recutting* pada bagian berikutnya.

### 3.3. Data penelitian

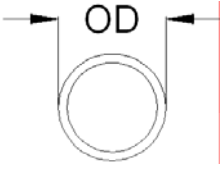




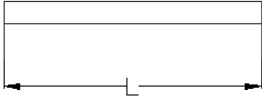
Layaknya penelitian pada umumnya, pada penelitian ini juga memerlukan data-data pendukung. Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data tentang jumlah cacat yang terdapat pada setiap produksi *steel tube*. Jenis cacat yang teridentifikasi merupakan jenis cacat yang sering muncul dan telah ditetapkan oleh perusahaan tempat penelitian ini dilakukan. Data tersebut akan digunakan pada tahap *Measure* pada metode *Six Sigma*.

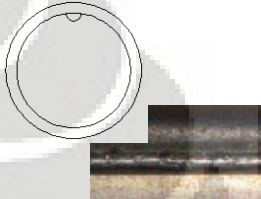
Data penelitian yang akan digunakan berasal dari dokumen-dokumen perusahaan tentang cacat produk, atau peneliti menggunakan data-data sekunder. Data-data tersebut berasal dari bagian *Inspecting* yang berupa *form check sheet* cacat. Peneliti tidak melakukan uji validitas data dan berasumsi bahwa data tersebut cukup valid, karena diambil oleh orang-orang yang biasa melakukan inspeksi 100% pada *steel tube*.

Data penelitian ini diambil pada periode waktu bulan Mei - Oktober dan merupakan data cacat pada mesin *mill1* dan mesin *mill2*. Pada periode tersebut perusahaan mendapatkan order *steel tube* sebanyak 1000 Ton. Data mengenai jumlah cacat yang terjadi pada mesin *mill1* dan *mill2*, dapat dilihat pada lampiran



Tabel 3.1 Jenis-jenis cacat pada *steel tube*

No	Nama cacat	Keterangan	Gambar
1	OD NG	Dimensi <i>Steel Tube</i> tidak masuk ukuran ( dapat minus ataupun plus)	
2	Lasan miring	Posisi lasan <i>Tube</i> memiliki kesimetrisan yang bervariasi.	
3	<i>Expand</i> Pecah	Lasan pecah ketika di di test pembebanan	
4	<i>Scratch</i>	Permukaan <i>Tube</i> terdapat garis yang merusak permukaan, seperti cakaran.	
5	<i>Scarfin</i> kasar	Permukaan lasan tidak smooth, terdapat tonjolan-tonjolan akibat penyerutan pahat yang tidak merata.	
6	Panjang NG	<i>Tube</i> yang dihasilkan memiliki panjang bervariasi.	

7	Karat	<i>Tube</i> karat	
8	Bengkok	<i>Tube</i> tidak lurus.	
9	Bead variasi	Dimensi hasil lasan memiliki besaran yang tdk konstan	
10	OD Gelombang	Permukaan <i>Tube</i> bergelombang	
11	Thickness NG	Ketebalan <i>Tube</i> bervariasi	

Tabel 3.1 Jenis-jenis cacat pada *steel tube* (lanjutan)

### 3.3.1. Beberapa Pertimbangan Sehubungan Dengan Data Penelitian

Dalam mendapatkan data penelitian, peneliti memiliki keterbatasan dan pertimbangan, antara lain:

1. Data yang diambil merupakan data sekunder, dari hasil catatan bagian *Inspecting*. Hal ini dikarenakan peneliti belum terlatih melakukan inspeksi untuk mengidentifikasi jenis cacat yang terjadi seperti yang dilakukan oleh

staff bagian *Inspecting / quality line*. Hal ini karena proses inspeksi dilakukan selama 24 jam *non stop* dan kontinu untuk setiap *steel tube*.

2. Peneliti tidak mendapatkan data yang berhubungan dengan biaya. Pihak perusahaan tidak memberikan izin pada peneliti untuk mendapatkan data-data tersebut. Untuk itu peneliti tidak melakukan analisis mengenai biaya kualitas (*cost of quality*).
3. Dokumen-dokumen mengenai aktivitas dan proses produksi seperti (SOP) perusahaan sangat sedikit.
4. Jenis cacat yang terjadi pada *steel tube* sebagian besar sama karena proses dan perlakukannya sama.
5. Data *steel tube* yang digunakan dalam pengolahan data adalah data *steel tube* yang panjangnya 6 meter. Hal ini merupakan standar *steel tube* yang beredar di pasaran.

### **3.4. Fase Define**

Pada bagian ini peneliti akan mengimplentasikan keseluruhan konsep *Six Sigma*, yaitu *fase Define, Measure, Analyze, Improvement* dan *Control*. Sebelum memasuki pembahasan mengenai implementasi metode *Six Sigma*, perlu di ketahui bahwa penelitian pada *fase Improvement* dan *Control*, hanyalah merupakan sebuah konsep dari peneliti. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu penelitian dan hal-hal lain yang menyangkut kebijakan perusahaan.

Seperti yang telah di bahas pada dasar teori, *fase Define* membahas mengenai kerangka kerja untuk melakukan tahapan *Six Sigma*. Metode *Six Sigma* layaknya sebuah proyek, dimana untuk memulainya harus memiliki kerangka konsep yang jelas.

#### **3.4.1. Project Charter**

1. Latar Belakang Masalah

Pada bab I, telah di jelaskan bahwa usulan penerapan metode *Six Sigma* dilatar belakangi oleh banyaknya cacat yang terjadi pada produk PT. IMS yang dalam hal ini subyek penelitian adalah *steel tube* yang di produksi oleh Mesin *Mill1* dan *Mill2*.

Untuk memenuhi permintaan pasar, PT. IMS harus menjaga kualitas produknya dengan baik. Banyaknya cacat yang terjadi pada produk-produk PT. IMS tentunya akan mengurangi kualitas dari produk itu sendiri. Jika hal ini tidak dilakukan antisipasi secara serius, perusahaan bisa mengalami kerugian dikarenakan produknya kalah dengan produk sejenis dari kompetitornya.

## 2. Perumusan Tujuan

Usulan penerapan metode *Six Sigma* yang ditawarkan oleh peneliti memiliki tujuan sebagai berikut :

- a) Mengukur tingkat kemampuan proses yang diterapkan.
- b) Mengurangi jumlah cacat pada *steel tube* yang di hasilkan.
- c) Mencari kemungkinan penyebab kesalahan yang mengakibatkan timbulnya cacat pada *steel tube*, sekaligus memberikan usulan perbaikan pada proses yang di lakukan.

## 3. Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bagian *Tube Mill Process*, mulai dari bagian *Breakdown & Finpass, Welding, Sizing* dan *Inspecting* dan *Cutting*, dengan produk yang diteliti adalah *steel tube* yang di produksi oleh Mesin *Mill1* dan *Mill2*, dengan jumlah 1000 Ton pada saat penelitian dilakukan, yaitu sepanjang bulan Mei - Oktober 2008 ( untuk pengambilan data dan analisis ).

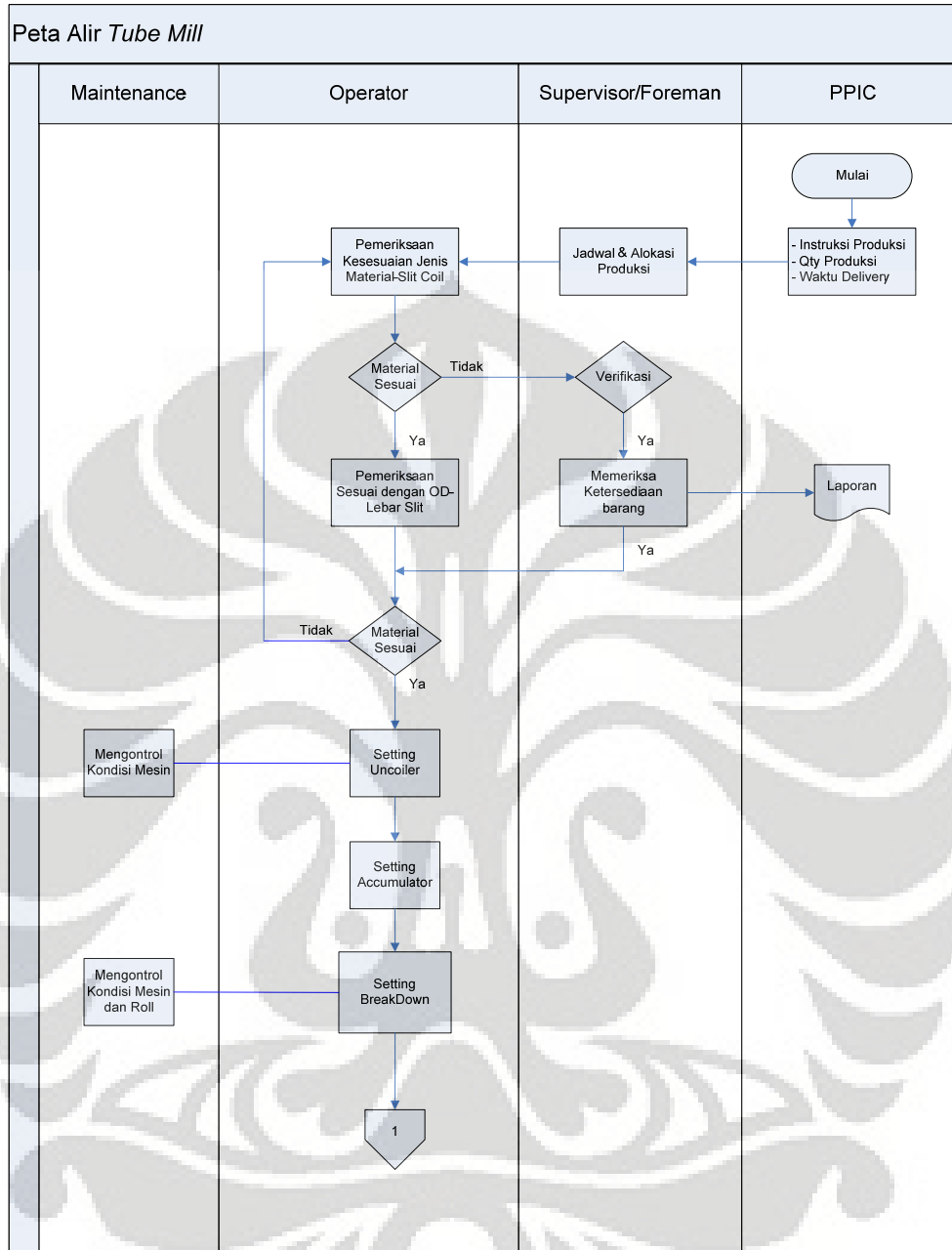
Penelitian ini melibatkan *operator, maintenance*, di tingkat *foreman* dan *supervisor* yang seluruhnya merupakan orang-orang yang terlibat langsung dalam proses produksi.

Project Charter Worksheet		
Project Title : Peningkatan Kualitas <i>Steel Tube</i> dengan metode Six Sigma Di PT. Indomitra		
Project Leader : Kendja S		Team Members : Budi P Budiyanto Dawam
Business Case : Kualitas <i>steel tube</i> yang baik (sesuai spec), menjadi hal yang penting. Semakin kualitas produk itu bagus maka konsumen semakin puas, tingkat penjualan pun semakin meningkat		
Problem Statement : Kualitas <i>Steel Tube</i> semakin menurun maka semakin banyak claim yang terjadi		Goal Statement : Meningkatkan kualitas produk <i>Steel Tube</i> sesuai spesifikasi.
Project Scope, Constraints, Assumptions :		Stakeholders :
PRELIMINARY PLAN	Target Date	Actual Date
Start Date	First September	2-Sep-08
DEFINE	First September	18-Sep-08
MEASURE	First Oktober	8-Sep-08
ANALYZE	First November	3-Nov-08
IMPROVE	Mid November	20-Nov-08
CONTROL	End November	28-Nov-08
Completion Date	First Desember	3 Des 08

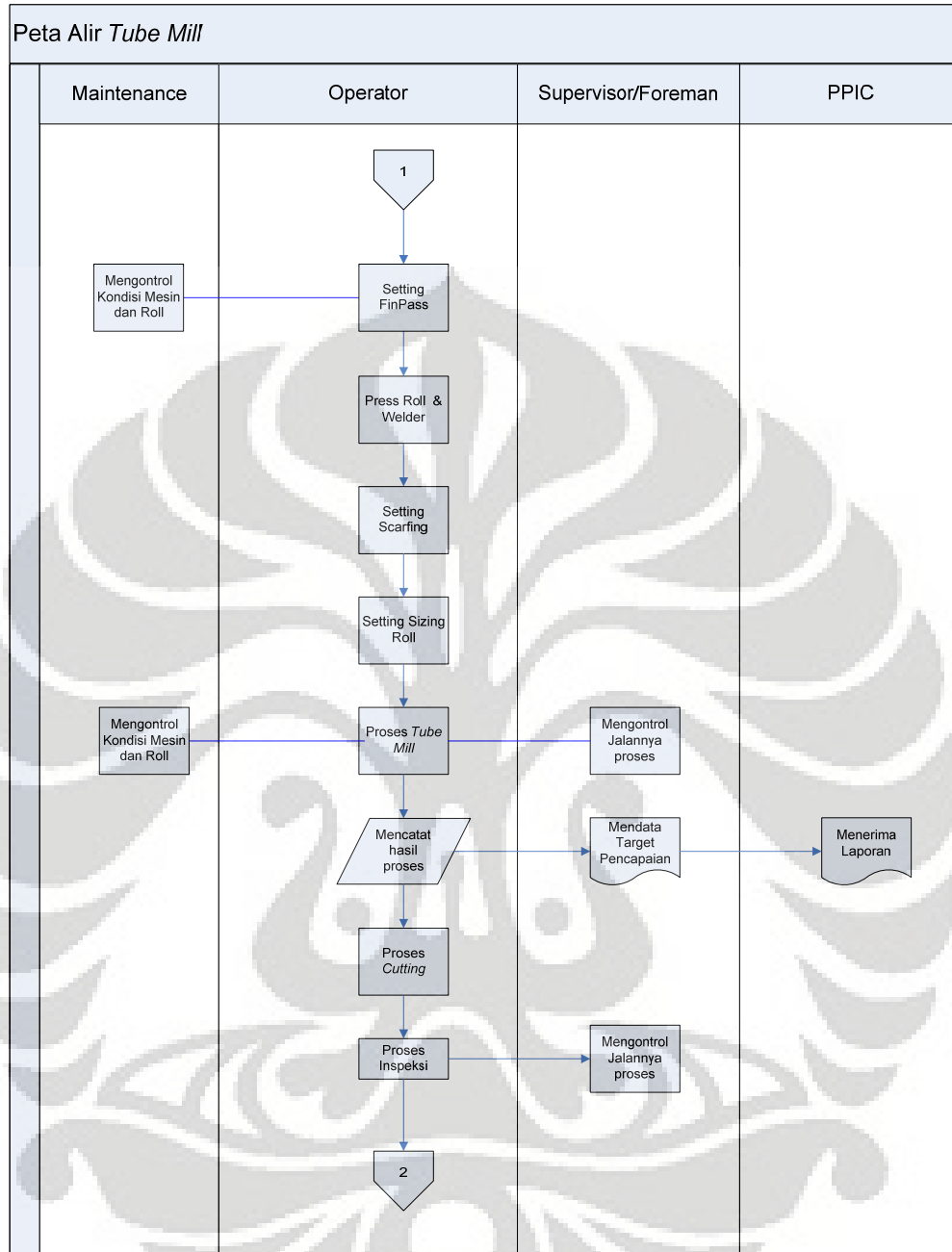
Gambar 3.7 Project Charter

### 3.4.2. Membuat Peta Alir

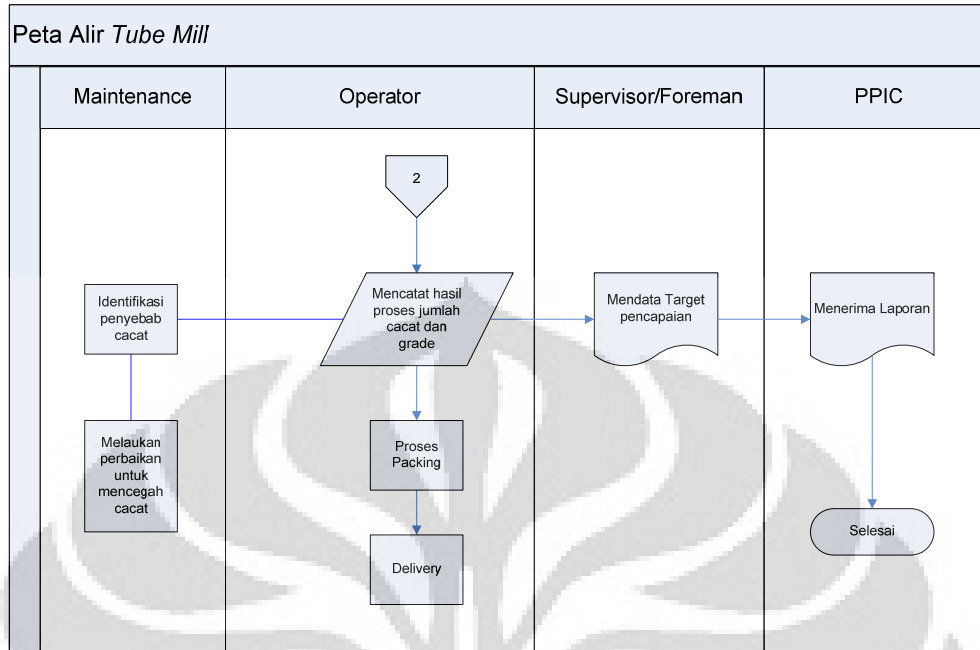
1. Sebagai bahan acuan untuk menganalisis proses-proses yang terjadi pada bagian *Tube Mill Process*, perlu dibuat suatu diagram yang mampu menggambar aliran material dari awal sampai akhir. Peta alir berfungsi untuk memberikan deskripsi singkat berbentuk pola aliran material.
2. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan langsung, peneliti mencoba membuat peta alir, dimana deskripsi tiap proses telah dibahas pada halaman depan BAB III, tentang proses produksi.
3. Berikut ini adalah gambar peta proses operasi :



Gambar 3.8 Peta Alir Tube Mill



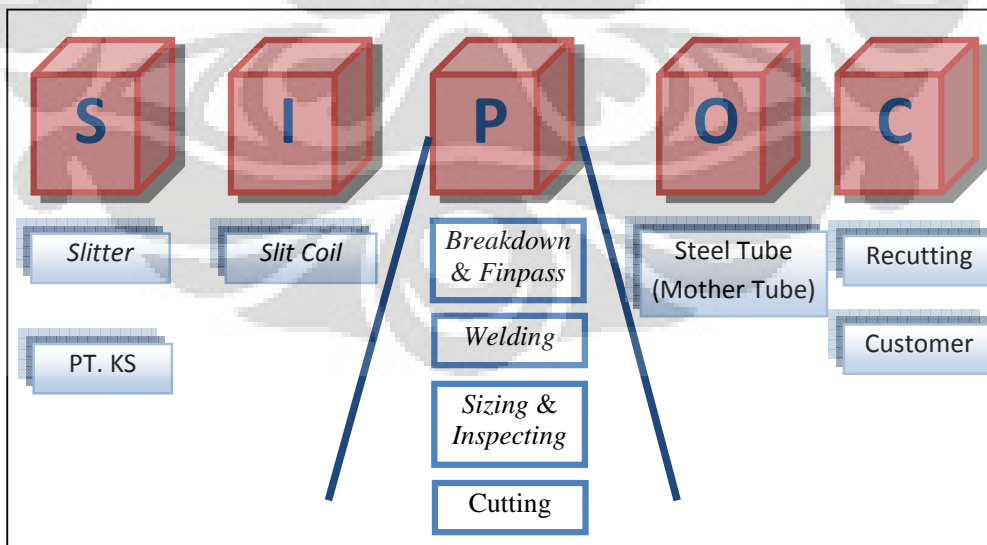
Gambar 3.8 Peta Alir Tube Mill (lanjutan)



Gambar 3.8 Peta Alir Tube Mill (lanjutan)

### 3.4.3 Perumusan Diagram SIPOC

Pada tahap ini juga akan dijelaskan bahwa elemen-elemen penting pada bagian *Tube Mill Process*. Diagram SIPOC ( *Supplier-Inputs-Process-Outputs-Customer* ), dapat memberikan visualisasi umum yang jelas tentang keterlibatan elemen-elemen pada bagian ini.



Gambar 3.9 Diagram SIPOC pada proses Tube Mill

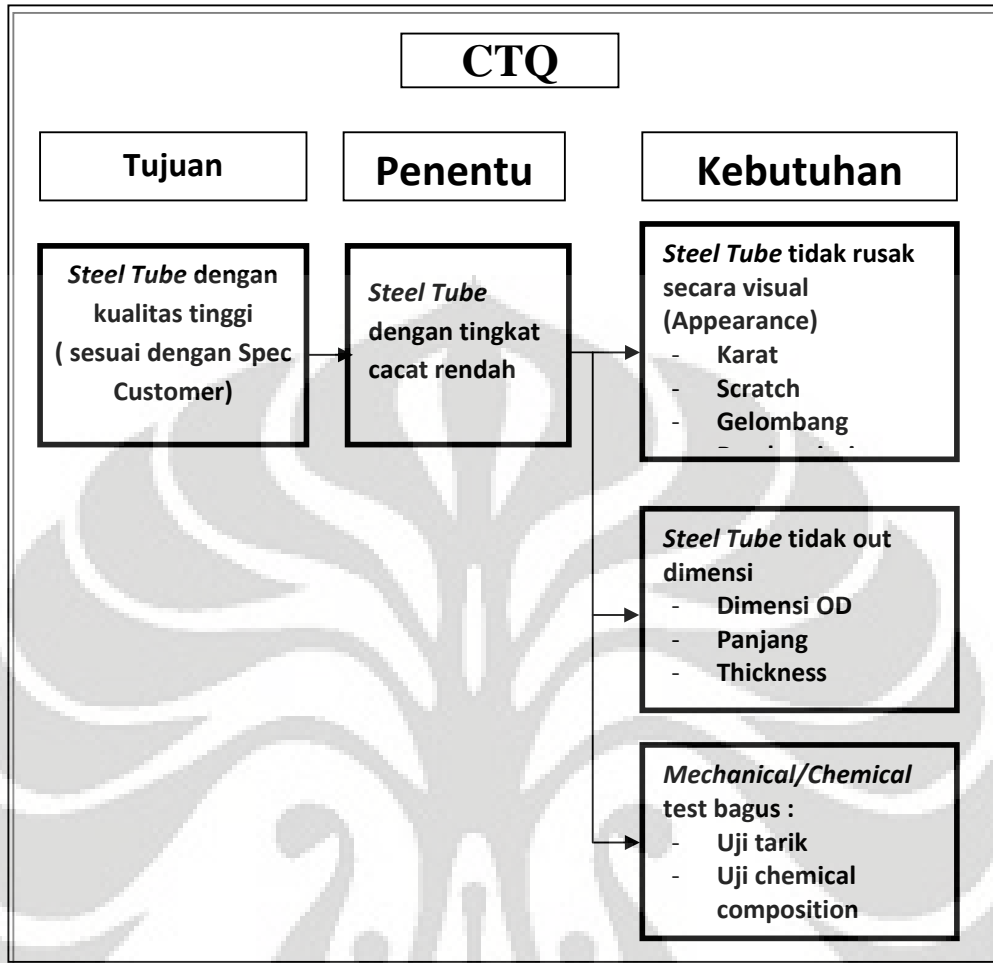


SIPOC diagram menggambarkan proses yang menjadi fokus dari *project*. Ada lima elemen dari diagram ini antara lain :

1. *Supplier*. Sebelum *Tube Mill Process* adalah *Slitting Process* memproses *coil* menjadi *slit coil*, pemasok utama *raw material* berupa *coil* adalah dari PT. Krakatau steel dan PT. Essar.
2. *Input*, yang menjadi input dalam proses ini adalah *Slit Coil* yang telah di *slit* oleh bagian *Slitting Process*.
3. *Process*, terdiri dari *Breakdown & Finpass, Welding, Sizing* dan *Inspecting* dan *Cutting*.
4. *Output*, Setelah semua proses di lakukan maka akan menghasilkan *Steel Tube*.
5. *Customer*, proses berikutnya adalah proses *recutting* dan *customer* yang memesan.

#### 3.4.4 Mengidentifikasi Kebutuhan Pelanggan

- 1 Pelanggan pada penelitian ini merupakan internal dan external, artinya pihak internal perusahaan yang menggunakan output ini dan *customer* yang memesan. Pihak internal menggunakannya untuk di olah menjadi barang jadi di bagian *Recutting*. Pada bagian ini lah proses akhir *steel tube* sebelum di kirim ke *customer*. Pihak external menggunakannya langsung adalah customer.
- 2 Baik bagian *Recutting* maupun customer menginginkan *steel tube* yang dihasilkan berkualitas, artinya produk dengan tingkat cacat yang rendah. Hal ini juga karena *Recutting* banyak proses yang kan di lewati, memungkinkan proses tersebut menimbulkan cacat yang lebih banyak lagi pada *steel tube*.
- 3 Setelah banyak melakukan pengamatan dan wawancara dengan bagian *Inspecting* dan melakukan peringkasan mengenai hal-hal yang menyangkut kualitas yang berhubungan dengan cacat pada *steel tube*, maka secara umum dapat disusun *CTQ* diagram seperti di bawah ini :



Gambar 3.10 *CTQ Tree* Cacat Pada *Steel Tube*

Kualitas yang baik pada *steel tube* dikategorikan yang memiliki cacat yang kecil. Lebih spesifik di harapkan proses mampu menghasilkan *steel tube* yang tidak rusak pada visualnya dan dimensinya.

Berdasarkan *CTQ Tree* diatas dan wawancara dengan pihak yang terkait langsung pada bidang kualitas, maka didapatkan jenis cacat yang sering muncul. Keseluruhan cacat tersebut merupakan bagian dari jenis cacat yang telah di sebutkan pada tabel.

Berikut ini data jenis cacat yang sering muncul :

Tabel 3.2 Cacat Yang Sering Muncul

No	Nama cacat	Keterangan
1	OD NG	Dimensi Steel Tube tidak masuk ukuran ( dapat minus ataupun plus)
2	Lasan miring	Posisi lasan <i>Tube</i> memiliki kesimetrisan yang bervariasi.
3	<i>Expand</i> Pecah	Lasan pecah ketika di test pembebanan.
4	<i>Scratch</i>	Permukaan <i>Tube</i> terdapat garis yang merusak permukaan, seperti cakaran.
5	<i>Scarfin</i> g kasar	Permukaan lasan tidak <i>smooth</i> , terdapat tonjolan-tonjolan akibat penyerutan pahat yang tidak merata.
6	Panjang <i>NG</i>	<i>Tube</i> yang dihasilkan memiliki panjang bervariasi.
7	Karat	<i>Tube</i> karat.
8	Bengkok	<i>Tube</i> tidak lurus.
9	Bead variasi	Dimensi hasil lasan memiliki besaran yang tdk konstan
10	OD Gelombang	Permukaan <i>Tube</i> bergelombang
11	<i>Thickness NG</i>	Ketebalan <i>Tube</i> bervariasi

Penetapan cacat diatas dimaksudkan untuk menetapkan jumlah *Opportunity* (peluang) pada *fase Measure* nanti. Untuk jenis cacat lain akan diberikan batasan yang lebih lanjut dijelaskan pada *fase Measure*.

### 3.4.5 Pernyataan Masalah

Tahap akhir dari *fase Define* adalah membuat rangkuman dengan bantuan tabel pernyataan. Tabel pernyataan masalah adalah deskripsi singkat mengenai proyek yang dilakukan.

Tabel 3.3 Pernyataan Masalah

Pertanyaan	Jawaban
<i>What</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banyaknya cacat pada <i>Steel Tube</i> .</li> <li>Terdapat 11 <i>opportunity</i> (jenis cacat) yang sering muncul pada proses <i>Steel Tube</i></li> </ul>
<i>Where</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permasalahan yang sering muncul pada bagian <i>Tube Mill</i> melibatkan <i>Breakdown &amp; Finpass, Welding, Sizing</i> dan <i>Inspecting</i> dan <i>Cutting</i>.</li> </ul>
<i>When</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengamatan dilakukan pada bulan Mei - Oktober 2008</li> </ul>
<i>Who</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penelitian ini melibatkan <i>operator, maintenance,</i> di tingkat <i>foreman</i> dan <i>supervisor</i> yang seluruhnya merupakan orang-orang yang terlibat dalam penelitian, sebagai sumber saran.</li> </ul>
<i>Why</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kebutuhan pelanggan akan <i>steel tube</i> dengan tingkat cacat yang rendah.</li> </ul>
<i>How</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usulan penerapan <i>Six Sigma</i> sebagai bahan pertimbangan untuk perbaikan kualitas.</li> </ul>

### 3.5 *Fase Measure*

Setelah melakukan *fase Define*, langkah selanjutnya adalah melakukan *fase Measurement* terhadap proses yang berhubungan dengan kualitas. Pada *fase* ini, peneliti melakukan serangkaian perhitungan untuk menyelidiki tingkat kapabilitas proses produksi yang di capai oleh Bagian *Tube Mill*.

#### 3.5.1 Uji Kecukupan Data

Data yang digunakan untuk input pengukuran merupakan data diskrit, yang diidentifikasi lebih jauh adalah data tentang jumlah cacat pada tiap batang *Steel Tube* yang di hasilkan. Ukuran data yang digunakan adalah panjang batangan *Steel Tube* yakni 6 meter.

Peneliti mengambil data produksi untuk *Steel Tube* pada Mesin Mill1 dan Mill2 untuk jangka waktu satu semester. Data produksi dapat dilihat pada lampiran.

### 3.5.2 Mengitung Kemampuan Proses

Menghitung kemampuan proses adalah tujuan dari penelitian fase *Measure*. Perhitungan kemampuan proses di maksudkan untuk mengetahui sejauh mana proses produksi yang ada, telah mencapai hasil yang baik. Hal ini menjadi parameter untuk mengukur kinerja melalui pemantauan terhadap produk yang dihasilkan.

#### 3.5.2.1 Mengidentifikasi Defect Per Unit

Sebelum menghitung kapabilitas proses, terlebih dahulu dilakukan menghitung nilai *Defect Per Unit* (DPU). Perhitungan *DPU* ini untuk memberikan gambaran umum tentang jumlah cacat yang terjadi setiap unit. Pada penelitian ini, unit di kategorikan sebagai tonase, sehingga arti *DPU* adalah banyaknya cacat yang terjadi pada setiap tonase.

Perhitungan nilai *DPU* secara umum didapatkan dari hasil perhitungan sederhana, yaitu jumlah cacat dibagi jumlah tonase. Namun dapat juga digunakan perhitungan dengan bantuan *software Minitab* untuk mendapatkan nilai rata-rata *DPU*.

**Nilai DPU Mill 1** (3.1)

$$\text{Nilai DPU} = \frac{\sum \text{Cacat}}{\sum \text{Unit}}$$

$$\text{Nilai DPU M1} = \frac{\sum 52.918}{\sum 2.903.804} = 0.018224$$

**Nilai DPU Mill 2** (3.2)

$$\text{Nilai DPU} = \frac{\sum \text{Cacat}}{\sum \text{Unit}}$$

$$\text{Nilai DPU M2} = \frac{\sum 54.959}{\sum 2.681.218} = 0.0205$$

### 3.5.2.2 Menghitung *Sigma Level*

Perhitungan *sigma level* dapat memberikan gambaran mengenai kemampuan proses produksi yang terjadi. Sesuai dengan konsep *Six Sigma*, dimana semakin tinggi nilai *Sigma* semakin baik proses untuk menghasilkan produk dengan tingkat cacat rendah.

#### Menghitung *Sigma Mill 1*

(3.3)

$$DPO = \frac{DPU}{\sum \text{Opportunity Cacat}}$$

$$DPO = \frac{0.018224}{11} = 0.0016567$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 1656.69$$

$$\text{Nilai } \sigma \text{ (dengan melihat tabel)} = 4.04$$

$$Cpk \text{ (dengan melihat tabel)} = 1.34$$

#### Menghitung *Sigma Mill 2*

(3.4)

$$DPO = \frac{DPU}{\sum \text{Opportunity Cacat}}$$

$$DPO = \frac{0.0205}{11} = 0.0018634$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 = 1863.63$$

$$\text{Nilai } \sigma \text{ (dengan melihat tabel)} = 3.94$$

$$Cpk \text{ (dengan melihat tabel)} = 1.31$$

### 3.5.2.3 Menghitung Nilai *Yield*

Nilai *Yield* merupakan perkiraan peluang produk yang melewati suatu proses tanpa mengalami cacat. Dengan nilai ini pula perusahaan mampu memperkirakan jumlah unit yang cacat untuk dilakukan perbaikan. Nilai *Yield* (*Opportunity Yield*) juga bisa didapatkan dengan menggunakan tabel-konversi *Sigma-Yield*.

Dengan menggunakan tabel konversi *Sigma-Yield*, juga didapatkan nilai *Opportunity Yield*:

**Yield Mill 1** **(3.5)**

$$Yield M1 = 1 - \frac{\sum Cacat}{\sum Unit}$$

$$Yield = 1 - \frac{\sum 52.918}{\sum 2.903.804} = 0.9817 = 98\%$$

**Yield Mill 2** **(3.6)**

$$Yield M1 = 1 - \frac{\sum Cacat}{\sum Unit}$$

$$Yield = 1 - \frac{\sum 54.959}{\sum 2.681.218} = 0.9795 = 98\%$$

## BAB IV ANALISA DATA

### 4.1. FASE ANALYZE

Fase Analyze merupakan fase ketiga dalam metode *Six Sigma*. Pada tahap ini, dilakukan eksplorasi data untuk mengetahui keadaan yang ada pada saat ini, analisa data untuk membuat kesimpulan atas data yang ada, identifikasi dan verifikasi penyebab masalah, kemudian mengidentifikasi kemungkinan perbaikan yang dapat dilakukan.

#### 4.1.1 Mengidentifikasi Jumlah Jenis Cacat

Sebelum mencari kemungkinan penyebab terjadinya cacat pada *Steel Tube*, penulis terlebih dahulu akan menampilkan data jumlah cacat pada tiap jenis cacat yang terjadi pada produk *Steel Steel Tube*.

Tabel 4.1 Data Cacat

*Mill 1*

Jenis Cacat	Kg
Lasan miring	9,464
<i>Expand</i> pecah	8,567
<i>Scratch</i>	5,558
<i>Scarfig</i> Kasar	4,646
Bengkok	1,999
OD Gelombang	769
Karat	2,001
OD NG	11,910
Panjang NG	3,701
Bead variasi	1,585
<i>Thickness</i> NG	114

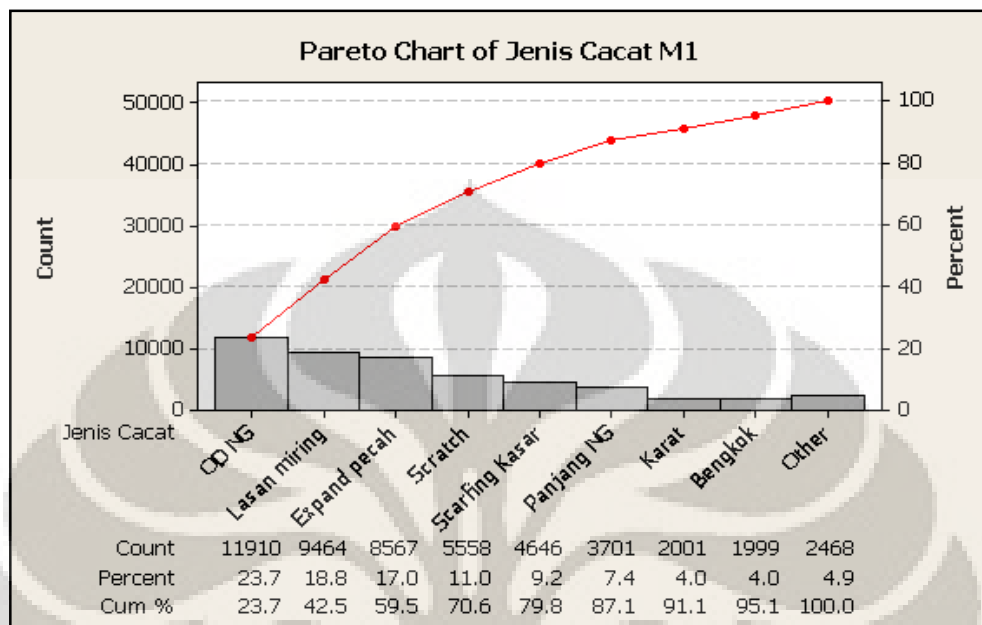
*Mill 2*

Jenis Cacat	Kg
OD NG	9,686
<i>Scratch</i>	7,837
<i>Bead</i> variasi	6,954
Lasan miring	11,000
<i>Scarfig</i> Kasar	2,224
Panjang NG	5,788
<i>Thickness</i> NG	445
OD Gelombang	896
<i>Expand</i> pecah	7,369
Bengkok	2,774



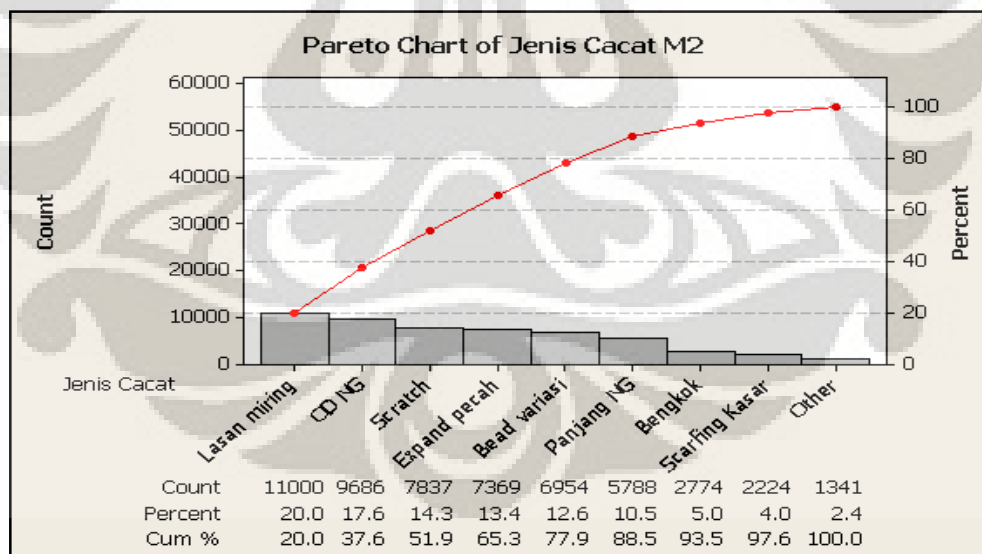
## Diagram Pareto

## Mill 1



Gambar 4.1 Pareto Mill1

## Mill 2



Gambar 4.2 Pareto Mill2

Jika dilihat dari diagram pareto, terlihat bahwa jenis cacat yang paling banyak terjadi adalah jenis Lasan Miring dan OD NG dengan prosentasi untuk *Mill 1* = 23.7% dan 18.8%, untuk *Mill 2* = 20% dan 17.6%. Pada Mesin *Mill 1* dan *2* jenis cacat Lasan Miring dan OD NG memiliki nilai yang dominan, sehingga jenis cacat ini harus mendapat perhatian utama dalam perbaikan kualitas.

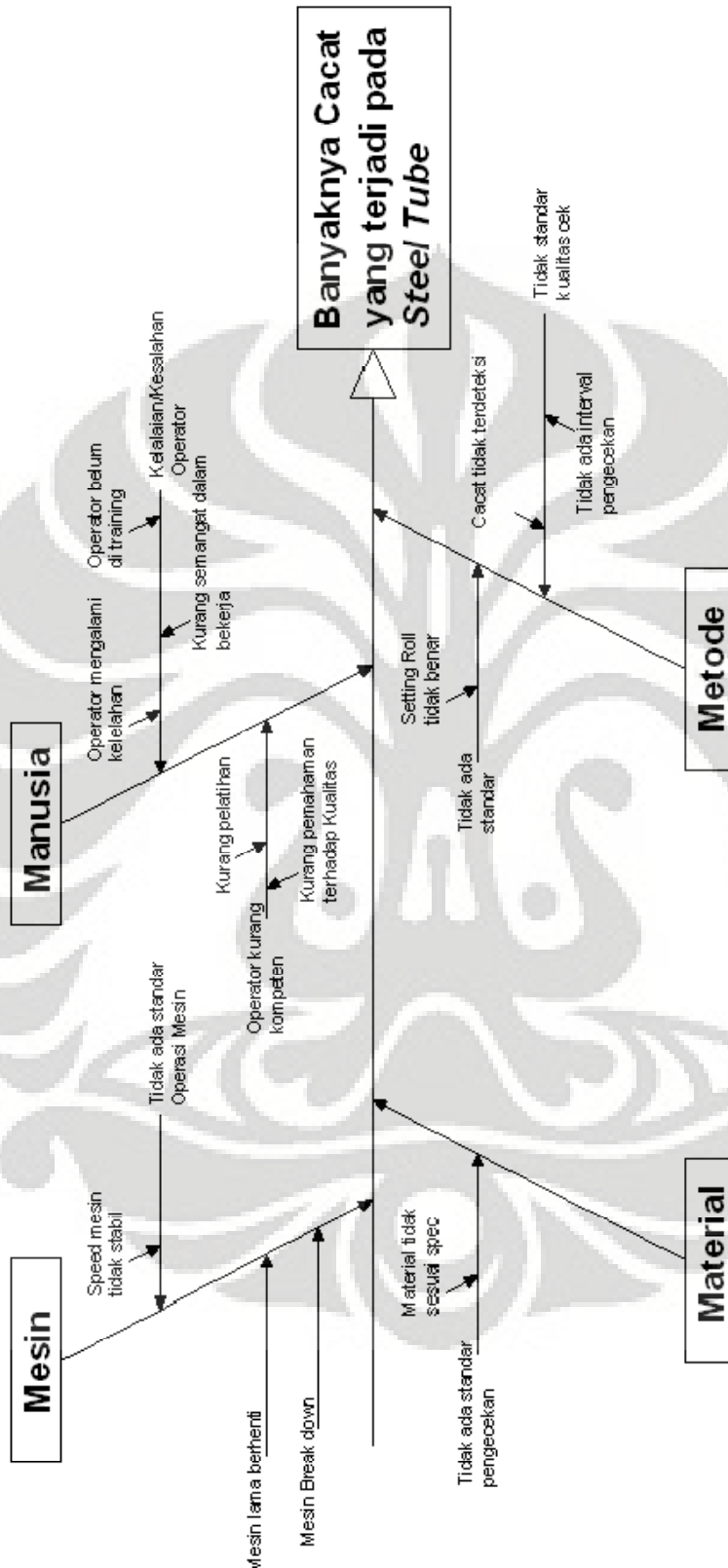
Untuk jenis cacat lain berdasarkan paretonya tidak memiliki nilai yang signifikan, maka peneliti tidak memfokuskan untuk membahas cacat tersebut.

#### **4.1.2 Mengidentifikasi Faktor Penyebab Masalah Dengan *Cause and Effect Diagram***

Dengan mengacu pada hasil perhitungan dari fase *Measure*, dimana menyimpulkan tingkat cacat yang masih relatif tinggi dengan nilai *sigma* belum mencapai sedikitnya 4, maka peneliti menduga adanya kegagalan pada proses sehingga menyebabkan cacat yang cukup tinggi. Dengan menggunakan *Tool Cause and Effect Diagram* atau disebut juga *Fishbone* atau *Ishikawa Diagram*, peneliti akan mencoba menganalisis kemungkinan faktor yang mempengaruhi kualitas *Steel Tube*.

Kemungkinan penyebab masalah yang timbul, hendaknya terus dianalisis hingga mendapatkan akar penyebab masalah. Untuk mencari akar penyebab masalah, peneliti menggunakan *Diagram Cause Failures Modes Effect (CFME)*, dimana data yang digunakan berasal dari analisis menggunakan *Cause and Effect Diagram* pada analisis sebelumnya.

Identifikasi jenis kegagalan (*Failure mode*) didapatkan dari *Cause effect diagram*, yang kemudian dicari *effect* dari modus kegagalan dan penyebab (*cause*) dari modus kegagalan. Sehingga dapat disusun diagram CFME, seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 4.3 Cause and Effect Diagram

Untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya cacat dengan menggunakan *Cause and Effect Diagram*, peneliti berpedoman pada konsep 4M (Manusia, Mesin, Metode dan Material) sesuai dengan penjelasan Bab I. Hal ini juga di pertegas dengan penjelasan dan masukan wawancara dari orang-orang yang menangani langsung permasalahan kualitas di Departemen Produksi *Tube Mill* dan juga mengambil data dari laporan produksi.

#### 4.1.2.1. Faktor Manusia

Bagian *Mill* memiliki mesin yang cukup besar dan panjang, pengoperasiannya dilakukan oleh central kontrol, jumlah operator hanya berjumlah 6 orang yang tersebar dibebraapa bagian.

Faktor *human error* tidak dapat di hindari, tetapi bukanlah hal yang disengaja. Kelelahan akibat lama beraktivitas bisa menjadi penyebab menurunnya *performance*. Selain itu bekal *knowledge* operator sangat mempengaruhi dalam kualitas produksi, maka sebaiknya operator di upgrade sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan.

#### 4.1.2.2. Faktor Mesin

Mesin menjadi faktor dalam produksi. Di perusahaan terdapat 2 mesin utama *Mill*, *Mill 1* dan *Mill 2*. Fungsi mesin yang tidak baik akan berpengaruh pada kualitas produksi. Dalam hal ini dilihat dari sisi kontrol mesin (PLC) dan mekanik mesin harus diperhatikan.

Dalam proses produksi hal yang menjadi faktor dominan pembuat cacat adalah proses setting dalam proses produksi, setting *roll* pada mesin merupakan hal penting. Hal ini menjadi penentu dalam menentukan *steel tube* yang di hasilkan.

#### 4.1.2.3. Faktor Metode

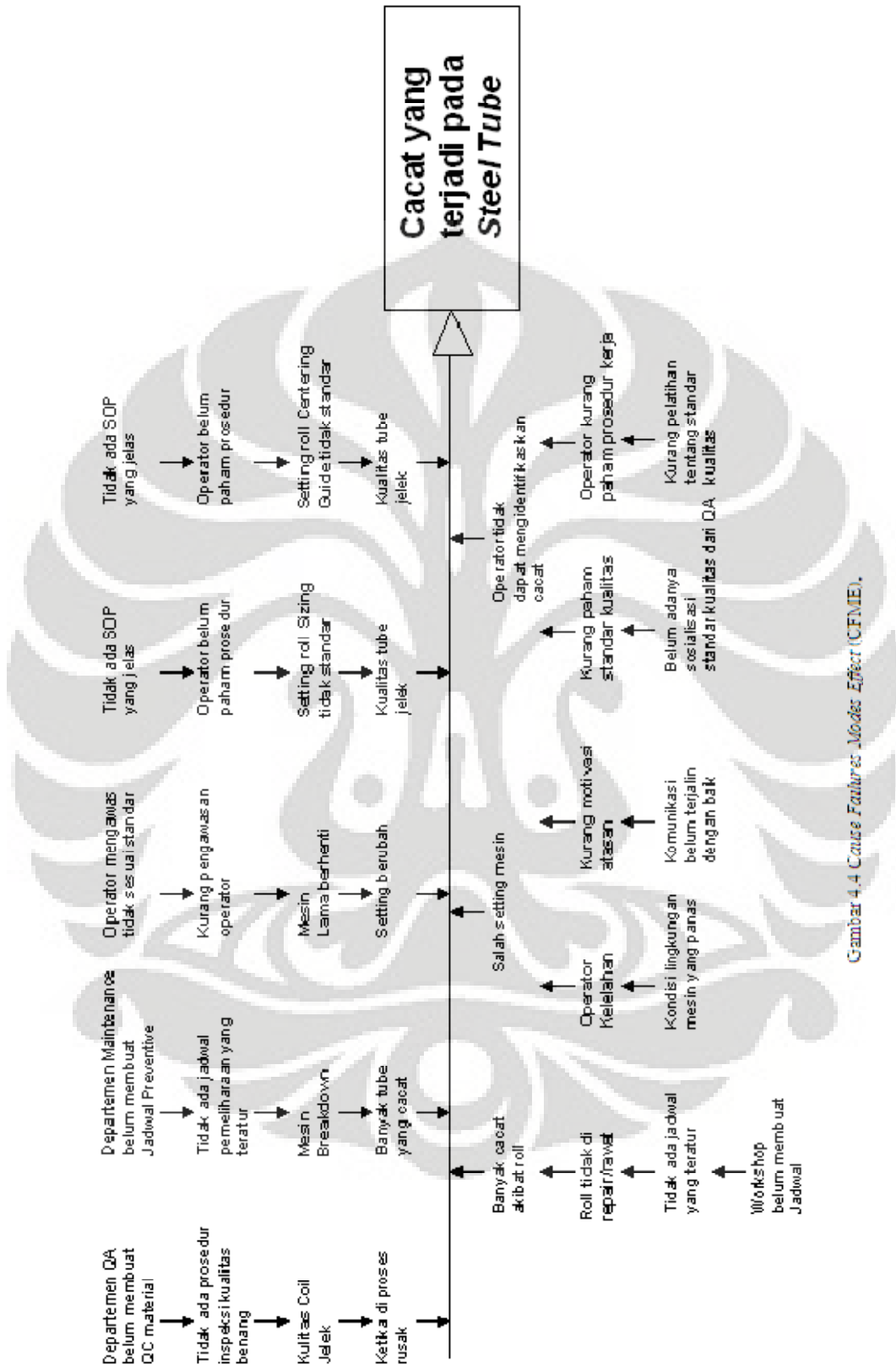
Pada proses produksi *Steel Tube*, terdapat tahapan-tahapan dalam proses produksi untuk menghasilkan *Steel Tube* yang bagus. Maka sangat di perlukan standar dan kedisiplinan operator dalam menjalankan ketentuan yang ada.

Jika di lihat dari data yang ada dan hasil interview dengan operator, bahwa cacat yang di akibatkan metode sangat dominan, dikarenakan setting yang salah dan tidak ada standar setting sehingga cacat yang dihasilkan banyak dan selalu berulang.

#### 4.1.2.4. Faktor Material

Kualitas coil yang tidak baik merupakan penyebab masalah yang timbul, seperti tidak sesuai spesifikasi dan standar material tidak bagus, hal ini akan mengakibatkan banyaknya cacat yang dihasilkan. Sebaiknya hal ini diperhatikan.





Gambar 4.4 Cause Factors: Modes Effect (CFME).

Dari gambar dapat diidentifikasi, bahwa modus kegagalan terdiri dari :

- Kualitas *coil* jelek
- Mesin *breakdown*
- Mesin lama berhenti
- Setting *roll sizing* tidak standar
- Setting *roll centering* tidak standar
- *Roll* tidak di rawat / repair
- Operator kelelahan
- Kurang motivasi dari atasan
- Kurang paham standar kualitas
- Operator kurang paham prosedur kerja

Setiap modus kegagalan diatas memiliki efek / dampak masing-masing, yang akhirnya akan mempengaruhi kualitas pada *steel tube* yang dihasilkan atau banyak cacat yang terjadi. Namun demikian, dengan diagram *CFME*, seluruh modus juga dapat diidentifikasi penyebab kegagalannya.

#### **4.1.3 Memprioritaskan Penanganan Masalah Dengan Tabel *Failure Modes And Effect Analysis***

*Failure Modes And Effect Analysis*, membantu memberikan prioritas untuk menyelesaikan atau memperbaiki modus kegagalan. Dengan mengambil hasil dari data yang ada pada diagram *CFME*, modus kegagalan, efek dari kegagalan dan penyebab dari kegagalan diberikan nilai berdasarkan tingkat kemungkinan terjadi, tingkat dampak terhadap pelanggan dan tingkat kemampuan untuk mendeteksi kegagalan.

Produk yang diharapkan	Failure Mode	Cause of Failure	Effect of Failure	Degree of Occurance	Degree of Severity	Degree of Detection	Risk Priority Number
Steel tube tingkat kualitas tinggi (tingkat cacatrendah)	Kualitas coil jelek	Tidak ada prosedur inspeksi kualitas coil	Ketika di proses rusak	2	5	3	30
	Masih breakdown	Tidak ada jadwal pemeliharaan yang teratur	Banyak tube yang cacat	6	6	3	108
	Masih lama barhandi	Kurang pengawasan operator	Setting berubah	7	6	3	126
	Setting roll sizing tidak standar	Operator belum paham prosedur	Kualitas tube jelek	7	5	6	175
	Setting roll centering tidak standar	Operator belum paham prosedur	Kualitas tube jelek	7	5	6	175
	Roll tidak dirawat / repair	Tidak ada jadwal yang teratur	Banyak cacat akibat roll	6	3	6	75
	Operator kelelahan	Kondisi lingkungan mesin yang panas	Salah setting mesin	3	3	7	63
	Kurang motivasi diri atasah	Komunikasi belum terjalin dengan baik	Salah setting mesin	3	2	7	42
	Kurang paham standar kualitas	Belum adanya sosialisasi standar kualitas dari QA	Operator tidak dapat mengidentifikasi cacat	5	4	7	140
	Operator kurang paham prosedur kerja	Kurang pelatihan tentang standar kualitas	Operator tidak dapat mengidentifikasi cacat	5	3	7	105

Tabel 4.2 Failure Modes And Effect Analysis (FMEA)



### **Peringkat 1**

Setting roll *sizing* tidak standar

Setting roll *centering* tidak standar

Setting *Roll* merupakan faktor utama dalam menentukan pembentukan *steel tube*. Setiap *steel tube* yang terbentuk dan menghasilkan dimensi dan visual yang baik diawali dengan penyetelan/setting *roll* yang sesuai standar. Melihat Pareto di atas masalah utama adalah OD NG dan Las Miring. OD NG merupakan salah satu setting *roll* yang mengakibatkan dimensi *steel tube* NG. Las Miring atau bagian *seam bead* diatur oleh bagian *roll centering*, *roll* ini berfungsi menahan posisi *seam bead* atau lasan agar lurus. Hal ini diakibatkan oleh operator belum paham pada prosedur penyetelan /setting.

### **Peringkat 2**

Kurang paham standar kualitas.

Kurangnya pemahaman standar kualitas oleh karyawan menjadi sebab banyaknya cacat yang terjadi pada *steel tube*. Hal ini diakibatkan oleh belum adanya sosialisasi standar kualitas oleh QA. Yang mengakibatkan operator tidak dapat mengidentifikasi cacat yang terjadi.

### **Peringkat 3**

Mesin lama berhenti

Mesin yang lama berhenti mengakibatkan settingan berubah hal ini mengakibatkan cacat pada *steel tube*. Hal ini terjadi akibat kurangnya pengawasan yang dilakukan operator. Seringnya operator meninggalkan tempat kontrol mesin produksi.

### **Peringkat 4**

Mesin breakdown

Seringnya *trouble* yang terjadi pada mesin mengakibatkan cacat, hal ini diakibatkan oleh tidak ada jadwal pemeliharaan yang teratur oleh bagian *maintenance*, yang mengakibatkan seringnya terjadi *trouble* mesin.

### **Peringkat 5**

Operator kurang paham prosedur kerja.

Kurangnya pemahaman prosedur kerja mengakibatkan kurangnya disiplin operator dalam menjalankan produksi, sehingga mengakibatkan cacat.

**Universitas Indonesia**

**Peringkat 6**

*Roll* tidak dirawat/repair

*Roll* yang tidak terawat / repair akibat jadwal yang tidak teratur mengakibatkan banyak cacat yang diakibatkan oleh *roll*.

**Peringkat 7**

Operator kelelahan

Operator kelelahan akibat kondisi lingkungan yang panas sehingga mengakibatkan daya konsentrasi operator berkurang mengakibatkan terjadi kesalahan pada proses produksi.

**Peringkat 8**

Kurang motivasi dari atasan

Motivasi merupakan hal penting dalam bekerja, jika komunikasi belum terjalin maka akan mengakibatkan kesalahan dalam berkomunikasi yang akan berdampak pada proses produksi.

**Peringkat 8**

Kualitas *coil* jelek

*Coil* yang diterima jelek akan mengakibatkan proses berikutnya bermasalah hal ini diakibatkan karena belum adanya standar inspeksi yang baik.

**4.2 FASE IMPROVE****4.2.1 Memberikan Usulan Perbaikan Dengan *Action Planning For Failure Modes***

Hasil identifikasi pada fase analisis, digunakan untuk mencari solusi yang potensial dengan menggunakan alat *Action Planning for Failure Modes (APFM)*. *APFM* membantu peneliti untuk merumuskan tindakan-tindakan yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan. Input yang digunakan pada *APFM* berasal dari tabel *FMEA*, modus kegagalan dan penyebab kegagalan. Peneliti memberikan usulan perbaikan menurut peringkat berdasarkan tabel *FMEA*.

Tabel 4.3 Action Planning For Failure Modes

No	Modus Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Solusi Potensial	Validasi Desain
1	Setting roll sizing tidak standar	Operator belum paham prosedur	Membuat standar setting roll	SOP setting roll
	Setting roll centering tidak standar		Membuat alat setting	Jig Go Nogo setting
2	Kurang paham standar kualitas	Belum adanya sosialisasi standar kualitas dari QA	Membuat SOP untuk mengidentifikasi cacat	SOP Identifikasi cacat
			Melakukan pelatihan mengenai standar kualitas.	Laporan performa kerja operator
3	Mesin lama berhenti	Kurang pengawasan operator	Membuat PIC per unit kontrol mesin	PIC Label
			Secara konsisten mengontrol operator oleh foreman atau supervisornya	
4	Mesin breakdown	Tidak ada jadwal pemeliharaan yang teratur	Membuat jadwal mesin secara berkala /Preventive Maintenance	Kartu pemeliharaan mingguan atau bulanan
			Membuat daftar riwayat mesin breakdown yang	Daftar riwayat mesin

No	Modus Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Solusi Potensial	Validasi Desain
4			melingkupi jenis, akibat terhadap produk dan penanganannya.	
5	Operator kurang paham prosedur kerja	Kurang pelatihan tentang standar kualitas	Membuat SOP untuk mengidentifikasi cacat	SOP Identifikasi cacat
			Melakukan pelatihan mengenai standar kualitas.	Laporan performa kerja operator
6	Roll tidak di rawat / repair	Tidak ada jadwal yang teratur	Membuat jadwal perawatan / repair roll	Kartu pemeliharaan mingguan atau bulanan
			Membuat daftar riwayat roll	Daftar riwayat roll
7	Operator kelelahan	Kondisi lingkungan mesin yang panas	Membuat lingkungan kerja yang nyaman dan aman	Menambahkan kipas angin.
8	Kurang motivasi dari atasan	Komunikasi belum terjalin dengan baik	Pihak manajemen harus selalu memantau ke area produksi untuk memberikan masukan kepada karyawan	
			Melakukan rapat (	Laporan hasil

Tabel 4.3 *Action Planning For Failure Modes* (lanjutan)

Universitas Indonesia

No	Modus Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Solusi Potensial	Validasi Desain
			brainstroming) secara berkala bersama karyawan untuk membahas mengenai kualitas	brainstroming
			Memberikan bonus/reward kepada karyawan yang memiliki produktivitas tinggi	
9	Kualitas coil jelek	Tidak ada prosedur inspeksi kualitas coil	Membuat standar kualitas Coil	Dokumen standar kualitas coil
			Membuat standar inspeksi kualitas coil	SOP Inspeksi
			Membuat tempat penyimpanan yang aman	Dokumen inventory

Tabel 4.3 *Action Planning For Failure Modes* (lanjutan)

Solusi potensial yang diusulkan oleh peneliti didasarkan pada kemungkinan penyebab kegagalan yang terjadi. Peneliti mendiskusikan dengan ahli pada perusahaan mengenai solusi potensial.

Secara umum peneliti berpendapat minimalnya dokumen prosedur yang tersedia mengenai proses produksi dan kualitas dan menjadi kendala utama dalam performa dan alat bantu berupa jig Go Nogo untuk setting. Selain itu juga faktor pelatihan karyawan menjadi peranan penting.

#### 4.2.1.1 Rekomendasi Langkah-Langkah *Action Planning*.

Pada bagian ini peneliti akan memberikan penjabaran langkah-langkah dalam penerapan *Action Planning* berdasarkan solusi potensial.

Rekomendasi ini dimaksudkan untuk memberikan kejelasan terhadap solusi potensial yang telah disebutkan tadi.

Berikut langkah-langkah solusi potensial :

1. Membuat standar setting *roll*
  - Membuat SOP setting.
  - Membuat tabel setting untuk setiap *OD steel tube*.
2. Membuat alat setting
  - Membuat *Jig Go Nogo* untuk memudahkan setting *roll*.
3. Membuat SOP untuk mengidentifikasi cacat
  - SOP Identifikasi cacat
4. Melakukan pelatihan mengenai standar kualitas.
  - Laporan performa kerja operator
5. Membuat PIC per unit kontrol mesin
  - Membuat PIC label per unit kontrol mesin
6. Membuat jadwal mesin secara berkala /*Preventive Maintenance*
  - Jadwal mesin.
7. Membuat daftar riwayat mesin breakdown yang melingkupi jenis, akibat terhadap produk dan penanganannya.
  - Daftar riwayat mesin
8. Membuat SOP untuk mengidentifikasi cacat
9. Melakukan pelatihan mengenai standar kualitas.
10. Membuat jadwal perawatan / repair *roll*
11. Membuat daftar riwayat *roll*
12. Membuat lingkungan kerja yang nyaman dan aman
13. Pihak manajemen harus selalu memantau ke area produksi untuk memberikan masukan kepada karyawan
14. Melakukan rapat (*brainstroming*) secara berkala bersama karyawan untuk membahas mengenai kualitas

15. Memberikan bonus/*reward* kepada karyawan yang memiliki produktivitas tinggi
16. Membuat standar kualitas *Coil*
17. Membuat standar inspeksi kualitas *Coil*
18. Membuat tempat penyimpanan yang aman

#### 4.2.2 Memberikan Usulan Pencegahan Dengan *Poka-Yoke (Mistake Proofing)*

*Poka Yoke* merupakan suatu metode untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kegagalan resiko kegagalan. Pada industri Manufaktur penggunaan *Poka Yoke* di gunakan untuk mengurangi cacat.

*Poka Yoke* yang di rekomendasikan peneliti adalah berupa peringatan kepada operator agar terhindar dari kesalahan dan berupa alat bantu untuk proses pengecekan agar terhindar dari kegagalan proses.

Tabel 4.4 *Pokayoke* Untuk Mengurangi Resiko Cacat Pada *Steel Tube*

Area Proses	Peringatan
1. <i>Breakdown &amp; Finpass</i>	Periksa kembali material <i>coil</i>
	Perhatikan settingan <i>roll</i>
2. <i>Welding</i>	SOP untuk mengatur <i>speed welder</i>
	Perhatikan settingan <i>roll</i>
3. <i>Sizing dan Inspecting</i>	SOP inspecting
	<i>Jig Go No Go</i>
4. <i>Cutting</i>	Selalu periksa <i>speed</i> potong

#### 4.3 FASE CONTROL

Tahap terakhir dari tahapan *six sigma* adalah fase *control*. Setelah hasil perbaikan dilakukan maka untuk mempertahankan dan memantau proses agar tetap memiliki performa baik. Proses dikendalikan agar tidak terjadi lagi modus kegagalan yang sama.

Namun *Six Sigma* bukanlah metode yang dilakukan hanya sekali saja, akan tetapi harus di lakukan berkesinambungan. Pada fase ini peneliti hanya

memberikan konsep kontrol. Pada *fase improve* seharusnya sudah di lakukan perbaikan-perbaikan secara riil untuk kemudian di uji kembali apakah perbaikan memberikan hasil yang signifikan. Penulis hanya membuat rancangan dokumen dan alat akan tetapi karena keterbatasan waktu belum di implementasikan.

#### **4.3.1 Mengendalikan Proses**

Proses yang menghasilkan cacat yang rendah harus di pertahankan, untuk proses yang menghasilkan cacat tinggi harus di perbaiki dan tidak boleh terulang lagi. Seluruh desain validasi harus tetap dipenuhi oleh seluruh karyawan dan manajemen harus memiliki komitmen penuh terhadap aktivitas kualitas yang telah diterapkan.

Pada sebelumnya diketahui bahwa penyebab utama cacat adalah masalah setting *roll*, maka diperlukan SOP dan *Jig GoNogo* untuk memudahkan dalam mengendalikan proses dan juga data statistik yakni *control chart – u chart* yang di gunakan untuk mengetahui variasi yang terjadi ketika proses pengontrolan OD pada *Steel Tube*, sehingga terjadi aktivitas rutin dalam pengontrolan proses dan telah di desain form kontrolnya.

#### **4.3.2 Dokumentasi Proses Perbaikan**

Pembuatan dokumen – dokumen yang berkaitan dengan masalah kualitas dapat membantu seseorang jika terjadi permasalahan yang sama. Setiap tindakan perbaikan dan tujuan dari perbaikan sebaiknya dilakukan dokumentasi. Selain daftar riwayat bagi pihak manajemen juga berfungsi untuk mengendalikan proses agar masalah segera dapat diantisipasi jika terulang lagi.



## BAB V

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bagian *Tube Mill* adalah merupakan bagian penting bagi PT.IMS dalam menghasilkan *Steel Tube*, dimana didalamnya terdapat proses *Breakdown*, *Welding*, *sizing* dan *Cutting*.
2. Pada *Steel Tube* terdapat cacat yang sering muncul yaitu OD NG, Lasan miring, *Expand Pecah*, *Scratch*, *Scarfig* kasar, Panjang NG, Karat, Bengkok, *Bead variasi*, OD Gelombang, *Thickness* NG. Dimana OD NG dan Lasan miring merupakan cacat yang paling dominan.
3. Rata – rata nilai DPMO adalah 1656.69 dan 1863.63 dengan Nilai sigma yang diperoleh adalah 4 dan 3.9 setara dengan nilai Cpk 1.3 yang berarti kemampuan proses produksi dalam batas spesifikasi yang diinginkan pelanggan dan memiliki kapabilitas yang cukup baik, akan tetapi target perusahaan adalah *zero defect* maka peningkatan kualitas perlu di lakukan dan di tingkatkan kembali.
4. Setelah melakukan identifikasi pada *fase analyze*, ditetapkan masalah yang meliputi : Setting *roll sizing* tidak standar, Setting *roll centering* tidak standar, Kurang paham standar kualitas, Mesin lama berhenti, Mesin *breakdown*, Operator kurang paham prosedur kerja, *Roll* tidak dirawat/*repair*, Operator kelelahan, Kurang motivasi dari atasan, Kualitas *coil* jelek.
5. Secara umum solusi potensial yang dapat dilakukan adalah membuat *pokayoke* seperti SOP atau *Jig Go NoGo* dan menyediakan dokumen-dokumen dan prosedur yang berhubungan dengan kualitas, pelatihan karyawan, membuka jalur komunikasi lebih baik antara manajemen dan karyawan.

## DAFTAR REFERENSI

Pande, Peter, 2002, *The Six Sigma Way, Team Fieldbook, An Implementation Guide for Process Improvement Team*, McGraw-Hill, New York.

Hendradi, Tri, 2006, *Statistik Six Sigma dengan Minitab*, ANDI, Yogyakarta.

*The History of Six Sigma*, <http://www.isixsigma.com/library/content/c020815a.asp>



**Lampiran 1 : Data Cacat *Steel Tube***



**Universitas Indonesia**

REKAPITULASI PRODUKSI MOTHER TUBE  
MACHINE : MILL 1  
PERIODE : MEI - OKT 2008

NO	PROD.DATE	QUANTITY (PO)		Remark
	(MILL)	(PCS)	(KG)	
	2-May-08	12	191	Las Pinggir
	17-May-08	18	287	Las Miring Jig OK
	16-May-08	17	272	Las Miring Jig OK
	16-May-08	14	223	Las Miring Jig OK
	17-May-08	8	128	Las Miring Jig OK
	6-Jun-08	15	166	Las Pinggir
	9-Jun-08	8	89	Las Pinggir
	9-Jun-08	15	166	Las Pinggir
	26-Jun-08	34	197	Las Pinggir
	19-Jun-08	88	299	Las pinggir
	19-Jun-08	14	131	Las pinggir
	20-Jun-08	12	143	Las pinggir
	20-Jun-08	14	167	Las pinggir jig ok
	20-Jun-08	20	238	Las pinggir
	23-Jun-08	18	214	Las Pinggir
	14-Oct-08	17	272	Las miring
	16-Oct-08	27	163	Las pinggir
	16-Oct-08	11	66	Las pinggir
	23-Jun-08	9	107	Las Pinggir
	23-Jun-08	20	238	Las Pinggir
	26-Jun-08	113	222	Las Pinggir
	7-Jul-08	52	576	Las Pinggir
	8-Jul-08	25	277	Las Pinggir
	8-Jul-08	7	78	Las Pinggir
	8-Jul-08	17	159	Las Pinggir
	9-Jul-08	63	588	Las Pinggir
	25-Jul-08	15	175	Las Pinggir
	27-Jul-08	5	58	Las Pinggir
	27-Jul-08	19	221	Las Pinggir
	28-Jul-08	45	524	Las Pinggir
	31-Jul-08	25	291	Las Pinggir
	16-Aug-08	46	163	Las Pinggir
	4-Sep-08	65	720	Las Pinggir
	4-Sep-08	14	155	Las Pinggir
	8-Sep-08	57	222	Las Pinggir
	8-Sep-08	10	159	Las Pinggir
	17-Sep-08	37	410	Las Miring
	18-Sep-08	23	255	Las Miring
	22-Sep-08	11	83	Las Pinggir
	25-Sep-08	17	159	Las Pinggir
	25-Sep-08	7	65	Las Pinggir
	8-Oct-08	5	55	Las miring
	31-Oct-08	35	95	Las Pinggir
		1,104	9,464	

	6-May-08	48	206	Press Pecah
	21-Jul-08	18	97	Press Variasi
	2-Aug-08	12	105	Press Variasi
	14-Aug-08	32	172	Press Dekok
	2-May-08	21	335	Expand pecah
	30-May-08	798	2,130	Expand pecah
	5-Jun-08	13	50	Expaand variasi
	12-Jun-08	20	55	Expand pecah
	23-Jun-08	43	511	Exspand pecah
	24-Jun-08	38	125	Exspand pecah
	15-Jul-08	15	73	Expand variasi
	17-Jul-08	130	602	Expand variasi
	18-Jul-08	200	857	Expand Pexah/S
	23-Jul-08	42	225	Expand variasi
	24-Jul-08	8	29	Expand pecah
	24-Jul-08	37	134	Expand pecah
	1-Aug-08	20	72	Expand pecah
	1-Aug-08	35	115	Press Expand variasi
	4-Aug-08	8	70	Expand variasi
	16-Aug-08	368	1,656	Expand pecah variasi
	20-Aug-08	50	218	Expand Variasi
	3-Sep-08	39	350	Press Expand pecah
	13-Oct-08	70	382	Expand variasi
		2,065	8,567	
	2-May-08	17	271	Scratch
	7-May-08	29	156	Scratch roll
	16-May-08	8	127	Scratch Roll
	12-Jun-08	13	45	Scratch
	22-Jul-08	23	124	Scratch coolant Zone
	6-Aug-08	22	350	Scratch gergaji
	7-Aug-08	4	64	Scratch gergaji
	24-Sep-08	13	50	Scratch
	25-Sep-08	10	93	Scrarch
	8-Oct-08	104	1,153	Scratch Slit
	22-Sep-08	19	171	Scrarch
	2-May-08	18	287	Luka Roll
	15-May-08	6	96	Luka Gergaji
	15-May-08	28	448	Luka Roll
	17-May-08	29	463	Luka Roll
	30-May-08	37	99	Luka Press Roll
	2-Jun-08	18	48	Luka Roll
	6-Jun-08	8	89	Luka Gergaji
	11-Jun-08	114	391	Luka Gergaji
	19-Jun-08	53	180	Luka press roll
	24-Jun-08	6	96	Luka Gores
	26-Jun-08	17	99	Luka Press Roll
	16-Jul-08	31	167	Luka Roll
	25-Jul-08	9	105	Luka Roll
	7-Aug-08	5	80	Luka Tanggem
	7-Aug-08	13	207	Luka Tanggem
	7-Aug-08	12	192	Luka Tanggem
	8-Aug-08	8	97	Luka Tanggem
	8-Aug-08	4	98	Luka Tanggem
	28-Aug-08	7	38	Luka Break Down
	9-Sep-08	17	272	Luka roll
	9-Oct-08	679	1,892	Luka Slit
	27-Oct-08	19	53	Luka Press Roll
	29-Oct-08	13	63	Luka Slit



	7-May-08	16	86	Pahat agak kasar
	5-Jun-08	17	66	Pahat Kasar
	6-Jun-08	11	122	Pahat Kasar
	12-Jun-08	14	38	Pahat Kasar
	16-Jun-08	7	39	Pahat getar
	27-Jun-08	24	47	Pahat Kasar
	21-Jul-08	14	113	Pahat kasar
	22-Jul-08	98	527	Pahat Numpang
	24-Jul-08	16	58	Pahat Kasar
	31-Jul-08	16	35	Pahat Kasar
	12-Aug-08	5	80	Pahatan gelombang
	29-Aug-08	15	42	Pahat Kasar
	19-Sep-08	250	1,083	Pahat Kasar
	23-Sep-08	11	176	Pahat Kasar
	8-Oct-08	47	125	Pahat kasar
	9-Oct-08	27	75	Pahat kasar
	16-Oct-08	12	64	Pahat kosong
	7-May-08	23	123	Scarfiging kasar
	10-May-08	23	68	Scarfiging Kasar
	17-May-08	47	150	Scarfiging Kasar
	29-May-08	71	190	Scarfiging gelombang
	6-Jun-08	9	100	Scarfiging kasar
	13-Jun-08	20	78	Scarfiging kasar
	13-Jun-08	96	351	Scarfiging kasar
	8-Oct-08	40	107	Scarfiging kasar
	9-Oct-08	41	109	Scarfiging kasar
	27-Oct-08	112	312	Scarfiging gelombang
	1-Aug-08	70	230	Scarfiging kasar
	28-Aug-08	14	51	Scarfiging Kasar
		1,166	4,646	
	14-May-08	36	193	Bengkok
	15-May-08	7	112	Bengkok
	16-Jun-08	12	69	Bengkok
	25-Jul-08	14	44	Bengkok+Pahat kasar
	26-Jun-08	18	104	Pipa Bengkok
	9-Jul-08	13	71	bengkok
	14-Jul-08	12	55	Bengkok
	17-Jul-08	30	139	Bengkok
	23-Jul-08	71	381	Bengkok
	23-Jul-08	54	290	Pipa Bengkok
	23-Jul-08	50	268	Pipa Bengkok
	24-Jul-08	9	48	Pipa Bengkok
	25-Jul-08	26	89	Bengkok
	31-Jul-08	13	29	Bengkok
	16-Oct-08	20	107	Bengkok
		385	1,999	
	8-Jul-08	46	510	Gelombang
	24-Jul-08	15	81	Galer
	15-Aug-08	27	178	OD Gelombang
		88	769	
	9-Jun-08	6	67	Thicknes Over
	23-Jun-08	4	48	Tebal Over
		10	114	
	10-Oct-08	284	721	Straim dr slit
	12-Jun-08	360	1,182	Karat dari slit
	11-Jul-08	32	99	Karat Coil
		676	2,001	

	7-Jul-08	21	233	OD Cembung
	8-Aug-08	13	179	OD Minus
	15-May-08	5	80	R Tidak Imbang
	6-Jun-08	15	166	R Kecil
	13-Aug-08	12	191	R Tidak imbang
	9-Sep-08	27	432	"R" tidak imbang
	16-Jun-08	14	74	Jig Seret
	17-Jun-08	8	44	Jig Tidak masuk
	20-Jun-08	42	500	Jig Varriasi
	20-Jun-08	315	3,746	Jig Seret tebal over
	23-Jun-08	344	4,091	Jig Seret tebal over
	24-Jun-08	128	420	Jig tdk Masuk
	2-Jul-08	63	416	Jig tidak masuk
	17-Jul-08	14	65	Jig Tdk Masuk
	1-Aug-08	18	59	Jig NG
	1-Aug-08	24	79	Jig NG
	15-Aug-08	27	178	Jig tidak masuk
	28-Aug-08	158	578	Jig Seret
	14-Oct-08	35	115	Jig tdk masuk
	31-Oct-08	68	262	Jig Varisai
		1,351	11,910	
	18-Jul-08	304	1,303	Konf QA/R
	13-Jun-08	185	718	Dialihkan
	18-Jun-08	56	151	U/ POT 352
	18-Jun-08	38	129	U/ POT 352
	18-Jun-08	70	238	U/ POT 352
	25-Jul-08	96	1,161	Panjang Over
		749	3,701	
	17-Sep-08	122	565	Bead gelombang
	24-Sep-08	50	193	Bead Variasi
	5-Jun-08	213	827	Bead Variasi
		385	1,585	



**REKAPITULASI PRODUKSI MOTHER TUBE**

**MACHINE : MILL 2**

**PERIODE : MEI 2008**

NO	PROD.DATE	QUANTITY (PO)		Remark	
		( MILL )	( PCS )		( KG )
				Semi	
	2-May-08		20	74	Jig tidak masuk
	6-May-08		25	98	Jig tidak masuk
	7-May-08		30	260	Jig tidak masuk
	23-May-08		12	106	Jig tidak masuk
	26-May-08		21	186	Jig tidak masuk
	30-May-08		12	67	Jig NG
	2-Jun-08		31	175	Jig tdk masuk u/ IMS
	4-Jun-08		197	1,706	Jig Seret
	24-Jun-08		34	878	Jig Seret
	24-Jun-08		8	207	Jig Seret
	3-Jul-08		15	82	Jig besar
	4-Jul-08		79	446	Jig besar U IMS
	4-Jul-08		216	1,221	Jig besar U IMS
	7-Jul-08		7	37	Jig tdk Masuk/S
	15-Jul-08		10	90	Jig tidak masuk
	23-Jul-08		236	869	Jig tidak masuk
	5-Aug-08		20	177	Jig tidak masuk
	11-Aug-08		49	191	Jig tidak masuk
	14-Aug-08		15	85	Jig tidak masuk
	14-Sep-08		7	38	Jig NG
	16-Sep-08		20	180	Jig Tidak masuk
	16-Sep-08		9	81	Jig Tidak masuk
	22-Sep-08		49	497	Jig NG
	11-Jul-08		42	253	OD Over / R
	16-Jul-08		13	115	OD Minus
	3-Sep-08		56	327	OD Gelombang
	14-Sep-08		103	575	OD Gelombang
	15-Sep-08		119	664	OD Gelombang
			1,455	9,686	

	6-May-08	16	63	Luka Roll
	15-May-08	99	808	Luka dari Coil
	17-May-08	40	132	Luka Tanggem
	23-May-08	25	221	Luka scrap
	28-May-08	10	91	Luka Roll
	8-Jul-08	53	163	Luka press Roll/S
	9-Jul-08	37	141	Luka Roll/R
	11-Jul-08	88	444	Luka Tanggem/ R
	11-Jul-08	54	273	Luka Tanggem/ R
	22-Jul-08	142	434	Luka Roll
	1-Aug-08	17	125	Luka Roll
	14-Aug-08	32	181	Luka Roll
	13-Sep-08	38	201	Luka Roll Sising
	15-Sep-08	35	167	Luka Roll Sizing
	23-Sep-08	114	1,157	Luka Roll
	25-Sep-08	36	842	luka Tanggem
	9-Oct-08	21	69	Luka Scrath
	8-May-08	21	69	Scrath Tanggem
	16-May-08	30	175	Scrath tanggem
	2-Jun-08	57	300	Scrath roll Sizing
	5-Jun-08	25	143	Scrath
	11-Jun-08	39	152	Scrath Scarfing
	20-Jun-08	20	91	Scrath Tanggem gelombang
	9-Jul-08	28	75	Scrath/ S
	14-Jul-08	6	140	Scrath
	14-Jul-08	8	192	Scrath
	18-Jul-08	15	85	Scrath
	24-Jul-08	44	246	Scrath Roll
	25-Aug-08	9	216	Scrath Tanggem
	22-Sep-08	21	213	Scrath tanggem
	25-Sep-08	7	164	Scrath
	30-Oct-08	12	65	Scrath Roll Sizing
		1,199	7,837	
	6-May-08	58	227	Bead kecil
	29-May-08	45	409	Bead Variasi
	30-May-08	29	155	Bead besar
	18-Jun-08	44	218	Bead Kecil
	23-Jun-08	57	1,472	Bead Variasi
	23-Jun-08	27	697	Bead Kecil
	24-Jun-08	32	827	Bead Besar
	24-Jun-08	4	103	Bead Kecil
	7-Jul-08	96	513	Bead Variasi/R
	15-Jul-08	13	312	Bead besar
	17-Jul-08	127	1,122	Bead besar
	6-Aug-08	23	232	Bead besar
	8-Aug-08	11	43	Bead besar
	26-Aug-08	8	187	Bead Besar
	29-Aug-08	32	275	Bead Variasi
	13-Sep-08	29	161	Bead Besar



	8-May-08	10	27	Las Pinggir
	9-May-08	18	61	Las Pinggir
	15-May-08	22	179	Las Miring Jiiig OK
	16-May-08	41	334	Las Pinggir
	16-May-08	20	145	Las Pinggir
	5-Jun-08	13	78	Las Pinggir
	5-Jun-08	85	512	Las Pinggir
	6-Jun-08	15	124	Las Miring
	18-Jun-08	41	203	Las Numpang
	18-Jun-08	46	339	Las Pinggir
	19-Jun-08	12	88	Las Pinggir
	19-Jun-08	15	111	Las Pinggir
	9-Jul-08	24	64	lasmingir/ R
	10-Jul-08	48	129	Las Miring / R
	10-Jul-08	190	630	Las Miring / R
	10-Jul-08	44	146	Las Miring / R
	11-Jul-08	42	348	Las Pinggir
	11-Jul-08	65	517	Las Pinggir
	14-Jul-08	15	111	Las Pinggir
	25-Jul-08	99	324	Las Pinggir
	25-Jul-08	28	177	Las Pinggir
	27-Jul-08	45	290	Las Pinggir
	28-Jul-08	75	447	Las Pinggir
	31-Jul-08	41	326	La Pinggir
	31-Jul-08	86	684	La Pinggir
	1-Aug-08	10	80	Las Pinggir
	1-Aug-08	22	162	Las Pinggir
	2-Aug-08	6	44	Las Pinggir
	25-Aug-08	80	686	Las Pinggir
	25-Aug-08	18	108	Las Pinggir
	3-Sep-08	102	519	Las Pinggir
	4-Sep-08	16	127	Las Pinggir
	4-Sep-08	27	215	Las Pinggir
	4-Sep-08	23	183	Las Pinggir
	19-Sep-08	13	103	Las Pinggir
	19-Sep-08	6	51	Las Pinggir
	19-Sep-08	6	51	Las Pinggir
	19-Sep-08	13	108	Las Pinggir
	21-Sep-08	26	207	Las Pinggir
	21-Sep-08	9	77	Las Pinggir
	21-Sep-08	19	160	Las Pinggir
	26-Sep-08	36	295	Las Pinggir + Gal
	17-Oct-08	14	118	Las Pinggir
	17-Oct-08	98	824	Las Pinggir
	17-Oct-08	8	62	Las Pinggir
	17-Oct-08	6	50	Las Pinggir
	23-Jun-08	57	374	Seam di "R"
		1,755	11,000	

	9-May-08	11	71	Pahat Kasar
	12-Jun-08	18	56	Pahat Kasar
	24-Jun-08	10	258	Pahat Kasar
	1-Jul-08	17	38	Pahat Kasar
	8-Jul-08	22	68	pahat Kasar/S
	15-Jul-08	5	120	Pahat Kasar
	21-Jul-08	11	64	Pahat Kasat
	22-Jul-08	42	117	Pahat Kasar
	3-Sep-08	19	78	Pahat numpang
	10-Oct-08	24	67	Pahat kasar
	3-Jul-08	7	38	Scarfig kasar
	8-Jul-08	43	133	Scarfig Kasar/R
	11-Jul-08	23	116	Scarfig kasar/ S
	11-Jul-08	21	104	Kasar
	22-Jul-08	64	178	Scarfig gelombang
	22-Jul-08	43	120	Scarfig gelombang
	29-Aug-08	50	562	Scarfig Kasar
	8-Oct-08	6	35	Scarfig kasar
		436	2,224	
	21-May-08	32	792	panjang Variasi
	9-Jun-08	32	173	Panjang Minus
	9-Jun-08	38	205	Panjang Minus+bengkok
	24-Jun-08	128	3,306	Panjang Variasi
	1-Aug-08	13	103	U/ 1200 mm
	21-Aug-08	63	368	Lot Lhusus
	22-May-08	7	168	Sambungan
	23-May-08	28	672	Sambungan
		341	5,788	
	27-May-08	27	244	OVER THICKNES
	21-Jul-08	27	155	Over thicknes
	21-Jul-08	8	46	Over thicknes/ep pch
		62	445	
	30-May-08	33	183	Galer Bengkok
	16-Jun-08	91	193	Bengkok/ Galer
	16-Jun-08	62	132	Bengkok/ Galer
	16-Jun-08	20	43	Bengkok/ Galer
	9-Sep-08	31	67	Galer
	9-Sep-08	20	110	Galer
	9-Oct-08	32	82	Galer
	10-Oct-08	6	17	Galer
	30-Oct-08	25	70	Galer Roll
		320	896	

	4-Jun-08	56	485	Expand Variasi
	3-Jul-08	44	242	Expand pecah
	4-Jul-08	86	486	Expand pecah/R
	7-Jul-08	13	69	Exspand pecah/S
	17-Jul-08	31	274	Expand pecah
	18-Jul-08	26	147	Expand pexah
	18-Jul-08	40	222	Press Expand pecah
	31-Jul-08	55	321	Expand pecah Variasi
	7-Aug-08	53	379	Expand variasi
	8-Aug-08	8	29	Exspand pecah
	27-Aug-08	29	678	Expand Pecah
	17-Oct-08	10	84	Expand pecah
	30-Oct-08	12	65	Press Pecah
	5-Jun-08	20	115	Pecah
	12-Jun-08	63	240	Press Variasi
	15-Jul-08	440	3,150	Exspand Variasi
	21-Jul-08	15	87	Press Variasi
	31-Jul-08	15	90	Pecah
	17-Sep-08	15	123	Exspand pecah+Sc
	19-Sep-08	14	82	Exspand Pecah
		1,045	7,369	
	24-Jun-08	33	852	Bengkok
	24-Jun-08	24	620	Bengkok
	26-Aug-08	17	408	Bengkok+Jig NG
	14-Sep-08	46	257	Bengkok
	9-Oct-08	83	231	Bengkok
	10-Oct-08	45	125	Bengkok
	18-Jun-08	14	103	Penyok
	19-Jun-08	24	177	Potongan Penyok
		286	2,774	

**Lampiran 2 : Tabel Konversi *Sigma***



**Universitas Indonesia**

## Sigma To Cpk Conversion Table

Sigma	Cpk
1.5	0.50
3.00	1.00
3.50	1.17
4.00	1.33
4.50	1.50
5.00	1.67
6.00	2.00

[http://www.isixsigma.com/library/content/sigma\\_cpk\\_conversion\\_table.asp](http://www.isixsigma.com/library/content/sigma_cpk_conversion_table.asp)



**Lampiran 3 : Tabel Skala FMEA**



**Universitas Indonesia**

**Lampiran 4 : Tabel Konversi *Sigma* ke Cpk**



**Universitas Indonesia**

**Lampiran 5 : Form Performa Proses**



**Universitas Indonesia**

## PERFORMA PROSES

Tanggal  
Jumlah Order

Diketahui	Dicek	Dibuat

Mill 1

Tanggal	Jumlah Cacat (Ton)	Kategori Nilai	Nilai	Keterangan
		Nilai DPU		
		Nilai Opp.		
		Nilai DPMO		
		Nilai Sigma		
		Nilai CPK		
<b>Total</b>		Nilai Yield		

Catatan

Mill 2

Tanggal	Jumlah Cacat (Ton)	Kategori Nilai	Nilai	Keterangan
		Nilai DPU		
		Nilai Opp.		
		Nilai DPMO		
		Nilai Sigma		
		Nilai CPK		
<b>Total</b>		Nilai Yield		

Catatan



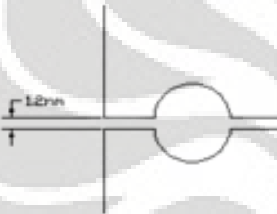
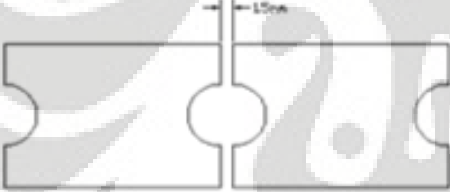
**Lampiran 6 : SOP Setting Roll**



**Universitas Indonesia**

	STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP)	No. Dok	:
	BAGIAN: TUBE MILL	Revisi	:
	ZONE : SETTING ROLL	Tanggal	:
		Halaman	:

DIBUAT OLEH :	DISETUJUI OLEH :
Rony R	

GAMBAR / ILUSTRASI	URUTAN KERJA	PERHATIAN
<p data-bbox="129 325 349 352">Setting tekanan roll</p>  <p data-bbox="280 783 461 810">Ukur lebar celah</p> 	<p data-bbox="517 325 672 347">Persiapan Kerja :</p> <ol data-bbox="517 357 1249 453" style="list-style-type: none"> <li>Masukan ujung slit coil melewati Roll dengan di tekan, setting tekanan sesuai tebal dan lebar slit yang akan diproduksi .</li> <li>Ukur Celah antar Roll Sesuai Standar, dengan menggunakan penggaris ketebalan</li> </ol> <div data-bbox="566 475 658 497">Stand Roll</div>  <p data-bbox="1384 549 1675 571">Celah yang di jinkan Max 1.2 mm</p> <div data-bbox="566 715 658 737">Side Roll</div>  <p data-bbox="1384 740 1675 762">Celah yang di jinkan Max 1.5 mm</p> <ol data-bbox="517 957 936 979" style="list-style-type: none"> <li>Cek diameter Steel Tube dengan Jig Go Nogo</li> </ol>	<p data-bbox="1682 357 2024 405">* Tekan Roll sesuai dengan batas lebar celah yang di jinkan</p>
<p data-bbox="456 1114 658 1136">STANDARD KWALITAS</p> <ol data-bbox="107 1139 591 1187" style="list-style-type: none"> <li>Steel Tube memiliki dimensi dengan toleransi 0.40.5mm</li> <li>Las/Seam harus memiliki kelurusan yang bagus</li> </ol>	<p data-bbox="1227 1114 1464 1136">ALAT PELINDUNG KERJA</p> <ol data-bbox="1025 1139 1173 1187" style="list-style-type: none"> <li>Helm</li> <li>Sepatu Safety</li> </ol>	<p data-bbox="1778 1114 1957 1136">TOOL / MACHINE</p> <ol data-bbox="1682 1139 1823 1187" style="list-style-type: none"> <li>Kunci Inggris</li> <li>Jig Go Nogo</li> </ol>

**Lampiran 7 : Standar *Steel Tube* IMS**



**Universitas Indonesia**

Applications According To Class Specified In JIS

STANDAR NO	CLASS		SYMBOL	APPLICATIONS
JIS G3141  Carbon Steel Tube For Machine structural Purposes	Class 11	A	STKM 11 A	Exshause Pipe , Steering , Bicycle Frame , Muffler Pipe , Cable Clamp , Side Grip , Brake pedal , Ect
	Class 13	A	STKM 13 A	Propeller Shaft , Steering System Cross Member , Keep Pipe , Ect
	Class 13		STKM 13 H	Pipe Comp Steering Head
	Class 18		STKM 18 H	Hidraulic Colum, Main Pipe

JIS G3472( Japanese Industrial Standard For Electric Resistance Welded Carbon Steel Tubes For Autmb Struct Purps)

Chemical Composition

SYMBOL	CHEMICAL COMPOSITION				
	C	Si	Mn	P	S
STAM 290 GA	0.12 max	0.35 max	0.60 max	0.035 max	0.035 max
STAM 290 GB					
STAM 340 G	0.20 max	0.35 max	0.60 max	0.035 max	0.035 max
STAM 390 G	0.25 max	0.35 max	0.30 -- 0.90	0.035 max	0.035 max
STAM 440 G	0.25 max	0.35 max	0.30 -- 0.90	0.035 max	0.035 max
STAM 440 H					
STAM 470 G	0.25 max	0.35 max	0.30 -- 0.90	0.035 max	0.035 max
STAM 470 H					
STAM 500 G	0.30 max	0.35 max	0.30 -- 1.00	0.035 max	0.035 max
STAM 500 H					
STAM 540 H	0.30 max	0.35 max	0.30 -- 1.00	0.035 max	0.035 max

Mechanical Properties

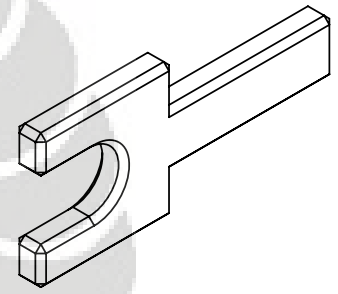
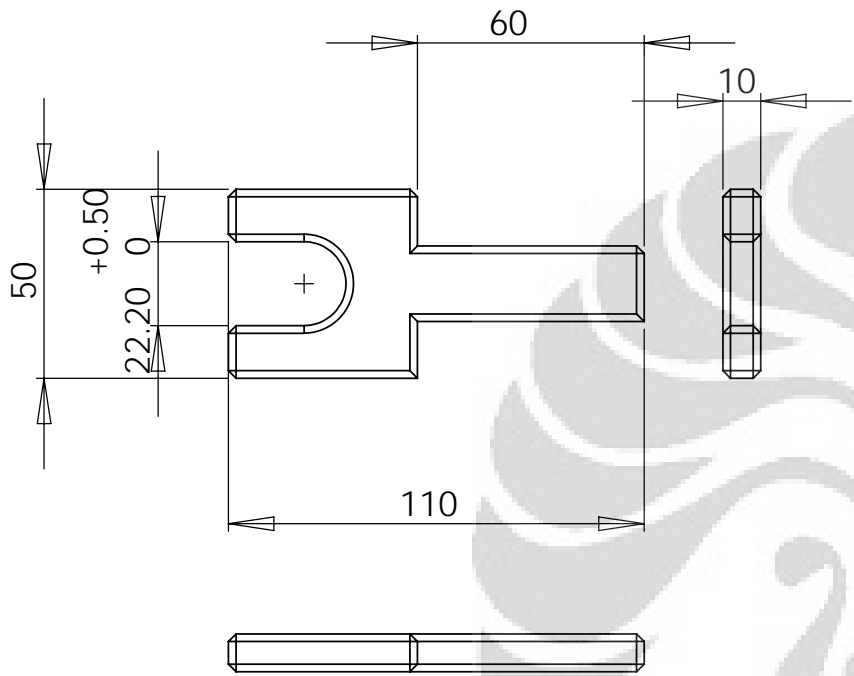
SPECIES	SYMBOL	TS N/mm <sup>2</sup>	Y.P N/mm <sup>2</sup>	Elongation	Flaring Standard
				11.12 No.11.12 Test pc.	
G	STAM 290 GA	290 min	175 min	40 min	1.25 D
	STAM 290 GB	290 min	175 min	35 min	1.20 D
	STAM 340 G	340 min	195 min	35 min	1.20 D
	STAM 390 G	390 min	235 min	30 min	1.20 D
	STAM 440 G	440 min	305 min	25 min	1.15 D
	STAM 470 G	470 min	325 min	22 min	1.15 D
	STAM 500 G	500 min	355 min	18 min	1.15 D
H	STAM 440 H	440 min	355 min	20 min	1.15 D
	STAM 470 H	470 min	410 min	18 min	1.10 D
	STAM 500 H	500 min	430 min	16 min	1.10 D
	STAM 540 H	540 min	480 min	13 min	1.05 D



**Lampiran 8 : Gambar Jig Go No Go**



**Universitas Indonesia**



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
 SURFACE FINISH:  
 TOLERANCES:  
 LINEAR:  
 ANGULAR:

FINISH:  
 HRC - 36

DEBUR AND  
 BREAK SHARP  
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	Rony R		28 Nov 08		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

TITLE:

-

MATERIAL:  
 SS 41

DWG NO.  
 16.8-ig Go Nogo Steel Tube

**Lampiran 9 : Form Control**



**Universitas Indonesia**

