

# PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN METODE SIX SIGMA PADA PRODUK *REWORK SQUARE MECHANICAL TUBE* PADA PT INDONESIA STEEL TUBE WORKS

Ayu Fauziyah N. H.<sup>1)</sup>, Nia Budi Puspitasari S.T.,M.T.<sup>2)</sup>

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro

## Abstrak

*Persaingan yang terus meningkat membuat banyak perusahaan berlomba-lomba untuk meningkatkan kualitas produk mereka. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengendalikan kualitas produksi untuk menekan jumlah cacat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penyebab cacat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Six Sigma. Penelitian ini dilakukan pada PT Indonesia Steel Tube Works, salah satu perusahaan yang memproduksi rectangular mechanical tube. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data produk cacat yang terjadi pada rework rectangular mechanical tube. Data yang digunakan diperoleh dari observasi secara langsung, wawancara dan dokumentasi. Hasil dari penelitian ini adalah produk rework rectangular mechanical tube memiliki sebelas data yang out of control pada p-chart iterasi 0. Namun pada iterasi 1 setelah data out of control dieliminasi, semua data menjadi dalam batas kontrol. Nilai DPMO pada produk ini sebesar 7115,109 dan level sigmanya sebesar 3,95. Berdasarkan pareto diagram diketahui bahwa cacat sebab material tertinggi adalah bopeng sebesar 63,1% dan cacat sebab proses tertinggi adalah mp gores sebesar 6,1%. Berdasarkan fishbone diagram, diketahui bahwa cacat mp gores dipengaruhi oleh aspek man, machine, materials, environment, dan method.*

**Kata kunci:** *Quality control, Six Sigma, P-Chart, Pareto Diagram, Fishbone Diagram*

## Abstract

*Increasing competition makes many companies vying to improve the quality of their products. One of the efforts that can be done is to control the quality of production to reduce the number of defects. This study aims to determine the causes of defects. The method used in this research is Six Sigma. This research was conducted at PT Indonesia Steel Tube Works, a company that produces rectangular mechanical tubes. The data used in this study is data on defective products that occur in rectangular mechanical tube rework. The data used were obtained from direct observation, interviews and documentation. The result of this research is that the rectangular mechanical tube rework product has eleven out-of-control data on the p-chart iteration 0. However, in iteration 1 after the out-of-control data is eliminated, all data are within control limits. The DPMO value for this product is 7115.109 and the sigma level is 3.95. Based on the Pareto diagram, it is known that the highest material defect is pockmarked at 63.1% and the highest process defect is MP scratch at 6.1%. Based on the fishbone diagram, it is known that the MP scratch defects are influenced by aspects of man, machine, materials, environment, and method.*

**Keywords:** *Quality control, Six Sigma, P-Chart, Pareto Diagram, Fishbone Diagram*

## 1. Pendahuluan

PT Indonesia Steel Tube Works (PT ISTW) merupakan perusahaan *joint-venture* antara Jepang dan Indonesia yang mana berpengalaman lebih dari 40 tahun dalam memproduksi tabung baja dan pipa. Produk yang dihasilkan oleh PT ISTW juga cukup beragam seperti *Round Mechanical Tube, Square Mechanical Tube, Rectangular Mechanical Tube, Oval Mechanical Tube, Steel Pipe, Round Pipe, Galvanized pipe, Pipe for general*, dan *Construction*. Dalam penelitian ini akan berfokus pada *Rectangular Mechanical Tube* yang

berdimensi 100.0 x 50.0 mm yang diproduksi untuk PT. Mitsubishi Motor Krama Yudha Indonesia.

Proses produksi *Rectangular Mechanical Tube* terdiri dari *jointing, hopper, forming, welding, sizing, cutting*, inspeksi, *piller, facing*, dan inspeksi. Pada saat proses produksi, PT ISTW menerapkan total inspeksi dan *build in quality* sehingga setiap *defect* dapat ditemukan dengan cepat dan sesegera mungkin melakukan perbaikan. Berdasarkan hasil wawancara dengan ketua tim *Quality Assurance* PT ISTW, meskipun perusahaan secara rutin melakukan inspeksi tetap saja ada produk yang

*defect*. PT ISTW menerapkan prinsip perbaikan terus menerus, oleh karena itu perusahaan ingin terus meningkatkan kualitas proses produksinya.

PT ISTW ingin memiliki *zero defect* atau *Defect Per Unit* (DPU) sebesar 0 agar dapat memaksimalkan *input material*. Berdasarkan grafik di atas, terlihat bahwa gap antara DPU actual dan target DPU tidak begitu jauh. Akan tetapi, masih sering ditemukan *defect* pada saat proses produksi, baik cacat material ataupun cacat proses. Cacat yang umum terjadi pada material adalah bopeng dan keropos, sedangkan cacat yang terjadi pada saat proses produksi seperti pahat cekung, pahat kasar, serabut, dll. *Defect* yang terjadi menyebabkan PT ISTW tidak dapat memaksimalkan *input materialnya* dan terdapat banyak produk yang terbuang. Untuk itu diperlukan penerapan suatu metode untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan melakukan perbaikan untuk mengurangi cacat. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah *six sigma* yang mana akan dipakai sebagai metodologi dalam penelitian ini. Six sigma adalah strategi yang menggunakan metode sistematis dalam pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber-sumber variasi dan cara-cara untuk menghilangkannya.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Kualitas

Pengendalian kualitas statistik adalah suatu sistem untuk menjaga standard kualitas hasil produksi pada tingkat biaya yang minimum dan merupakan suatu bantuan untuk mencapai efisiensi perusahaan. Pada dasarnya pengendalian kualitas statistik merupakan penggunaan metode statistik untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam menentukan dan mengawasi kualitas hasil produksi (Heizer & Render, 2004). Dalam konteks pengendalian proses statistical dikenal dua jenis data, yaitu (Heizer & Render, 2004):

#### 1. Data Atribut

Merupakan data kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan untuk keperluan pencatatan atau analisis. Data atribut bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu ringkasan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan, maka catatan itu disebut sebagai "atribut".

#### 2. Data Variabel

Merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variable bersifat kontinyu. Jika suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan aktual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur disebut sebagai variable.

## 2.2 Six Sigma

*Sigma* dalam statistik digunakan untuk merepresentasikan standar deviasi yang menyatakan suatu nilai simpangan terhadap nilai tengah dari hasil pengukuran terhadap suatu proses. *Six Sigma* digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap produk yang cacat dalam sebuah proses, dimana pada level six sigma menunjukkan bahwa jumlah produk cacat dalam satu juta kesempatan adalah sebesar 3,4 (Brue, 2002). *Six Sigma* berfokus pada eliminasi variasi proses dan produk yang cacat. Berikut ini merupakan keuntugan yang diperoleh dari *Six Sigma* (Brue, 2002):

*Six Sigma* dilakukan dengan lima tahap, yang dikenal sebagai DMAIC. Berikut ini merupakan penjelasan dari lima tahap DMAIC menurut (Basu, 2003).

1. Define, pada tahap ini yang dilakukan adalah mendefinisikan masalah secara detail dan pemilihan proyek.
2. Measure, pada tahap ini yang dilakukan adalah mengukur proses kinerja proses pada saat sekarang.
3. Analyze, pada tahap ini yang dilakukan adalah analisis faktor penyebab terjadinya masalah dan pengaruh dari faktor tersebut.
4. Improve, pada tahap ini yang dilakukan adalah membuat saran perbaikan sebagai upaya perbaikan.
5. Control, pada tahap ini yang dilakukan adalah mengawasi implementasi perbaikan, melakukan evaluasi terhadap implementasi perbaikan, dan menetapkan Standard Operating Procedure (SOP).

Tingkat pencapaian sigma dapat dilihat dalam Tabel 1. berikut Sumber: (George, 2002).

**Tabel 1. Sigma Level**

Level Sigma	DPMO
6-sigma	3,4
5-sigma	233
4-sigma	6.210
3-sigma	66.807
2-sigma	308.537
1-sigma	690.000

## 2.3 Defect

*Defect* merupakan segala sesuatu yang tidak sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pelanggan (Montgomery, 2009). Berikut ini merupakan terminologi yang menjadi kunci utama (Montgomery, 2009):

#### 1. DPU (*Defect Per Unit*)

DPU merupakan rasio jumlah cacat per satu unit yang dihitung dengan cara jumlah cacat yang terjadi dibagi dengan jumlah unit yang diproduksi.

#### 2. DPMO (*Defect Per Million Opportunity*)

*Defect* adalah kegagalan untuk memberikan "apa yang diinginkan oleh pelanggan, sedangkan *Defect Per Opportunities* (DPO)

merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.

### 3. Defect per Million Opportunities (DPMO)

DPMO merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan per satu juta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Sigma* Motorola sebesar 3,4 DPMO seharusnya tidak diinterpretasikan sebagai 3,4 unit output yang cacat dari satu juta unit output yang diproduksi, tetapi diinterpretasikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan gagal dari suatu karakteristik CTQ adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan.

## 2.4 Tools Six Sigma

Dalam melakukan pengendalian kualitas menggunakan *six sigma* dibutuhkan berbagai macam tools pada setiap tahapannya. Berikut merupakan beberapa tools yang dapat dipakai pada metode *six sigma*:

### 1. Diagram SIPOC

Analisa SIPOC adalah cara sederhana untuk mengidentifikasi pemasok dan masukan mereka ke dalam proses, urutan proses, keluaran proses, dan kepentingan pemasok terhadap keluaran (Saludin, 2016).

### 2. P-Chart

Pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) dan banyaknya kesalahan (*np-chart*) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan. Perbandingan antara banyaknya cacat dengan semua pengamatan, yaitu setiap produk yang diklasifikasikan sebagai “diterima” atau “ditolak” (yang diperhatikan banyaknya produk cacat). Peta pengendali proporsi digunakan bila kita memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) maupun banyaknya kesalahan (*np-chart*). Namun bila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan tersebut akan melakukan 100% inspeksi maka kita harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*) (Poerwanto, 2012).

### 3. Pareto Chart

Diagram Pareto (Pareto Analysis) adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah atas cacat untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah (Heizer & Render,

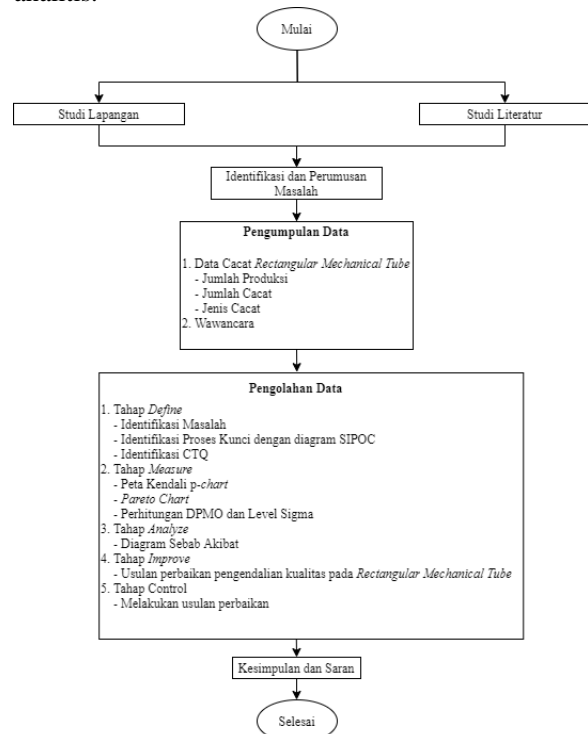
2004). Diagram ini berdasarkan pekerjaan Vilfredo Pareto, seorang pakar ekonomi di abad ke-19. Joseph M. Juran mempopulerkan pekerjaan Pareto dengan menyatakan bahwa 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang hanya 20%.

### 4. Fishbone Diagram

Alat ini dikembangkan pertama kali pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas Jepang, yaitu Kaoru Ishikawa. Pada awalnya diagram ini digunakan oleh bagian pengendali kualitas untuk menemukan potensi penyebab masalah dalam proses manufaktur yang biasanya melibatkan banyak variasi dalam sebuah proses. Fishbone Diagram atau Diagram Sebab Akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang terjadi (Nasution, 2005). Diagram sebab dan akibat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis suatu proses atau situasi dan menemukan kemungkinan penyebab suatu persoalan atau masalah yang terjadi.

## 3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan merupakan penelitian kualitatif yang datanya berupa jenis cacat dan dapat dianalisis secara statistic dan analitis.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data kuantitas jenis cacat dari produksi *rectangular mechanical tube* pada bulan Oktober - Desember 2020. Data cacat produk *rework rectangular mechanical tube* ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Data NG MKM 100-50**

Tanggal	Jumlah Produksi	Cacat
1-Oct	508	28
2-Oct	572	92
8-Oct	30	0
9-Oct	590	40
12-Oct	540	60
13-Oct	340	70
15-Oct	154	4
16-Oct	532	52
19-Oct	474	24
20-Oct	508	28
21-Oct	530	50
22-Oct	78	18
27-Oct	430	40
28-Oct	422	32
30-Oct	108	0
02-Nov	510	48
05-Nov	450	30
06-Nov	630	60
09-Nov	540	60
10-Nov	568	88
14-Nov	456	66
16-Nov	562	82
18-Nov	162	12
19-Nov	412	22
20-Nov	580	40
25-Nov	526	46
26-Nov	416	26
27-Nov	542	32
01-Dec	534	54
04-Dec	502	52
07-Dec	534	24
14-Dec	526	16
15-Dec	524	14
16-Dec	508	28
29-Dec	490	10
Total	15788	1348

Sumber: PT Indonesia Steel Tube Works

##### 4.2 Pengolahan Data

###### 4.2.1 Define

Pada tahap ini akan dilakukan pendefinisian masalah, tujuan penelitian, dan lingkup pada proses. Berikut merupakan tahapannya:

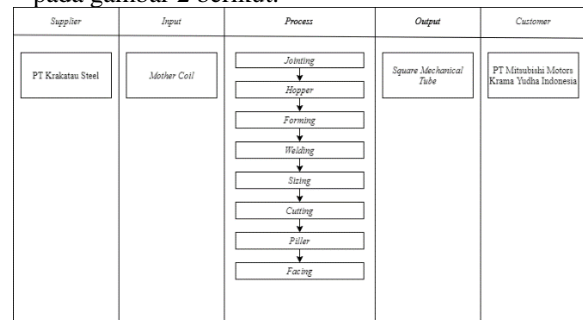
###### 1. Identifikasi Masalah

PT Indonesia Steel Tube Works melakukan inspeksi yang ketat sebagai upaya pengendalian

qualitas produknya. Dari awal material dikirim, pihak PT ISTW akan menginspeksi visualnya terlebih dahulu untuk mengurangi resiko produk gagal. PT Indonesia Steel Tube Works menerapkan sistem *build in quality*, dimana operator juga bertugas mengecek kualitas produknya. Hal ini dilakukan sebagai upaya mengurangi kegagalan produk dalam sisi ukuran (panjang, diameter, ketebalan, dll). Sedangkan untuk inspeksi secara visual akan dibantu dengan pengawasan oleh *leader*. PT ISTW melakukan inspeksi total untuk menjaga mutu produknya, akan tetapi masih saja ada produk *defect* yang terjadi. Hal ini dapat diakibatkan oleh material itu sendiri ataupun proses pengerjaan yang kurang sesuai.

###### 2. Diagram SIPOC

SIPOC diagram digunakan untuk mengidentifikasi tiap elemen yang terdapat dalam proses produksi, dari *supplier* hingga *customer*. Diagram ini merangkum *input* dan *output* dari satu proses atau lebih. Diagram SIPOC untuk proses produksi *rectangular mechanical tube* di PT Indonesia Steel Tube Works dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



**Gambar 2. Diagram SIPOC**

###### 3. Critical To Quality (CTQ)

Penetapan CTQ yang berkaitan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan akan bergantung pada situasi dan kondisi dari tiap perusahaan. Suatu produk dapat dinyatakan cacat jika kriteria cacat tersebut diketahui. Hasil pemeriksaan pada PT ISTW menunjukkan bahwa jenis cacat produk *rework rectangular mechanical tube* yang sering ditemukan dapat dilihat pada table 3 berikut.

**Tabel 3. Jenis CTQ**

No	Jenis CTQ	Penyebab	Keterangan
1	Keropos	Material	
2	Bopeng	Material	
3	Krt Coil	Material	
4	MP Gores	Proses	Tergores benda tajam saat proses pada piler
5	Pahat Kasar	Proses	Adjust pahat tidak tepat, pahat aus atau gumpil, pipa

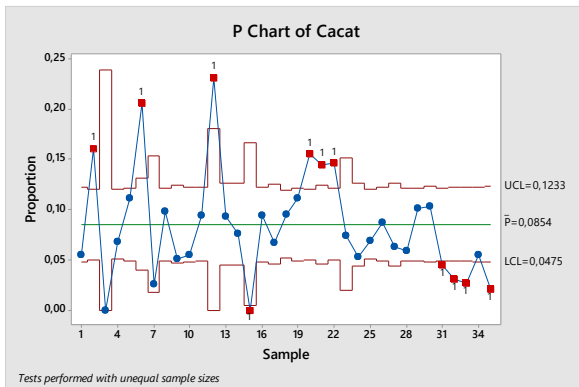
			muntir saat proses di mill, adjust pahat tidak tepat
6	Laminasi	Material	
7	Kulit Jeruk	Material	
8	MP Dekok	Proses	Terkena lumpur yang menempel di roll
9	Luka Kuku	Proses	Roll slip, kotoran menempel di roll
10	MP Bengkok	Proses	Terbentur benda lain saat proses dan handling
11	Serabut	Proses	Serabut slit nempel di roll
12	Pahat Cekung	Proses	Adjust roll square tidak tepat, roll square aus

#### 4.2.2 Measure

Tahap ini merupakan langkah operasional dalam peningkatan kualitas.

##### 1. P-Chart

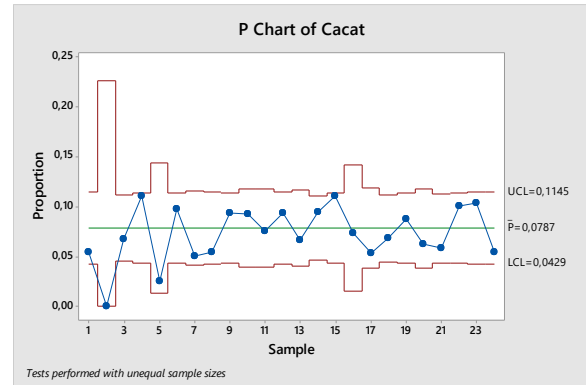
Peta kendali merupakan salah satu alat yang digunakan untuk memonitor variasi proses secara terus menerus. Dalam penelitian kali ini, data yang digunakan adalah data atribut atau data kualitatif dan jumlah produksi tiap harinya tidaklah sama sehingga peta kendali yang cocok adalah *p-chart*. Peta kendali *p* untuk cacat produk *rework rectangular mechanical tube* menggunakan bantuan *software* minitab dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



**Gambar 3. P-Chart Tahap 0**

Dari gambar 5.2 terlihat bahwa data 2, 6, 12, 15, 20, 21, 22, 31, 32, 33, dan 35 berwarna merah dimana data tersebut melanggar *rules number 1*, yaitu data berada pada daerah *out of control*. Oleh karena itu data tersebut dapat

dieleminasi, sehingga *p chart* tahap 1 dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



**Gambar 4. P-Chart Tahap 1**

Setelah melakukan eliminasi data, terlihat pada gambar 4. bahwa semua data telah di dalam batas kendali dengan nilai rata-rata proporsi cacat sebesar 0,0787.

##### 2. DPMO dan Level Sigma

Berdasarkan table 2, diketahui bahwa total produksi sebesar 15788 unit dan total produk cacat sebesar 1348 unit. Maka, berikut merupakan perhitungan level sigma untuk produksi *rework rectangular mechanical tube*:

- *Level Disability (DPU)*

$$DPU \text{ dapat dihitung sebagai berikut.}$$

$$DPU = \frac{\text{jumlah defects}}{\text{jumlah produksi}} = \frac{1348}{15788} = 0,085$$

- *Critical To Quality (CTQ)*

CTQ merupakan jumlah jenis-jenis *defects* yang penting dan harus diperbaiki agar menghasilkan kualitas produk yang baik. Terdapat 12 jenis *defects* yang penting selama proses produksi *rework square mechanical tube* yang dijabarkan pada table 5.2.

- *Defect per Million Opportunities (DPMO)*

DPMO dapat dihitung sebagai berikut.

$$DPMO = \frac{DPU}{CTQ} \times 10^6$$

$$= \frac{0,085}{12} \times 10^6$$

$$= 7115,109$$

- *Level Sigma*

Level sigma dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Level Sigma} = \text{NORMSINV} \left( 1 - \frac{DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$= \text{NORMSINV} \left( 1 - \frac{7115,109}{1.000.000} \right) + 1,5$$

$$= 3,95$$

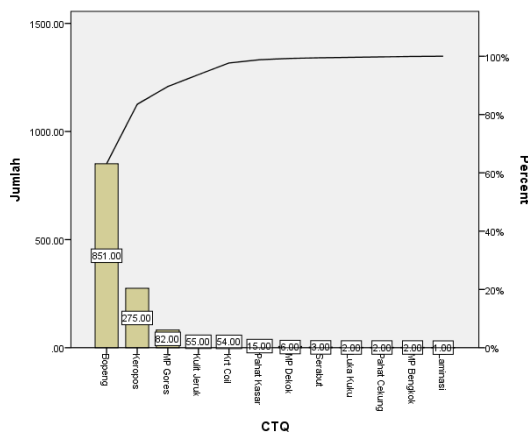
Nilai sigma sebesar 3,95 dengan DPMO 7115,109 menunjukkan bahwa setiap 1.000.000 kali, probabilitas menghasilkan produk yang cacat adalah sebesar 7115,109 atau mendekati 7115 produk.

### 3. Pareto Chart

Analisis menggunakan pareto chart digunakan untuk menemukan prioritas *defect* untuk dikontrol dalam penelitian. Persentase cacat pada masing-masing CTQ pada bulan Oktober – Desember 2020 dapat dilihat pada table 4 berikut.

**Tabel 4. Persentase Defect Tiap Jenis CTQ**

No	Jenis CTQ	Jumlah Cacat	Persentase	Persentase Kumulatif
1	Keropos	275	20,4%	20,4%
2	Bopeng	851	63,1%	83,5%
3	Krt Coil	54	4,0%	87,5%
4	MP Gores	82	6,1%	93,6%
5	Pahat Kasar	15	1,1%	94,7%
6	Laminasi	1	0,1%	94,8%
7	Kulit Jeruk	55	4,1%	98,9%
8	MP Dekok	6	0,4%	99,3%
9	Luka Kuku	2	0,1%	99,5%
10	MP Bengkok	2	0,1%	99,6%
11	Serabut	3	0,2%	99,9%
12	Pahat Cekung	2	0,1%	100,0%



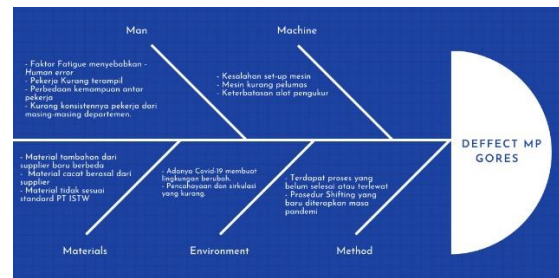
**Gambar 5. Pareto Chart**

Dari gambar 5 diketahui bahwa cacat tertinggi pertama adalah bopeng sebesar 63,1% dan cacat tertinggi kedua adalah keropos sebesar 20,4%. Kedua jenis cacat tersebut merupakan jenis cacat material, yang mana tidak dapat dikontrol. Kemudian jenis cacat ketiga adalah MP gores sebesar 6,1% yang merupakan jenis cacat proses. Jenis cacat proses merupakan jenis cacat yang dapat dikontrol.

### 4.2.3 Analyse

Pada tahap ini akan dilakukan analisis faktor penyebab terjadinya masalah dan pengaruh dari faktor tersebut menggunakan fishbone diagram. Berdasarkan hasil pareto chart pada gambar 5, diketahui bahwa jenis cacat tertinggi pertama dan kedua adalah bopeng dan keropos, yaitu jenis cacat material sehingga tidak dapat diperbaiki. Kemudian untuk jenis cacat tertinggi kedua yaitu MP gores yang termasuk cacat proses. Analisis faktor penyebab cacat jenis MP gores menggunakan

fishbone diagram dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



**Gambar 6. Fishbone Diagram Analisis MP Gores**

### 4.2.4 Improve

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan solusi untuk memenuhi atau melebihi tujuan perbaikan. Berikut merupakan solusi untuk cacat MP Gores:

- **Man**  
Pelatihan merupakan peningkatan terorganisir dari keterampilan dan aspek lainnya yang dibutuhkan bagi staff untuk melaksanakan proses secara efisien (Saleem, et al., 2011). Oleh karena itu, pekerja sebaiknya diberi pelatihan secara berkala sebagai pengingat prosedur. Selain itu, *reward and punishment* dapat membuat karyawan merasa tersanjung dengan penghargaan yang diberikan oleh perusahaan dan hal tersebut mendorong motivasi karyawan untuk bekerja lebih keras dan menghasilkan kinerja yang lebih baik (Panekenan, et al., 2019). Sehingga perlu diberikan program *reward and punishment* untuk para pekerja.
- **Machine**  
Analisis penggantian teknologi dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan posisi kompetitif perusahaan. Selain itu, penggantian peralatan dari manual ke otomatis adalah salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi (Susanti, et al., 2011). Dengan melakukan analisis ini terutama untuk *recutting*, diharapkan hasil *cutting* dapat menjadi lebih presisi untuk mengurangi *defect* yang ada. Analisis produktivitas mesin juga perlu dilakukan mengingat usianya yang sudah cukup tua.
- **Method**  
Hanya SOP yang relevan dalam versi saat ini yang harus tersedia di tempat penggunaan dan harus tetap dapat dibaca. Oleh karena itu, SOP (*Standard Operating Procedure*) harus terus diperbaharui sesuai dengan perkembangan zaman (Kishu, 2011).
- **Materials**  
Keputusan supplier merupakan salah satu aspek yang paling penting yang mana firma

harus masukkan dalam proses strategi. Analisis supplier baik dari segi seberapa banyak material cacat tiap supplier dan dihitung antara satu *supplier* dengan *supplier* lainnya manakah yang lebih menguntungkan (Gonzalez & Quesada, 2003). Hal ini perlu dilakukan dikarenakan cacat yang disebabkan material justru jauh lebih tinggi angkanya dibandingkan dengan cacat proses.

- *Environment*

Ketika meningkatkan pencahayaan pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian secara visual dilakukan, *jobsatisfaction* dapat meningkat (Juslen & Tenner, 2005). Kemudian diketahui bahwa karyawan dengan kepuasan kerja yang lebih tinggi telah menunjukkan skor evaluasi kinerja yang lebih tinggi (Shaju & Subhashini, 2017). Sehingga dapat dilakukan analisis penentuan jumlah lampu terutama pada saat shift malam. Lampu yang digunakan lebih baik berwarna putih dan LED. Dalam lingkungan kerja, temperature ruangan yang baik dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi stress pada pekerja (Khaled & Haneen, 2017). Kualitas udara juga sangat berpengaruh pada kesehatan, kenyamanan, dan performansi kerja para pekerja (Ossama, et al., 2006). Sehingga, dapat dilakukan pula analisis penentuan jumlah ventilasi dan kipas untuk pekerja agar tidak terlalu panas dan gerah saat berada di dalam pabrik produksi pipa.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di PT Indonesia Steel Tube Works, berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil:

1. Terdapat 12 jenis cacat pada proses *rework rectangular mechanical tube*, yaitu keropos, bopeng, karat coil, mp gores, pahat kasar, laminasi, kulit jeruk, mp dekok, luka kuku, mp bengkok, serabut, dan pahat cekung. Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis, diketahui bahwa bopeng adalah penyebab cacat tertinggi yang disebabkan oleh materialnya. Sedangkan mp gores merupakan penyebab cacat tertinggi yang disebabkan oleh proses. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab *defect* mp gores meliputi aspek *man*, *machine*, *method*, *materials*, dan *environment*. Pada aspek *man*, *defect* disebabkan oleh *human error*, karyawan baru yang kurang terampil, kesenjangan pemahaman antar karyawan, dan kurangnya konsistensi. Selanjutnya pada aspek *machine*, *defect* disebabkan oleh kesalahan *set up* mesin, kurangnya pelumas pada mesin, dan terbatasnya alat pengukur. Pada aspek *method*, *defect* disebabkan oleh ketidaksesuaian prosedur dan pengadaan shift malam yang

dapat mempengaruhi konsentrasi pekerja. Lalu pada aspek *environment*, penyebab *defect* meliputi penggunaan masker di tempat kerja dan kurangnya pencahayaan serta sirkulasi udara. Aspek terakhir adalah *materials*, dimana pada aspek ini *defect* disebabkan oleh material yang didapatkan dari *dummy supplier* tidak sama dengan material supplier utama dan ketidaksesuaian material dengan standard PT ISTW.

2. Usulan perbaikan meliputi aspek *man*, *machine*, *method*, *materials*, dan *environment*. Pada aspek *man*, usulan yang diberikan seperti memberi pelatihan secara berkala dan memberikan program *reward* serta *punishment* untuk para pekerja. Kemudian pada aspek *machine*, usulan perbaikan meliputi analisis pergantian mesin yang lebih otomatis terutama untuk *recutting* dan menganalisis ulang produktivitas mesin. Dari segi *method*, usulan perbaikannya berupa perbaikan SOP sesuai dengan perkembangan zaman. Usulan perbaikan dari segi material adalah pengadaan analisis supplier. Aspek terakhir adalah perbaikan *environment* seperti analisis penentuan jumlah lampu terutama saat shift malam dan analisis jumlah ventilasi serta kipas untuk pekerja.

## Daftar Pustaka

- Brue, G., 2002. *Six Sigma for Manager*. Jakarta: Canary.
- Gasperz, 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- George, 2002. *Lean Six Sigma For Service*. MC Graw Hill: s.n.
- Gonzalez, M. E. & Quesada, G., 2003. Determining The Importance of The Supplier Selection Process in Manufacturing. *Emerald*, pp. 492-504.
- Heizer, J. & Render, B., 2004. *Operations Management, 7th Edition*. New Jersey: Pearson Education. Inc.
- Juslen, H. & Tenner, A., 2005. Mechanisms Involved in Enhancing Human Performance by Changing The Lightning in The Industrial Workplace. *Industrial Ergonomics*, pp. 843-855.
- Khaled, A.-O. & Haneen, O., 2017. The Influence of Work Environment on Job Performance: A Case Study of Engineering Company in Jordan. *Applied Engineering Research*, pp. 15544-15550.
- Kishu, M., 2011. Quality Assurance: Importance os Systems and Standard Operating Procedures. *Perspective in Clinical Research*, pp. 34-37.
- Mikel J. Harry, R. R. S. D. R. L., 2000. *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy*

- Revolutionizing the World's Top Corporations*. New York: Doubleday.
- Montgomery, D. C., 2009. *Statistical Quality Control: A Modern Introduction 7th Edition*. United States: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Ossama, Gamal & Amal, 2006. *Correlation Between Indoor Environmental Quality and Productivity in Buildings*. Cairo, Science Direct.
- Pande, 2002. *The Six Sigma Way*. Yogyakarta: Andi.
- Panekenan, R. M., Tumbuan, W. & Rumokoy, F. S., 2019. The Influence of Reward and Punishment Toward Employee's Performance. *EMBA*, pp. 471-480.
- Saleem, Mehwish, S. & Naseem, 2011. Degree of Influence of Training and Development on Employee's Behavior. *International Journal of Computing and Business Research*, pp. 2229-6166.
- Shaju & Subhashini, 2017. A Study on The Impact of Job Satisfaction on Job Performance of Employees Working in Automobile Industry, Punjab, India. *Management Research*, pp. 117-130.
- Susanti, Sutopo & Ngadiman, 2011. Equipment Replacement Analysis from Manual Line to Automatic Line in Palletizing Activities. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.