



TUGAS AKHIR - SS145561

**ANALISIS PROSES KAPABILITAS PRODUKSI PIPA  
*ELECTRICAL RESISTANCE WELDED* (ERW) JENIS  
PERABOT DI PT XYZ**

BINTI FATMAWATI  
NRP 1312 030 071

Dosen Pembimbing  
Drs. Haryono, MSIE.

PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



**FINAL PROJECT - SS145561**

**CAPABILITY PROCESS ANALYSIS FOR ELECTRICAL  
RESISTANCE WELDED (ERW) PIPE AT PT XYZ**

**BINTI FATMAWATI  
NRP 1312 030 071**

Supervisor  
Drs. Haryono, MSIE.

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PROSES KAPABILITAS PRODUKSI PIPA *ELECTRICAL RESISTANCE WELDED (ERW) JENIS PERABOT DI PT XYZ*

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada

Program Studi Diploma III Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**BINTI FATMAWATI**  
NRP. 1312 030 071

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Des. Haryono, MSIE.  
NIP. 19520919 197901 1 001



Mengetahui  
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



Dr. Muhammad Mashuri, MT.  
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2015

**ANALISIS PROSES KAPABILITAS PRODUKSI PIPA  
*ELECTRICAL RESISTANCE WELDED (ERW) JENIS  
PERABOT DI PT XYZ***

**Nama** : **Binti Fatmawati**  
**NRP** : **1312 030 071**  
**Jurusan** : **D-III Statistika**  
**Fakultas** : **Statistika FMIPA ITS**  
**Dosen Pembimbing** : **Drs. Haryono, MSIE.**

**Abstrak**

Salah satu metode untuk memonitor proses produksi dengan diagram kontrol adalah dengan Statistical Process Control (SPC). PT XYZ merupakan produsen pipa baja terbesar di Indonesia berdasarkan kapasitas produksi. Meskipun sudah melakukan perbaikan kualitas, tetap masih ada produk yang cacat karena tidak memenuhi karakteristik kualitas. Pada penelitian ini akan dilakukan pengendalian kualitas produksi pipa ERW jenis pipa perabot di PT XYZ menggunakan peta kendali  $\bar{p}$  untuk proporsi cacat dan peta kendali  $\bar{u}$  untuk jumlah cacat hingga proses terkendali dan dianalisa kapabilitas proses. Kemudian jenis cacat yang menjadi penyebab dominan ketidaksesuaian dengan diagram pareto serta penyebab dari ketidaksesuaian tersebut. Proses produksiberdasarkan karakteristik kecacatan Juli 2014 menunjukkan pada periode tersebut terjadi penurunan kualitas pada mesin MILL. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  sebesar 0,6082; 0,62358; dan 0,23683 untuk peta  $\bar{p}$  dan 0,35698 untuk peta  $\bar{u}$  yang berarti proses belum kapabel. Berdasarkan diagram pareto, jenis cacat yang paling mendominasi pada produksi pipa ERW jenis perabot adalah cacat bengkok. Adapun penyebabnya adalah human eror, material strip kurang bagus, posisi roll berubah, las kasar, dan setel roll serta setel welded.

**Kata Kunci** : **SPC, Diagram Kontrol, Proses Kapabilitas, Diagram Pareto, Pipa ERW**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# CAPABILITY PROCESS ANALYSIS FOR ELECTRICAL RESISTANCE DWELDED (ERW) PIPE AT PT XYZ

Name of Student : Binti Fatmawati  
NRP : 1312 030 071  
Study Program : D-III Statistics  
Department : Statistics FMIPA ITS  
Supervisor : Drs. Haryono, MSIE.

## Abstract

*One method to monitor production processes with control charts is the Statistical Process Control (SPC). PT XYZ is the largest steel pipe manufacturer in Indonesia based on production capacity. Although already make improvements. quality, there are still a defective product because it does not meet the quality characteristics. This research will be conducted ERW pipe production quality control type of plumbing fixtures in PT XYZ using u control chart to the process control and process capability analysis. Then the types of defects that become dominant cause incompatibility with the Pareto diagram and the causes of the conformities. The production process is based on the characteristics of disability in the period from July 2014 show that a decline in the quality of MILL machine. The analysis showed that the value of  $0.35698 < 1$  which means that the process is not capable. Based on the diagram paerto, the most dominating type of defect in the production of ERW pipe is deformed crooked type furnishings. As for the cause was human error, lack of good material strip, roll changing position, welding rough, and set the roll and set welded.*

**Keywords : SPC, Control Chart, Capability Process, Pareto Chart, ERW Pipe**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KASTA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“ANALISIS PROSES KAPABILITAS PRODUKSI PIPA *ELECTRICAL RESISTANCE WELDED* (ERW) JENIS PERABOT DI PT XYZ”**.

Kami mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir yaitu sebagai berikut.

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT. selaku Ketua Program Studi Diploma III Statistika FMIPA ITS dan Dosen Pembimbing yang sangat sabar membimbing proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT. selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Drs. Haryono, MSIE. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran serta semangat kepada Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc. selaku dosen wali yang merupakan orang tua saya selama perkuliahan juga telah memberikan motivasi pada tiap semesternya.
5. PT XYZ yang telah memberikan kesempatan Penulis untuk melaksanakan penelitian di perusahaan ini, Bapak Susilo, Bu Emika WK, Bapak Raden Gita Maulana, Bapak Dimas Satria Dwitama, dan Bapak Ida Bagus Oka yang juga membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
6. Orang tua tercinta, Bapak Moh. Ghafur dan Ibu Umi Nurhayati yang telah melahirkan saya serta adik-adik tercinta Yusril, Muhtar, dan Owi karena mereka semualah

motivasi terbesar dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

7. Nur yang selalu setia menemani tugas-tugas selama kuliah, Novia, Susi, Silvi dan seluruh teman-teman Diploma III Statistika FMIPA ITS angkatan 2012 yang senantiasa memberikan semangat dan doa sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan maupun pembuatan laporan tugas akhir.

Tiada gading yang tak retak. Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak luput dari kekurangan, maka kritik dan saran sangat kami harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 1 Mei 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TITLE PAGE</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Peta Kendali Atribut.....	5
2.2 Peta Kendali u.....	6
2.3 Analisis Proses Kapabilitas.....	10
2.4 Diagram Pareto.....	11
2.5 Diagram Ishikawa.....	13
2.6 Proses Produksi Pipa ERW.....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data.....	17
3.2 Variabel Penelitian.....	18
3.3 Langkah Analisis.....	19
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisis Pengendalian Kualitas Pipa ERW Jenis Perabot	21
4.2 Proses Kapabilitas.....	22
4.3 Karakteristik Ketidaksesuaian Pipa ERW Jenis Perabot..	28

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan..... 39

5.2 Saran..... 39

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 41

**LAMPIRAN** ..... 43

**BIODATA PENULIS** ..... 47

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Struktur Data Peta Kendali p.....	8
<b>Tabel 2.2</b> Struktur Data Peta Kendali u.....	19
<b>Tabel 3.1</b> Struktur Data Penelitian untuk peta u.....	18
<b>Tabel 3.2</b> Indeks Proses Kapabilitas Proporsi Cacat .....	33

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Diagram Pareto .....	12
<b>Gambar 2.2</b> Diagram <i>Ishikawa</i> .....	14
<b>Gambar 2.3</b> Proses Produksi Pipa ERW .....	15
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	20
<b>Gambar 4.1</b> Peta Kendali p Juni-Agustus 2014 .....	24
<b>Gambar 4.2</b> Diagram Ishikawa Ketidaksesuaian Pipa ERW .	25
<b>Gambar 4.3</b> Peta Kendali p Juni 2014 .....	26
<b>Gambar 4.4</b> Peta Kendali p Juni 2014 Iterasi Pertama .....	27
<b>Gambar 4.5</b> Peta Kendali p Juli 2014 .....	27
<b>Gambar 4.6</b> Peta Kendali p Juli 2014 Iterasi Pertama .....	28
<b>Gambar 4.7</b> Peta Kendali p Juli 2014 Iterasi Kedua .....	29
<b>Gambar 4.8</b> Peta Kendali p Agustus 2014 .....	29
<b>Gambar 4.9</b> Peta Kendali p Agustus 2014 Iterasi Pertama ...	30
<b>Gambar 4.10</b> Peta Kendali p Agustus 2014 Iterasi Kedua.....	31
<b>Gambar 4.11</b> Peta Kendali u .....	32
<b>Gambar 4.12</b> Peta Kendali u Iterasi Pertama .....	33
<b>Gambar 4.13</b> Diagram Pareto Ketidaksesuaian Pipa ERW .	36

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT. XYZ berdiri sejak tahun 1971, merupakan produsen pipa baja terbesar di Indonesia berdasarkan kapasitas produksi. Perseroan juga berpengalaman memproduksi beragam jenis pipa baja dengan teknik produksi pipa las lurus (Electrical Resistance Welded-ERW), pipa stainless steel (Stainless Steel Tungsten Gas welded-TIG), dan pipa spiral (Spiral Submerged arc Welded-SAW). Adapun pipa jenis ERW yang diproduksi di XYZ terdapat tiga jenis, yaitu pipa air, pipa perabot dan pipa hitam. Perseroan memasarkan produknya dengan dua merek yang sudah sangat dikenal oleh kalangan pemain industri yaitu XYZ untuk pipa baja dan Tstrura untuk pipa stainless. Perseroan juga menawarkan jasa terkait produksi pipa baja seperti *coating, shering, slitting, on occasion and laboratory quality control testing*.

Tingginya permintaan suatu produk dan konsumen terhadap pihak produsen akan selalu memaksa pihak produsen untuk memenuhi kebutuhan dari pihak konsumen tersebut. Hal seperti ini dirasakan pula oleh PT XYZ yang memproduksi pipa baja dan Stainless Steel. Selain dari kuantitas yang diutamakan oleh pihak perusahaan dalam memenuhi kebutuhan konsumen, maka faktor kualitas dari produk yang menjadi penentu keberhasilan diterimanya suatu produk oleh konsumen dan tentunya menjadi pertimbangan pula. Namun besarnya jumlah produk yang dihasilkan belum menjadi suatu jaminan bahwa produk yang dihasilkan mempunyai kualitas yang sebanding. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana produk yang dihasilkan oleh pihak perusahaan memenuhi kualitas yang

baik dengan tingkat barang *reject* seminimal mungkin. Tentunya perusahaan ingin meminimalisasi kerusakan yang terjadi demi kepuasan pelanggan. Dari situlah perusahaan perlu memonitor kestabilan proses produksi pipa tersebut terutama pada bagian pengelasan (*finishing*), karena pada bagian ini sering terjadi ketidakesuaian.

Dalam suatu proses produksi, akan menghasilkan produk yang bervariasi. Variabilitas produk yang kecil masih dapat ditolerir oleh perusahaan, tetapi bila variabilitas produknya besar maka hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Hal ini tentu saja harus dihindari yakni dengan menerapkan program jaminan kualitas yang diharapkan dapat memperkecil variabilitas.

Montgomery (2009) menjelaskan bahwasalah satu metode untuk memonitor proses produksi dengan diagram kontrol adalah dengan *Statistical Process Kontrol*(SPC). SPC biasa dipakai dalam industri manufaktur. Penerapan SPC dalam industri manufaktur dilakukan karena banyak konsumen yang mengutamakan kualitas produk.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengendalian kualitas produksi pipa ERW jenis pipa perabot di PT XYZ menggunakan peta kendali p dan peta kendali u. Analisa ini dilakukan karena PT XYZ selama ini masih menggunakan metode diagram pareto dan ishikawa. Oleh karena itu analisa menggunakan peta kendali dilakukan untuk memebrikan informasi kepada PT XYZ mengenai variabilitas produknya. Peta kendali p untuk proporsi cacat pada produk *reject* dimana produk tersebut merupakan produk yang tidak bisa dipasarkan. Peta kendali u untuk ketidaksesuaian yang diakibatkan oleh cacat las dianalisa hingga proses terkendali. Setelah itu, proses akan dianalisa proses kapabilitas untuk mengetahui apakah proses produksi sudah kapabel atau belum. Kemudian jenis cacat yang menjadi

penyebab dominan ketidaksesuaian akan dianalisa menggunakan diagram pareto serta penyebab dari ketidaksesuiana tersebut. Selain itu berdasarkan *record* data menunjukkan bahwa tahun 2014 jenis pipa yang paling banyak dipesan di XYZ unit IISurabaya adalah ERW jenis pipa perabot dimana pada periode Juni hingga Agustus terjadi penurunan kualitas hasil produksi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Selama ini untuk memonitor kualitas proses produksi, PT XYZ telah menggunakan metode statistika sederhana yaitu diagram Pareto dan diagram Ishikawa. Tetapi perusahaan belum melakukan analisis kapabilitas proses, padahal penting sekali mengetahui kapabilitas proses supaya dapat dilakukan perbaikan jika proses tidak kapabel. Maka masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana analisis kapabilitas proses hasil pemeriksaan produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ?
2. Jenis cacat apa yang menjadi penyebab ketidaksesuaian pipa ERW jenis perabot?
3. Faktor apa yang mempengaruhi adanya ketidaksesuaian pada pipa ERW jenis perabot?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui proses kapabilitas proses hasil pemeriksaan produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ.
2. Untuk mengetahui jenis cacat apa yang menjadi penyebab ketidaksesuaian pipa ERW jenis perabot.

3. Untuk mengetahui faktor apa yang mempengaruhi adanya ketidaksesuaian pada pipa ERW jenis perabot.

#### **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah dapat memberi kontribusi kepada perusahaan mengenai gambaran kondisi sesungguhnya dari proses produksi pipa ERW jenis perabot dan diharapkan dapat memberi masukan pada perusahaan untuk melakukan tindakan perbaikan pada proses produksi, dengan adanya tindakan perbaikan maka diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari pipa ERW khususnya jenis perabot.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah data proporsi pipa yang *reject* serta ketidaksesuaian karakteristik kualitas atribut pipa ERW jenis perabot di PT XYZ yang disebabkan cacat karena proses pengelasan pada periode produksi Juni hingga Agustus tahun 2014.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1   Peta Kendali Atribut**

Peta kendali merupakan suatu peta yang menggambarkan penyebaran karakteristik kualitas suatu produk yang terdiri dari GT (Garis Tengah), BKA (Batas kendali Atas), BKB (Batas Kendali Bawah) dimana garis tengah menyatakan ekspektasi karakteristik kualitas menyatakan ekspektasi karakteristik kualitas dalam  $\sigma$  dikurangi varians.

Beberapa karakteristik kulaitas tidak mudah dinyatakan secara numerik karena kualitas banyak kasus yang diinspeksi secara langsung tanpa melakukan pengukuran secara detail. Dalam hal ini, tiap objek yang diperiksa akan diklasifikasikan sebagai objek yang sesuai dengan spesifikasi pada karakteristik kulaitas tersebut (diberi nilai nol) atau objek yang tidak sesuai dengan spesifikasi (diberi nilai satu). Karakteristik kualitas seperti ini disebut atribut (Montgomery, 2009). Peta kendali atribut terbagi menjadi 4 diantaranya peta kendali p, np, c dan u.

Bagian tak sesuai didefinisikan sebagai perbandingan banyak yang tak sesuai dalam suatu populasi dengan banyak produk keseluruhan dalam populasi itu. bagian tak sesuai sampel didefinisikan sebagai perbandingan banyak unit tak sesuai dalam sampel d dengan ukuran sampel n dimana peta p hanya terdapat 2 karakteristik kualitas yaitu cacat dan tidak cacat. Diagram pengendali np juga merupakan metode pengendalian kualitas dengan 2 jenis krakteristik dimana jumlah sampel yang di gunakan harus sama.

Bagian yang tak sesuai adalah unit produk yang tidak memenuhi satu atau beberapa spesifikasi produk tersebut, di mana mempunyai karakteristik kualitas lebih dari satu. Setiap unit dapat

mempunyai satu atau beberapa cacat di mana jenis cacat masih di kategorikan sesuai klasifikasi atau tidak sesuai. Peta c menggunakan sampel yang sama di mana terdapat jenis cacat berbeda.

### 2.1.1 Peta Kendali p

Peta kendali  $p$  menggambarkan proporsi cacat atau bagian tak sesuai produk/item dalam suatu populasi. Dalam melakukan analisis peta kendali  $p$ , asumsi distribusi Binomial merupakan suatu asumsi yang mutlak dipenuhi oleh data. Misalkan proses produksi bekerja dalam keadaan yang stabil, sehingga probabilitas bahwa suatu unit tidak akan sesuai dengan spesifikasi adalah  $p$  dan unit yang diproduksi berurutan adalah independen. Maka tiap unit yang diproduksi merupakan suatu realisasi suatu variabel random Bernoulli dengan parameter  $p$ . Apabila sampel random dengan  $n$  unit produk dan  $D$  adalah banyak unit produk yang tak sesuai maka  $D$  berdistribusi Binomial dengan parameter  $n$  dan  $p$  yaitu.

$$P(D = x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \quad (2.1)$$

$; x = 0, 1, 2, \dots, n$

Diketahui bahwa mean dan variansi variabel random  $D$  masing-masing adalah  $np$  dan  $np(1-p)$ . Bagian tak sesuai atau proporsi produk cacat didefinisikan sebagai perbandingan banyak unit tak sesuai (cacat) dalam sampel  $D$  dengan ukuran sampel  $n$ , yaitu.

$$\hat{p} = \frac{D}{n} \quad (2.2)$$

Mean ( $\mu$ ) dan varians ( $\sigma^2$ ) dari  $\hat{p}$  masing-masing adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \mu_{\hat{p}} &= E(\hat{p}) = E\left(\frac{D}{n}\right) \\
 &= \frac{1}{n} E(D) \\
 &= \frac{1}{n} np \\
 &= p
 \end{aligned} \tag{2.3}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\hat{p}}^2 &= \text{Varians}(\hat{p}) = \text{Varians}\left(\frac{D}{n}\right) \\
 &= \frac{1}{n^2} \text{Varians}(D) \\
 &= \frac{1}{n^2} np(1-p) \\
 &= \frac{np(1-p)}{n^2} \\
 &= \frac{p(1-p)}{n}
 \end{aligned} \tag{2.4}$$

Jika proses ketidaksesuaian  $p$  tidak diketahui, maka  $p$  ditaksir dari data observasi. Prosedur biasa yaitu dengan memilih  $m$  sampel pendahuluan masing-masing berukuran  $n$  unit produk dan  $D_i$  adalah unit ketidaksesuaian dalam sampel ke- $i$ , sehingga rumus untuk peta kendali  $p$  adalah sebagai berikut (Montgomery 2009).

$$\text{Garis Tengah} = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{mn} \quad (2.5)$$

$$BKA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2.6)$$

$$BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2.7)$$

**Tabel 2.1** Struktur Data Peta Kendali p

Subgrup	Ukuran Sampel (n)	Jumlah ketidaksesuaian produk ( $D_i = \sum x$ )	Proporsi ketidaksesuaian produk ( $\hat{p} = \frac{D_i}{n}$ )
1	$n_1$	$D_1$	$\hat{p}_1$
2	$n_2$	$D_2$	$\hat{p}_2$
3	$n_3$	$D_3$	$\hat{p}_3$
...	...	...	...
m	$n_m$	$D_m$	$\hat{p}_m$

### 2.1.2 Peta Kendali u

Menurut Montgomery (2009) peta kendali u adalah peta kendali untuk ketidak sesuaian dengan ukuran sampel yang tepat sama dengan ukuran unit pemeriksaan. Peta kendali u merupakan peta kendali atribut dikarenakan hanya mengukur cacatnya saja. Peta kendali u di mana cacat diklasifikasikan menjadi jenis cacat 1, jenis cacat 2, jenis cacat 3 dst, tetapi jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian dapat berjumlah sama atau berbeda dimana jumlah cacat per unit (c) dan subgroup dari sampel yang diambil maka dapat diketahui rata-rata jumlah cacat.

$$u_k = \frac{c_k}{n_k} \quad (2.8)$$

Dengan :

$u_k$  = Unit cacat per sampel.

$c_k$  = Cacat ke – k.

$n_k$  = Jumlah cacat yang diamati.

Parameter untuk menentukan batas kendali didapat dari rumus:

$$\text{Batas atas : } \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (2.9)$$

$$\text{Garis tengah: } \bar{u} \quad (2.10)$$

$$\text{Batas bawah: } \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (2.11)$$

**Tabel 2.2** Struktur Data Peta Kendali  $u$

Subgrup (m)	Sampel (n)	Jumlah Ketidaksesuaian (x)	Rata-rata jumlah ketidaksesuaian (u)
1	$n_1$	$c_1$	$u_1 = \frac{c_1}{n_1}$
2	$n_2$	$c_2$	$u_2 = \frac{c_2}{n_2}$
..	..	..	..
..	..	..	..
..	..	..	..
m	$n_m$	$c_m$	$u_m = \frac{c_m}{n_m}$

## 2.2 Analisis Proses Kapabilitas

Proses kapabilitas merupakan usaha atau kemampuan proses mencipatakan atau membentuk produk yang memenuhi segala spesifikasi yang ada dalam perusahaan. Dikatakan kapabel apabila memiliki tingkat spesifikasi, akurasi dan presisi yang tinggi.

Analisis kapabilitas proses dari peta kendali  $p$  didapatkan sebagai berikut.

$$\hat{p} = \bar{p} \text{ dimana } \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m D_i}{mn} \quad (2.12)$$

Jika hal tersebut dilakukan transformasi pada distribusi normal dengan standar kualitas  $3\sigma$  maka perhitungan kapabilitas proses adalah sebagai berikut.

$$\hat{p}_{PK}^{\%} = \frac{Z(\hat{p})}{3} \quad (2.13)$$

Dimana nilai dari  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  menunjukkan seberapa baik proses ini memenuhi kebutuhan pelanggan dalam hal persentase bagian yang tidak sesuai. Nilai  $Z(\hat{p})$  dibagi dengan 3 karena dalam hal ini perhitungan indeks kapabilitas proses dapat dilakukan pendekatan dengan distribusi normal standard dimana nilai  $\sigma$  adalah 1. Apabila nilai  $\hat{p}_{PK}^{\%} > 1$  dalam proses data atribut maka proses dapat dikatakan kapabel yang artinya proses kapabel/mampu untuk menghasilkan produk yang memenuhi kebutuhan pelanggan dalam hal persentase ketidaksesuaian (Bothe 1997).

Kemampuan proses untuk diagram kendali udijelaskan oleh Bothe (1997) adalah sebagai berikut.

$$P(X=\text{jumlah kerusakan perunit}) = \frac{\bar{u}^x e^{-\bar{u}}}{x!} \quad (2.14)$$

Ketika dalam perhitungan distribusi poisson tidak terjadi kerusakan apapun, maka nilai persentase produk yang tidak mengalami kerusakan adalah

$$P(x = 0) = \frac{(\bar{u})^0 e^{-\bar{u}}}{0!} = \frac{1e^{-\bar{u}}}{1} = e^{-\bar{u}} \quad (2.15)$$

Sehingga nilai persentase produk yang mengalami kerusakan ( $p'$ ) adalah

$$p' = 1 - P(x = 0) = 1 - e^{-\bar{u}} \quad (2.16)$$

Perhitungan proses kapabilitas peta kendali  $u$  dengan standar kualitas adalah 3 sigma adalah sebagai berikut.

$$\hat{p}_{PK}^{\%} = \frac{Z(p')}{3} \quad (2.17)$$

Nilai dari  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  adalah nilai yang digunakan untuk mengukur kemampuan sebuah proses untuk menghasilkan produk-produk yang sesuai dengan spesifikasi yang ada di perusahaan. Kriteria pengukuran proses kapabilitas adalah sebagai berikut.

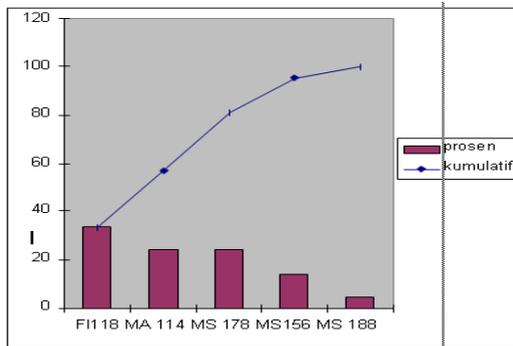
- a.  $\hat{p}_{PK}^{\%} > 1$  maka proses kapabel karena produk berada pada dalam batas dari perusahaan.
- b.  $\hat{p}_{PK}^{\%} = 0$  maka proses cukup kapabel karena data observasi memiliki batas kendali yang sama dengan batas spesifikasi dari perusahaan.
- c.  $\hat{p}_{PK}^{\%} < 1$  maka proses tidak kapabel karena produk berada diluar batas spesifikasi yang dimiliki perusahaan.

### 2.3 Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan alat pengendalian kualitas statistik untuk melakukan perbaikan kualitas (Montgomery, 2009). Diagram pareto berbentuk histogram frekuensi

ketidaksesuaian (cacat) berdasarkan penyebab ketidaksesuaian dan diurutkan mulai dari frekuensi paling besar sampai paling kecil. Variabel yang diutamakan dalam perbaikan proses adalah variabel yang paling banyak menyebabkan proses tidak terkontrol.

Menurut (Gaspersz, 2001) diagram pareto adalah suatu diagram/grafik batang yang menjelaskan hierarki dari masalah-masalah yang timbul atau menjelaskan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Fungsi diagram Pareto adalah menentukan prioritas penyelesaian masalah. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan. Berikut ini adalah contoh dari diagram *Pareto* :



**Gambar 2.1** Diagram Pareto

Sedangkan menurut (Grant, 1988) diagram pareto digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi tipe-tipe yang tidak sesuai. Diagram Pareto dapat digunakan sebagai alat interpretasi untuk :

1. Menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah atau penyebab dari masalah yang ada.

2. Memfokuskan perhatian pada isu-isu kritis dan penting dengan pembuatan ranking terhadap masalah atau penyebab dari masalah tersebut secara signifikan.

#### **2.4 Diagram ishikawa**

Diagram ini disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari. Selain itu kita juga dapat melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat dari panah-panah yang berbentuk tulang ikan pada diagram *fishbone* tersebut.

Diagram sebab akibat ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas dari Jepang yaitu Dr. Kaoru Ishikawa yang menggunakan uraian grafis dari unsur-unsur proses untuk menganalisa sumber-sumber potensial dari penyimpangan proses. Faktor-faktor penyebab utama ini dapat dikelompokkan dalam :

- 1) *Material* / bahan baku
- 2) *Machine* / mesin
- 3) *Man* / tenaga kerja
- 4) *Method* / metode
- 5) *Environment* / lingkungan

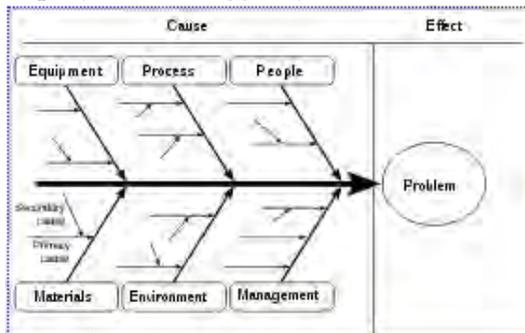
Adapun kegunaan dari diagram sebab akibat adalah:

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah.
2. Menganalisa kondisi yang sebenarnya yang bertujuan untuk memperbaiki peningkatan kualitas.
3. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
4. Membantu dalam pencarian fakta lebih lanjut.

5. Mengurangi kondisi-kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan keluhan konsumen.
6. Menentukan standarisasi dari operasi yang sedang berjalan atau yang akan dilaksanakan.
7. Sarana pengambilan keputusan dalam menentukan pelatihan tenaga kerja.
8. Merencanakan tindakan perbaikan.

Langkah-langkah dalam membuat diagram sebab akibat adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah utama.
2. Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.
3. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
4. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
5. Diagram telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya (Heizer, 2006).

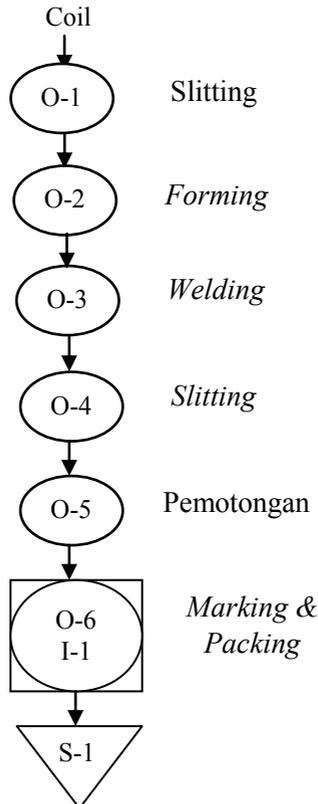


Gambar 2.2 Diagram Ishikawa

## 2.5 Proses Produksi Pipa ERW

Pipa ERW dibuat dari coil, lembaran yang dibentuk secara proses dingin menjadi silinder secara bertahap, dengan

menggunakan beberapa buah *forming roller*. Berikut ini tahap proses produksi dari bahan baku hingga proses penyimpanan.



**Gambar 2.3** Alur Proses Produksi Pipa ERW

Bahan baku yang berupa gulungan baja (*coil*) di bagi menjadi beberapa bagian atau dipecah dengan mesin *slitter*, proses ini disebut *slitting*. Setelah di *slitting* menghasilkan gulungan baja yang lebih kecil yang disebut *Strip*.

Pada pipa ERW, setelah dilakukan *slitting*, bahan baku berupa *Strip* dimasukkan ke dalam mesin *Mill* untuk di bentuk menjadi pipa. Sebelum diproses di mesin *Mill*, *strip* dimasukkan

ke uncoiller kemudian dipotong dan disambung pada ujung-ujung strip. Pada mesin Mill dilakukan proses pembentukan (*forming*), pengelasan pipa (*welding*) dan pembentukan diameter akhir (*sizing*). Setelah pipa terbentuk, maka dilakukan pemotongan pipa sesuai dengan panjang yang diinginkan oleh konsumen. Setelah pipa melalui proses pembentukan dari strip menjadi pipa, pipa diproses dengan proses lanjut sesuai dengan standar dan atau permintaan dari pelanggan.

Bentuk pipa yang diproduksi dibedakan menjadi 3 yaitu bentuk bulat, kotak dan oval. Proses endfacing dengan tujuan menghaluskan ujung pipa dari bekas cutting dan atau membuat sudut untuk dilakukan pengelasan dalam penyambungan pipa. Endfacing terdiri dari Plain End (datar atau flat) dan Bevel End (membentuk sudut) dengan toleransi Sudut  $30^{\circ}$  sampai  $35^{\circ}$ . Berikut merupakan karakteristik mesin Endfacing yang berada di unit 2.

Standar spesifikasi mengatur tentang standar dari pipa yang akan diproduksi yang terdiri dari sebagai berikut.

1. Bentuk visual produk
2. Material
3. *Chemical composition*
4. Alur produksi
5. *Mechanical properties*

Standar dari pipa yang dibuat mempengaruhi bahan yang digunakan, tebal, diameter dan prosesnya. Terkadang customer meminta langsung pipa dengan standar, terkadang meminta pipa dengan spesifikasi yang diminta, ketika spesifikasi yang diminta memenuhi standar tertentu, langsung dimasukkan kedalam standar tersebut. Termasuk proses testing yang diterapkan sesuai dengan permintaan *customer*.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder dari bagian *Quality Control* pada proses *marking packing* atau inpeksi terakhir proses pembuatan pipa ERW jenis perabot yang bisa dilihat pada Gambar 2.3. Pada inpeksi akhir dilakukan pengecekan jenis-jenis cacat secara visual untuk masing-masing pipa untuk memilah pipa dengan kualitas bagus atau pipa dengan cacat yang masih bisa diterima maupun pipa yang benar-benar tidak bisa diterima oleh konsumen. Produksi pipa ERW di PT XYZ terdapat dua macam jaminan kualitas, yaitu *prime grade* (produk dengan kualitas terbaik tanpa cacat satupun) dan *second grade* (produk dengan beberapa cacat yang telah ditentukan namun masih bisa dipasarkan dengan harga rendah).

Produksi pipa ERW bervariasi, maka produksi pipa perabot pun tidak kontinue dalam pembuatan karena tergantung pemesanan. Oleh karena itu pengamatan dibagi menjadi beberapa periode. Untuk pengamatan proporsi produk cacat (*reject*) periode Juni hingga Agustus dengan subgrup produksi pada tiap shift. Pada bulan Juni terdapat 24 produksi, bulan Juli 27 produksi, bulan Agustus 15 produksi. Sedangkan pengamatan untuk ketidaksesuaian yang diakibatkan karena cacat las (*welding defect*) terdapat 31 pengamatan dengan sampel yang diambil tiap shift saat produksi pipa ERW jenis perabot periode Juni hingga Agustus. Data tersebut didapatkan dari PT XYZ yang terletak di jalan Rungkut Industri Surabaya. Berdasarkan organisasi data pada Tabel 2.1 dan variabel karakteristik kualitas yang digunakan pada peta kendali p, maka m merupakan banyaknya subgrup

dengan periode Juni sebesar 24, Juli sebesar 27, dan Agustus sebesar 15.

Sedangkan struktur data pada peta kendali u adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Struktur Data Penelitian untuk Peta u

No.	Pengamatan (Shift)	N	Karakteristik Kualitas			
			X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
1.	H <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	$n_1$	$n_{11}$	$n_{12}$		$n_{14}$
2.	H <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	$n_2$	$n_{21}$	$n_{22}$	...	$n_{24}$
...	...	...	...	...	...	
31	H <sub>10</sub> S <sub>3</sub>	$n_4$	$n_{311}$	$n_{302}$	...	$n_{314}$

Keterangan

H<sub>1</sub>S<sub>1</sub> : Hari pertama shift pertama

H<sub>1</sub>S<sub>2</sub> : Hari pertama shift kedua

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan pada pengukuran karakteristik kualitas atribut proporsi cacat (*reject*) adalah pipa yang tidak memenuhi standar kualitas produk baik maupun produk kualitas kedua (*second grade*). Sedangkan karakteristik kualitas atribut pipa perabot jenis ERW yang disebabkan oleh cacat pada proses pengelasan adalah sebagai berikut.

a. Bengkok (X<sub>1</sub>)

Cacat bengkok merupakan jenis cacat pada pipa ERW yang mengalami ketidaklurusan akibat las yang kurang sempurna.

b. Las/Pahat kasar (X<sub>2</sub>)

Cacat las/pahat kasar adalah jenis cacat pada pipa ERW yang memunculkan lapisan kasar pada bagian pengelasan.

- c. Las/ pahat ngombak ( $X_3$ )  
Cacat las/pahat ngombak adalah jenis cacat pada pipa ERW yang memunculkan lapisan bergelombang sehingga tidak rata pada bagian pengelasan.
- d. Las/pahat numpuk ( $X_3$ )  
Cacat las/pahat numpuk adalah jenis cacat pada pipa ERW yang memunculkan lapisan menumpuk pada lapisan pipa akibat pengelasan.

### 3.3 Langkah Analisis

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka langkah analisis sebagai berikut.

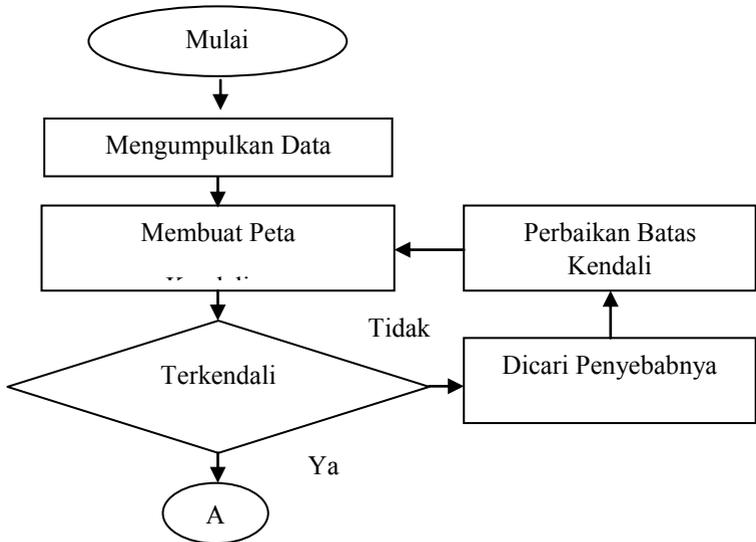
1. Menentukan jumlah sampel dan menghitung banyaknya pipa perabot yang cacat.
2. Membuat Peta Kendali p untuk menghitung proporsi cacat. Menentukan batas kendali atas dan bawah serta membuat grafik peta kendali untuk setiap pengamatan.
3. Membuat peta kendali u dengan menghitung cacat unit persampel (u). Menentukan batas kendali atas dan bawah serta membuat grafik peta kendali untuk setiap pengamatan.
4. Melakukan Iterasi  
Apabila terdapat proses pengamatan yang tidak terkendali dan diketahui penyebabnya maka pengamatan pada pengamatan tersebut dapat dihilangkan dan selanjutnya adalah membuat peta kendali lagi atau biasa disebut dengan iterasi serta analisa variabel penyebab tidak terkendali.
5. Menganalisa proses kapabilitas dengan standar kualitas 3 sigma yaitu  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  setelah proses terkendali secara statistik.
6. Menentukan diagram pareto

Menentukan variabel penyebab cacat terbanyak dengan melihat frekuensi cacat masing-masing variabel dan menyajikannya dalam bentuk diagram pareto.

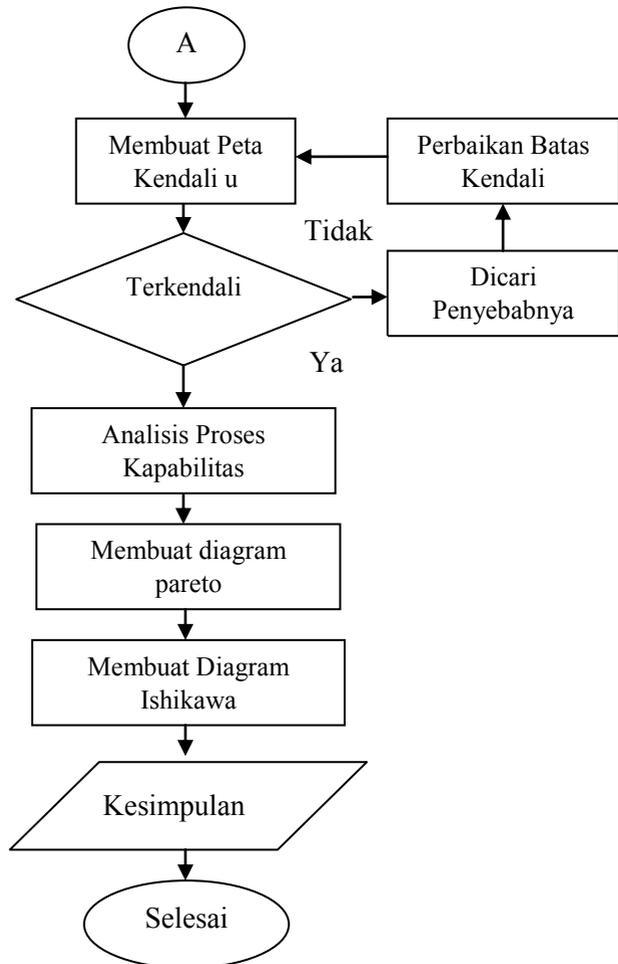
7. Membuat diagram *ishikawa*

Mencari penyebab dari proses yang tidak terkendali dan membuat diagram sebab akibat atau diagram *ishikawa*.

Berdasarkan uraian langkah-langkah melakukan analisis di atas maka dapat digambarkan dalam bentuk suatu diagram alir dari awal sampai akhir proses pembuatan laporan yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

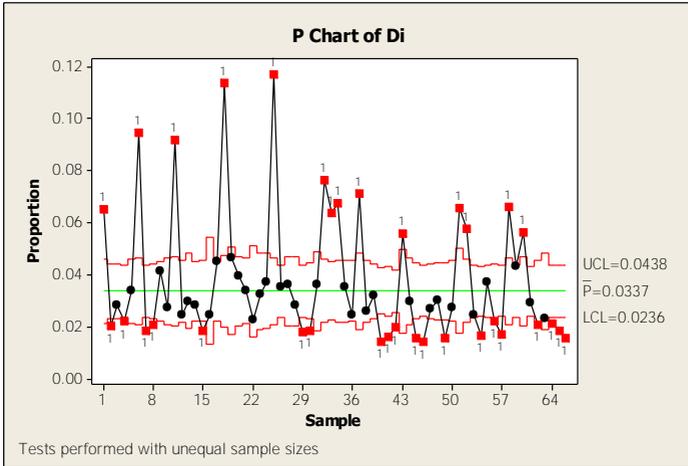
Analisis yang digunakan untuk membahas rumusan masalah yang didapatkan dari data tentang kualitas hasil proses produksi pipa ERW jenis perabot adalah proses kapabilitas yang dikendalikan dulu dengan peta kendali p berdasarkan proporsi jumlah produk cacat dan peta kendali u berdasarkan jumlah cacat perunit. Kemudian akan dianalisis mengenai jenis cacat yang paling mendominasi serta akan dianalisa penyebab dari ketidaksesuaian tersebut. Penjelasan lebih jelas mengenai peta kendali adalah sebagai berikut.

#### **4.1 Analisis Pengendalian Kualitas Pipa ERW Jenis Perabot**

Pengamatan dilakukan tiap shift pada produksi pipa ERW jenis perabot karena perusahaan hanya memproduksi berdasarkan pesanan dari pelanggan. Proses produksinya pun tidak kontinu mengingat banyaknya jenis pipa yang diproduksi di PT XYZ untuk pipa ERW. Pada peta penelitian ini dianalisa dengan menggunakan peta kendali p berdasarkan proporsi produk cacat periode Juni hingga Agustus 2014, kemudian digunakan peta kendali u untuk jumlah cacat perunit dengan jumlah sampel berbeda-beda pada tiap shift. Penerapan peta kendali menggunakan cacat produksi akibat proses las pada periode Juni hingga Agustus 2014.

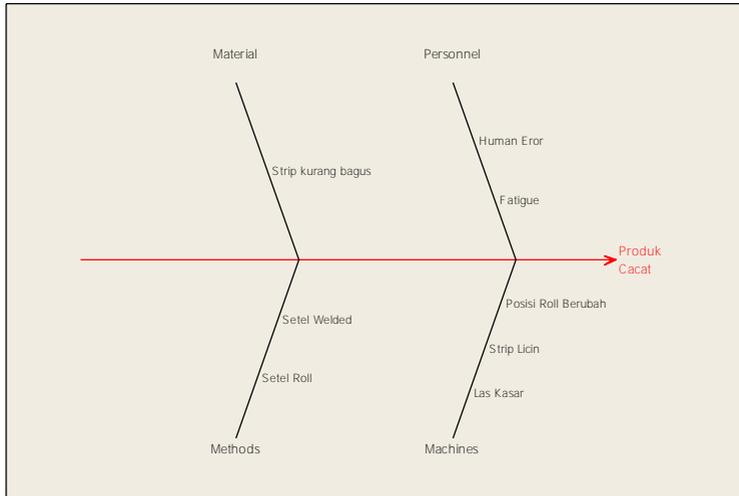
##### **4.1.1 Peta Kendali p**

Produk reject pada PT XYZ merupakan produk yang sudah tidak memenuhi spesifikasi standar kualitas. Berikut ini peta kendali p periode Juni hingga Agustus 2014.



**Gambar 4.1** Peta Kendali p Juni-Agustus 2014

Gambar 4.1 merupakan peta kendali untuk proses produksi pipa ERW jenis perabot di mana sumbu vertikal menunjukkan nilai proporsi produk cacat tiap produksi dan sumbu horizontal menunjukkan jumlah subgroup penelitian. Diketahui bahwa proses produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ belum terkendali secara statistik, karena terdapat banyak sampel yang keluar dari batas kendali. Terlihat bahwa beberapa pengamatan melebihi batas kendali atas dengan rentang yang cukup jauh. Hal ini terjadi karena belum stabilnya produksi pipa ERW jenis perabot akibat beberapa sebab yang akan dijelaskan dalam diagram ishikawa berikut ini.



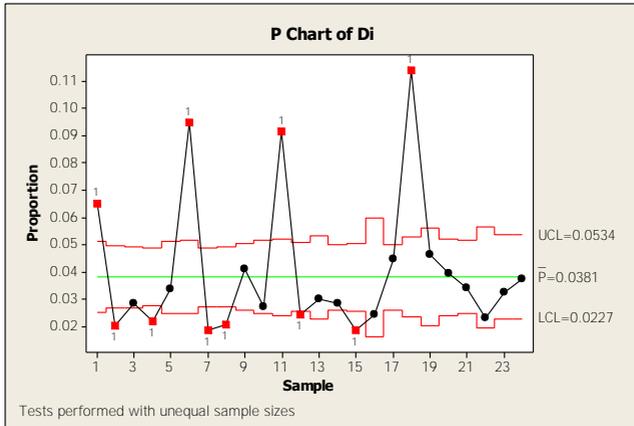
**Gambar 4.2** Diagram Ishikawa Ketidaksesuaian Pipa ERW

Berdasarkan analisis menggunakan diagram ishikawa didapatkan Gambar 4.2 di mana setiap komponen yang dianggap paling berpengaruh terhadap proses diantaranya yang mempengaruhi produk *reject* yang paling dominan diantaranya yaitu metode, mesin, material, dan personel yang terlibat dalam pembentukan pipa ERW jenis perabot.

Dari segi personel, yang menyebabkan cacat setel diameter adalah human eror dimana hal ini merupakan faktor ketidakteelitian dari karyawan/teknisi dan faktor kelelahan dari karyawan. Kondisi strip yang kurang bagus juga menjadi kendala dalam memunculkan prduk cacat. Dari segi metode, setel roll dan setel welded menjadi penyebabnya dimana pengelasan menjadi bagian penting dalam proses pembuatan pipa. Selain itu, mesin juga berpengaruh dalam menghasilkan produk cacat. Pada kasus ini, posisi bengkok atau roll berubah, las yang kasar serta strip

yang licin juga menjadi pemicu adanya produk cacat yang mengakibatkan reject.

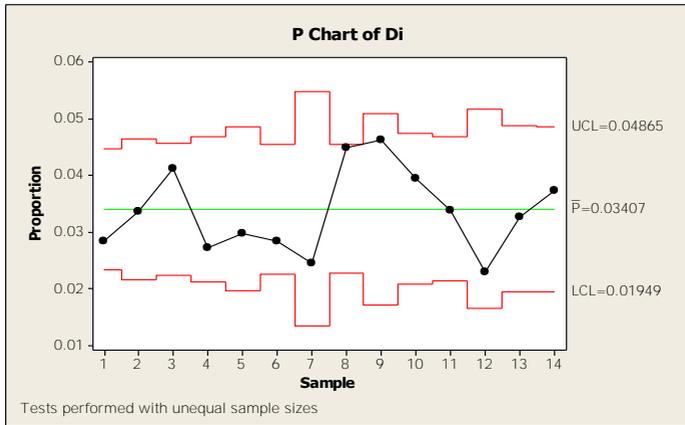
Evaluasi produksi pipa ERW tiap bulannya akan ditampilkan pada peta kendali berikut ini.



**Gambar 4.3** Peta Kendali p Juni 2014

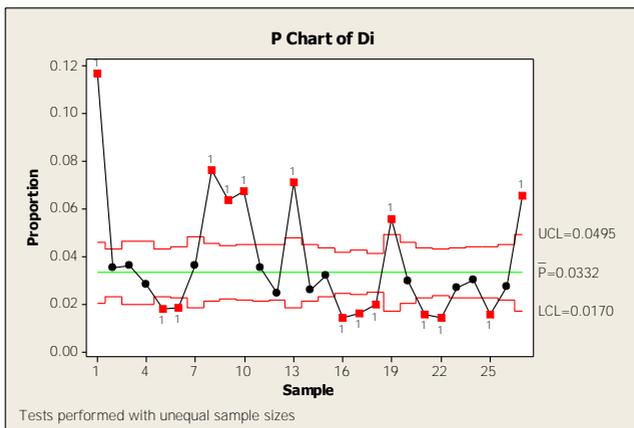
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa proses produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ belum terkendali secara statistik, karena terdapat sampel yang keluar dari batas kendali. Plot-plot yang keluar dari batas kendali yaitu sampel pada pengamatan ke 1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 15, dan 18. Adapun penyebab produksi di luar batas kendali adalah adanya kondisi strip yang jelek pada bahan baku, terjadi *human error* seperti faktor kelelahan, pada mesin mill yang posisi rollnya kurang center, las kasar, serta *roll welded* kurang rapat.

Berikut adalah peta kendali p pada iterasi pertama dengan batas kendali dan garis tengah yang sudah dihitung kembali setelah menghilangkan subgroup yang keluar (*out of control*).



**Gambar 4.4** Peta kendali p Juni 2014 Iterasi pertama

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa proses produksi pipa pada bulan Juni telah terkendali secara statistik dengan nilai  $\bar{p}$  0,03407, batas kendali bawah 0,01949, dan batas kendali atas 0,04865. Berikut ini peta kendali p periode Juli 2014.

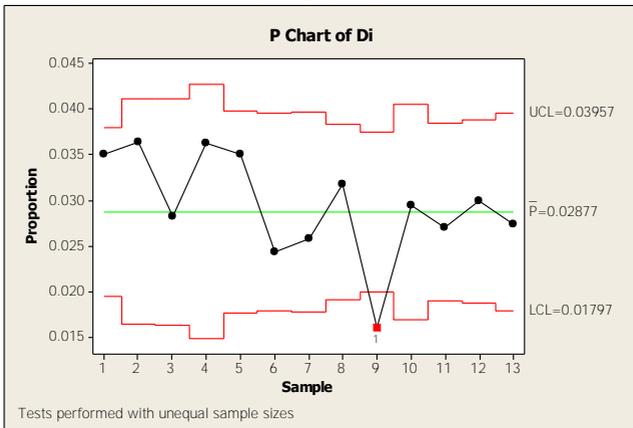


**Gambar 4.5** Peta Kendali p Juli 2014

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa proses produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ pada Juli 2014 belum terkendali

secara statistik, karena terdapat sampel yang keluar dari batas kendali. Plot-plot yang keluar dari batas kendali yaitu sampel pada pengamatan ke 1, 5, 6, 8,9,10, 12, 13,14, 16, 17, 20, dan 23. Adapun penyebab prduk *reject* yang keluar dari batas kendali pada bulan Juli hampir sama dengan kondisi pada bulan Juni dari segi bahan baku (strip) yang kurang bagus, dan terjadi *human eror*. Namun pada pada periode ini terjadi posisi roll yang berubah las/strip kasar sehingga mengakibatkan bengkok pada pipa.

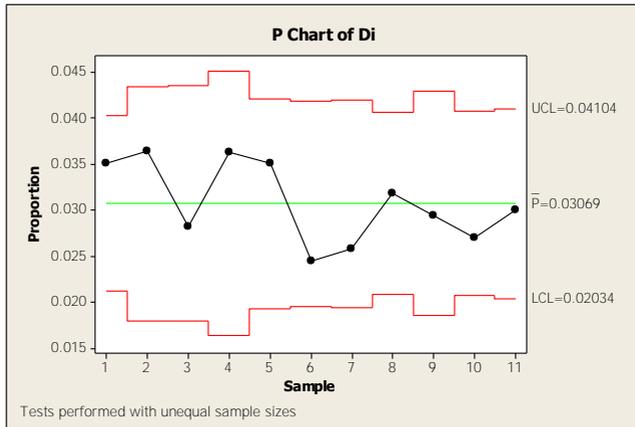
Berikut adalah peta kendali p pada iterasi pertama dengan batas kendali dan garis tengah yang sudah dihitung kembali setelah menghilangkan subgroup yang keluar (*out of control*).



**Gambar 4.6** Peta Kendali p Juli 2014 Iterasi pertama

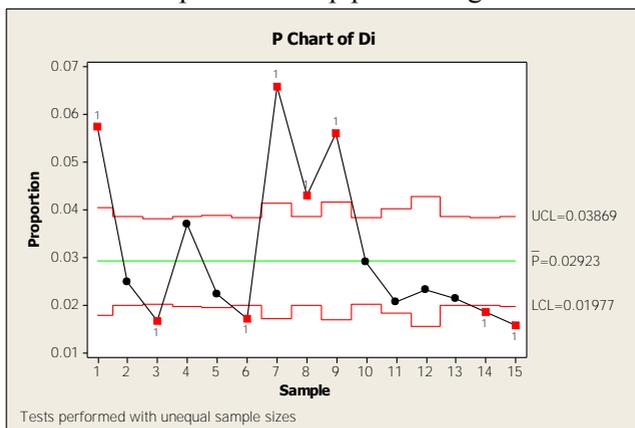
Gambar 4.6 menunjukkan bahwa pada ietrasi pertama setelah menghilangkan subgrub yang keluar batas kendali masih terdapat satu pengamatan yang belum terkendali yaitu pengamatan ke 9 pada iterasi pertama. Hal ini terjadi karena kurang tepat pada setel roll dan setel welded. Maka peta kendali baru akan dibuat dengan batas kendali dan garis tengah yang

sudah dihitung kembali setelah menghilangkan subgroup yang keluar (*out of control*).



**Gambar 4.7** Peta Kendali p Juli 2014 Ietrasi kedua

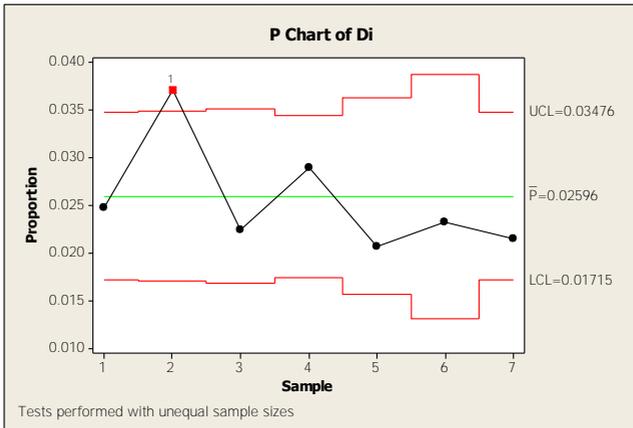
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa proses produksi pipa pada bulan Juli telah terkendali secara statistik dengan nilai  $\bar{p}$  0,03069, batas kendali bawah 0,02034, dan batas kendali atas 0,04104. Berikut ini peta kendali p periode Agustus 2014.



**Gambar 4.8** Peta Kendali p Agustus 2014

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa proses produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ pada Agustus 2014 belum terkendali secara statistik, karena terdapat sampel yang keluar dari batas kendali. Plot-plot yang keluar dari batas kendali yaitu sampel pada pengamatan ke 1, 3, 6, 7, 8, 9, 14, dan 15. Penyebab produk reject yang keluar batas kendali seperti yang telah dijelaskan karena bahan baku yang kurang bagus serta terjadi human eror. Selain itu setel roll dan setel welded serta posisi roll yang kurang center juga menjadi penyebab di luar batas kendali.

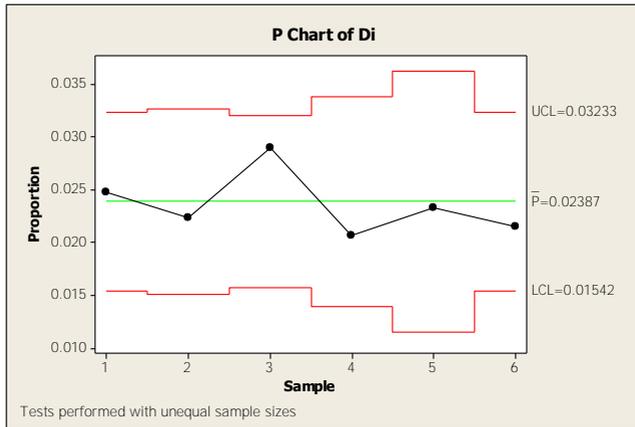
Berikut adalah peta kendali p pada iterasi pertama dengan batas kendali dan garis tengah yang sudah dihitung kembali setelah menghilangkan subgroup yang keluar (*out of control*).



**Gambar 4.9** Peta Kendali p Agustus 2014 Iterasi pertama

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa pada ietrasi pertama setelah menghilangkan subgrub yang keluar batas kendali masih terdapat satu pengamatan yang belum terkendali yaitu pengamatan ke 2 pada iterasi pertama. Hal ini terjadi karenan kesalah operator dalam setting roll sehingga posisi kurang center. Maka peta kendali baru akan dibuat dengan batas kendali dan

garis tengah yang sudah dihitung kembali setelah menghilangkan subgroup yang keluar (*out of control*).



**Gambar 4.10** Peta Kendali p Agustus 2014 Iterasi Kedua

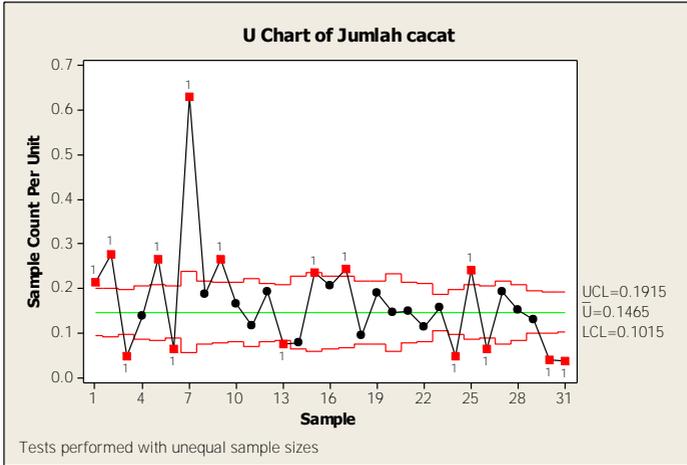
Gambar 4.10 menunjukkan bahwa proses produksi pipa pada bulan Agustus telah terkendali secara statistik dengan nilai  $\bar{p}$  0,02387, batas kendali bawah 0,01542, dan batas kendali atas 0,03233.

Dari pengamatan proporsi produk cacat selama 3 bulan (Juni-Agustus) tidak terkendali secara statistik pada analisa awal sehingga perlu iterasi hingga proses terkendali secara statistik. Adapun penyebab produk cacat yang mengakibatkan produk *reject* adalah kondisi bahan baku yang kurang bagus, personal kurang fit atau mengalami kelelahan, serta kondisi mesin yang tidak maksimal. Maka perbaikan harus dilakukan agar produksi pipa ERW jenis perabot bisa stabil.

#### 4.1.2 Peta Kendali u

Berikut ini merupakan peta kendali u untuk jumlah cacat perunit dengan jumlah sampel berbeda-beda pada tiap shift. Penerapan peta kendali u menggunakan cacat produksi akibat

proses las pada periode Juni hingga Agustus 2014 terdapat 31 pengamatan.



**Gambar 4.11** Peta Kendali u

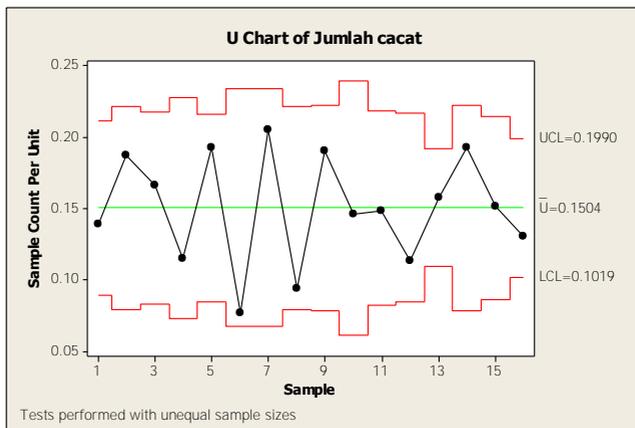
Gambar 4.11 merupakan peta kendali untuk proses produksi pipa ERW jenis perabot di mana sumbu vertical menunjukkan nilai u dan sumbu horizontal menunjukkan jumlah subgroup penelitian. Diketahui bahwa proses produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ belum terkendali secara statistik, karena terdapat sampel yang keluar dari batas kendali. Plot-plot yang keluar dari batas kendali yaitu sampel pada pengamatan ke 1,2,3, 5,6,7, 9, 13,15,17,24,25,26, 30 dan 31.

Setelah dilakukan peninjauan kembali, ternyata terdapat kesalahan pada strip atau coil material penyusun pipa yang memiliki kualitas kurang baik. Kondisi strip sangat mempengaruhi hasil kulit pipa yang juga mengakibatkan kondisi pipa yang tidak memenuhi kulaitis terbaik. Adanya

inspeksi terhadap coil saat akan produksi sangat penting untuk dilakukan agar produk yang dihasilkan bisa lebih baik.

Beberapa proses produksi yang *out of control* juga diakibatkan oleh *setting* mesin yang kurang sesuai. Pada mesin Mill dimana mesin tersebut adalah mesin untuk pembuatan pipa ERW terdapat proses pengelasan yang juga menjadi proses penting dalam penentu kualitas hasil pipa. Meskipun dengan teknologi high frequency welding, mesin Mill masih memberikan hasil produk cacat. Hal semacam ini segera ditangani oleh bagian produksi perusahaan untuk mendapatkan produk yang lebih baik.

Berikut adalah peta kendali u pada iterasi pertama dengan batas kendali dan garis tengah yang sudah dihitung kembali setelah menghilangkan subgroup yang keluar (*out of control*).



**Gambar 4.12** Peta kendali u Iterasi pertama

Gambar 4.12 merupakan Iterasi pertama peta kendali u untuk proses produksi pipa ERW jenis perabot. Diketahui bahwa proses produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ sudah

terkendali secara statistik, terlihat bahwa tidak terdapat plot-plot yang keluar dari batas kendali.

## 4.2 Proses Kapabilitas

Evaluasi mengenai proses kapabilitas untuk untuk mengetahui produksi pipa ERW jenis perabot yang telah dilakukan pada bulan Juli 2014 telah sesuai dengan akurasi. Penetapan kapabilitas proses untuk meningkatkan kualitas produksi. Kapabilitas produksi dikatakan baik apabila akurasi dan spesifikasi sesuai. Proses kapabilitas dilakukan setelah analisis peta kendali dan peta kendali telah terkendali secara statistik. Berikut ini hasil proses kapabilitas untuk proporsi produk cacat dengan menghitung nilai tengah dari proporsi cacat dan nilai peluang produk cacat ( $p'$ ) dengan persamaan (2.12).

**Tabel 4.1** Indeks Proses Kapabilitas Proporsi Cacat

Bulan	$\bar{p}$	$\hat{p}_{PK}^{\%}$
Juni	0,03407	0,60802
Juli	0,03069	0,62358
Agustus	0,2387	0,23683

Analisis dari evaluasi kapabilitas proses secara manual diketahui bahwa nilai  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  periode Juni hingga Agustus berturut-turut adalah 0,6082; 0,62358; dan 0,23683. Syarat proses dikatakan kapabel apabila proses terkendali secara statistik dan indeks proses kapabilitas  $>1$ . Nilai yang diketahui kurang dari 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi pada bulan Juli 2014 di PT XYZ unit II belum kapabel untuk produk *reject*.

Evaluasi proses kapabilitas dilakukan dengan menghitung nilai tengah dari jumlah cacat perunit atau  $\bar{u}$  dan nilai peluang produk cacat ( $p'$ ) dengan persamaan (2.16) sebagai berikut.

$$p' = 1 - e^{-\bar{u}}$$

$$p' = 1 - e^{-0,1504}$$

$$p' = 1 - e^{-0,1504}$$

$$p' = 1 - 0,8604$$

$$p' = 0,1396$$

Nilai yang diperoleh adalah sebesar 0,1396 sehingga diperoleh informasi bahwa peluang produk tersebut akan cacat untuk satu unit produk adalah sebesar 0,1396. Setelah nilai dari  $p'$  diperoleh, maka nilai  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  dapat dihitung sebagai berikut.

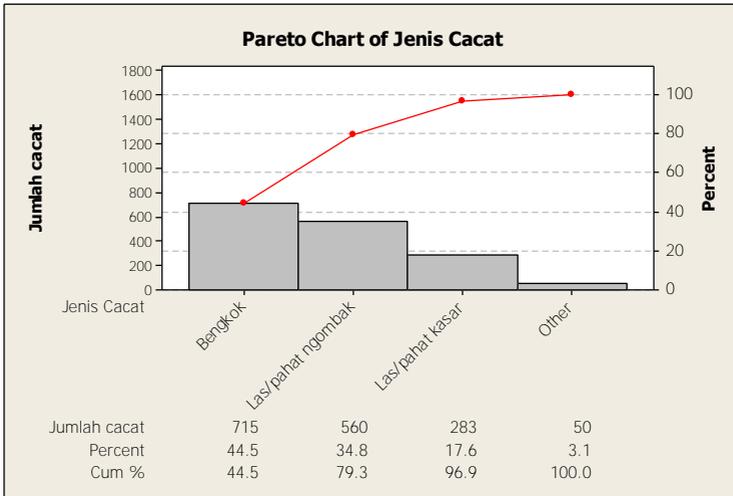
$$\hat{p}_{PK}^{\%} = \frac{Z(p')}{3} = \frac{Z(0,1396)}{3} = \frac{1,082}{3} = 0,36$$

Analisis dari evaluasi kapabilitas proses secara manual diketahui bahwa nilai  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  adalah 0,36. Syarat proses dikatakan kapabel apabila proses terkendali secara statistik dan indeks proses kapabilitas  $>1$ . Nilai yang diketahui kurang dari 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi pada bulan Juli 2014 di PT XYZ belum kapabel.

### 4.3 Karakteristik Ketidaksesuaian PIPA ERW Jenis Perabot

Jenis cacat berdasarkan data *Quality Control* pada pipa jenis ERW terdapat 4 jenis cacat . Ketidaksesuaian pada pipa perabot yang diamati adalah disebabkan *welding defect* . Untuk melihat karakteristik ketidaksesuiana pipa ERW pada periode Juli 2014 dimana pada bulan tersebut terjadi penurunan kualitas pada mesin MILL digunakan diagram pareto. Pada diagram pareto, dilakukan pengurutan dari jumlah frekuensi tertinggi ke yang paling rendah. Pengurutan dilakukan dari kiri ke kanan dengan frekuensi cacat tertinggi ke cacat paling rendah. Diagram pareto

digunakan untuk mengetahui penyebab utama dari kecacatan atau kecacatan yang dominan. Hasil analisis lebih jelas sebagai berikut.



**Gambar 4.13** Gambar Diagram Pareto Ketidaksesuaian Pipa ERW

Berdasarkan Gambar 4.13 hasil analisis menggunakan diagram pareto dapat diketahui jumlah cacat dari masing-masing jenis cacat yang terdapat pada pipa ERW jenis perabot. Jenis-jenis cacat berturut turut menurut jumlah cacat dari sampel selama 1 bulan produksi. Jenis cacat yang paling banyak terdapat dalam pipa ERW jenis perabot pada periode Juli 2014 adalah cacat bengkok dimana frekuensi jenis cacat tersebut paling besar dibandingkan jenis cacat lainnya yaitu 44,5% atau 715 pcs. Kemudian penyebab cacat selanjutnya adalah las/pahat ngombak sebesar 34,8% atau 560 pcs, las/pahat kasar 17,6 % atau 283 pcs, dan las/pahat numpuk 3,1% atau 50 pcs.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bothe, D.R. 1997. *Measuring Process Capability (Techniques and Calculations for Quality and Manufacturing Engineers)* New York : McGraw-Hill.
- Duglas, Montgomery. 2009 ;*Introduction to Statistical Quality Control, 6<sup>th</sup> edition, John Wiely & Sons Inc*, New York.
- Gasperz, Vincent. 2001. *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Grant. 1998. "*Pengendalian Mutu Statistik*". Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Heizer, Jay and Barry Render. 2006. *Operations Management (Manajemen Operasi)*. Jakarta : Salemba Empat.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil pengamatan produksi pipa ERW jenis perabot di PT XYZ pada Juli 2014 belum kapabel karena  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  periode Juni hingga Agustus berturut-turut untuk proporsi produk cacat adalah 0,6082; 0,62358; dan 0,23683 dan  $\hat{p}_{PK}^{\%}$  untuk jumlah produk cacat perunit akibat cacat las sebesar  $0,35698 < 1$
2. Jenis cacat apa yang paling mendominasi ketidaksesuaian pipa ERW jenis perabot pada Juli 2014 adalah cacat bengkok.
3. Faktor yang mempengaruhi adanya ketidaksesuaian pada pipa ERW jenis perabot pada Juli 2014 adalah metode yang digunakan saat setel welded dan setel roll, kondisi strip yang kurang bagus, *human error*, dan strip licin.

#### **5.2 Saran**

Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya diteliti faktor – faktor apa saja yang menyebabkan ketidaksesuaian/kecacatan pada proses *finishing* produksi pipa ERW. Untuk mengatasi cacat produk pipa jenis ERW agar tidak mengalami cacat yang cukup banyak pada salah satu jenis, maka bahan baku harus dipilih sebaik mungkin. Selain itu, mesin MILL harus dirawat dengan baik agar kualitas hasil produksi stabil. Perlu definisi cacat yang lebih jelas bagi PT XYZ agar analisa bisa lebih akurat dan dapat dikaji secara mendalam.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Pengamatan Proporsi Cacat Juni-Agustus 2014 Juni

No.	Sampel	Jumlah Cacat	No.	Sampel	Jumlah Cacat
1	1956	127	13	1408	42
2	2580	52	14	2249	64
3	2606	74	15	2152	40
4	2914	64	16	695	17
5	1900	64	17	2297	103
6	1796	170	18	1538	175
7	2844	53	19	1038	48
8	2700	56	20	1675	66
9	2187	90	21	1830	62
10	1805	49	22	961	22
11	1650	151	23	1380	45
12	2095	51	24	1393	52

### Juli

No	Sampel	Jumlah cacat	No	Sampel	Jumlah cacat
1	1790	209	15	2735	87
2	2939	103	16	3775	54
3	1650	60	17	3300	53
4	1630	46	18	4425	87
5	2914	53	19	1115	62
6	2515	46	20	1800	53
7	1295	47	21	2563	40
8	1975	151	22	3062	43
9	2325	148	23	2668	72

No	Sampel	Jumlah cacat	No	Sampel	Jumlah cacat
10	2100	142	24	2500	75
11	2051	72	25	2488	39
12	2132	52	26	2156	59
13	1359	97	27	1099	72
14	2094	54			

**Agustus**

No	Sampel	Jumlah cacat
1	2000	115
2	2950	73
3	3191	53
4	2859	106
5	2724	61
6	3017	52
7	1759	116
8	2900	125
9	1656	93
10	3138	91
11	2125	44
12	1375	32
13	2935	63
14	3000	56
15	2854	45

## LAMPIRAN

### Lampiran 2 Perhitungan Manual Peta Kendali p Juni

No	Sampel	Jumlah Cacat	p	BKA	BKB
1	1956	127	0.0649	0.0403	0.0397
2	2580	52	0.0202	0.0402	0.0398
3	2606	74	0.0284	0.0402	0.0398
4	2914	64	0.0220	0.0402	0.0398
5	1900	64	0.0337	0.0403	0.0397
6	1796	170	0.0947	0.0403	0.0397
7	2844	53	0.0186	0.0402	0.0398
8	2700	56	0.0207	0.0402	0.0398
9	2187	90	0.0412	0.0403	0.0397
10	1805	49	0.0271	0.0403	0.0397
11	1650	151	0.0915	0.0403	0.0396
12	2095	51	0.0243	0.0403	0.0397
13	1408	42	0.0298	0.0404	0.0396
14	2249	64	0.0285	0.0402	0.0397
15	2152	40	0.0186	0.0403	0.0397
16	695	17	0.0245	0.0408	0.0391
17	2297	103	0.0448	0.0402	0.0397
18	1538	175	0.1138	0.0404	0.0396
19	1038	48	0.0462	0.0406	0.0394
20	1675	66	0.0394	0.0403	0.0396
21	1830	62	0.0339	0.0403	0.0397
22	961	22	0.0229	0.0406	0.0394
23	1380	45	0.0326	0.0404	0.0396
24	1393	52	0.0373	0.0404	0.0396

**Iterasi Pertama**

No	Sampel	Jumlah Cacat	p	BKA	BKB
3	2606	74	0.02840	0.04090	0.02629
5	1900	64	0.03368	0.04204	0.025148
9	2187	90	0.04115	0.03960	0.027588
10	1805	49	0.02715	0.04463	0.022563
13	1408	42	0.02983	0.04646	0.020724
14	2249	64	0.02846	0.04204	0.025148
16	695	17	0.02446	0.06539	0.001798
17	2297	103	0.04484	0.03884	0.028347
19	1038	48	0.04624	0.04486	0.022333
20	1675	66	0.03940	0.04178	0.025404
21	1830	62	0.03388	0.04231	0.024876
22	961	22	0.02289	0.05817	0.009024
23	1380	45	0.03261	0.04561	0.021582
24	1393	52	0.03733	0.04399	0.023199

**Juli**

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
1	1790	209	0.1168	0.0379	0.0373
2	2939	103	0.0350	0.0378	0.0374
3	1650	60	0.0364	0.0380	0.0373
4	1630	46	0.0282	0.0380	0.0373
5	2914	53	0.0182	0.0378	0.0374
6	2515	46	0.0183	0.0378	0.0374
7	1295	47	0.0363	0.0381	0.0372
8	1975	151	0.0765	0.0379	0.0373

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
9	2325	148	0.0637	0.0379	0.0374
10	2100	142	0.0676	0.0379	0.0373
11	2051	72	0.0351	0.0379	0.0373
12	2132	52	0.0244	0.0379	0.0373
13	1359	97	0.0714	0.0380	0.0372
14	2094	54	0.0258	0.0379	0.0373
15	2735	87	0.0318	0.0378	0.0374
16	3775	54	0.0143	0.0378	0.0375
17	3300	53	0.0161	0.0378	0.0374
18	4425	87	0.0197	0.0377	0.0375
19	1115	62	0.0556	0.0381	0.0371
20	1800	53	0.0294	0.0379	0.0373
21	2563	40	0.0156	0.0378	0.0374
22	3062	43	0.0140	0.0378	0.0374
23	2668	72	0.0270	0.0378	0.0374
24	2500	75	0.0300	0.0378	0.0374
25	2488	39	0.0157	0.0378	0.0374
26	2156	59	0.0274	0.0379	0.0374
27	1099	72	0.0655	0.0381	0.0371

### Iterasi Pertama

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
2	2939	103	0.0350	0.0296	0.0293
3	1650	60	0.0364	0.0298	0.0291
4	1630	46	0.0282	0.0298	0.0291
7	1295	47	0.0363	0.0298	0.0291
11	2051	72	0.0351	0.0297	0.0292

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
12	2132	52	0.0244	0.0297	0.0292
14	2094	54	0.0258	0.0297	0.0292
15	2735	87	0.0318	0.0296	0.0293
17	3300	53	0.0161	0.0296	0.0293
20	1800	53	0.0294	0.0297	0.0292
23	2668	72	0.0270	0.0296	0.0293
24	2500	75	0.0300	0.0297	0.0292
26	2156	59	0.0274	0.0297	0.0292

### Iterasi Kedua

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
2	2939	103	0.0350	0.0310	0.0307
3	1650	60	0.0364	0.0312	0.0305
4	1630	46	0.0282	0.0312	0.0305
7	1295	47	0.0363	0.0313	0.0305
11	2051	72	0.0351	0.0311	0.0306
12	2132	52	0.0244	0.0311	0.0306
14	2094	54	0.0258	0.0311	0.0306
15	2735	87	0.0318	0.0310	0.0307
20	1800	53	0.0294	0.0311	0.0306
23	2668	72	0.0270	0.0311	0.0307
24	2500	75	0.0300	0.0311	0.0307

**Agustus**

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
1	2000	115	0.0575	0.0316	0.0310
2	2950	73	0.0247	0.0315	0.0311
3	3191	53	0.0166	0.0315	0.0311
4	2859	106	0.0371	0.0315	0.0311
5	2724	61	0.0224	0.0315	0.0311
6	3017	52	0.0172	0.0315	0.0311
7	1759	116	0.0659	0.0316	0.0310
8	2900	125	0.0431	0.0315	0.0311
9	1656	93	0.0562	0.0316	0.0310
10	3138	91	0.0290	0.0315	0.0311
11	2125	44	0.0207	0.0316	0.0311
12	1375	32	0.0233	0.0317	0.0309
13	2935	63	0.0215	0.0315	0.0311
14	3000	56	0.0187	0.0315	0.0311
15	2854	45	0.0158	0.0315	0.0311

**Iterasi Pertama**

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
2	2950	73	0.0247	0.0257	0.0254
4	2859	106	0.0371	0.0257	0.0254
5	2724	61	0.0224	0.0257	0.0253
10	3138	91	0.0290	0.0257	0.0254
11	2125	44	0.0207	0.0257	0.0253
12	1375	32	0.0233	0.0259	0.0252
13	2935	63	0.0215	0.0257	0.0254

**Iterasi Kedua**

No	Sampel	Jumlah cacat	p	BKA	BKB
2	2950	73	0.0247	0.0238	0.0234
5	2724	61	0.0224	0.0238	0.0234
10	3138	91	0.0290	0.0237	0.0235
11	2125	44	0.0207	0.0238	0.0234
12	1375	32	0.0233	0.0239	0.0233
13	2935	63	0.0215	0.0238	0.0234

## LAMPIRAN

**Lampiran 3** Data Ketidaksesuaian Pipa ERW Jenis Perabot  
Periode Juni-Agustus 2014

Pengamatan	n	C1	C2	C3	C4	u
1	467	100	0	0	0	100
2	450	125	0	0	0	125
3	528	25	0	0	0	25
4	360	50	0	0	0	50
5	336	89	0	0	0	89
6	384	25	0	0	0	25
7	159	100	0	0	0	100
8	267	50	0	0	0	50
9	282	75	0	0	0	75
10	301	50	0	0	0	50
11	226	26	0	0	0	26
12	311	0	0	60	0	60
13	337	0	0	25	0	25
14	195	0	0	15	0	15
15	169	0	40	0	0	40
16	195	0	40	0	0	40
17	204	0	0	0	50	50
18	267	0	0	25	0	25
19	262	0	50	0	0	50
20	171	0	0	25	0	25
21	290	0	43	0	0	43
22	309	0	35	0	0	35
23	794	0	0	125	0	125
24	529	0	25	0	0	25

Pengamatan	n	C1	C2	C3	C4	u
25	353	0	0	85	0	85
26	385	0	0	25	0	25
27	259	0	0	50	0	50
28	330	0	50	0	0	50
29	575	0	0	75	0	75
30	630	0	0	25	0	25
31	652	0	0	25	0	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Pengamatan Proporsi Cacat Juni-Agustus 2014 .....	43
<b>Lampiran 2</b> Perhitungan Manual Peta Kendali p.....	45
<b>Lampiran 3</b> Data Ketidaksesuaian Pipa ERW Jenis Perabot Periode Juni-Agustus 2014.....	51

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Binti Fatmawati dan akrab dipanggil Fatma terlahir dari pasangan Moh. Ghafur dan Umi Nurhayati tepatnya pada tanggal 4 Januari 1993 dan merupakan anak pertama dari 4 bersaudara. Penulis yang lahir dan besar di Kepung, Kediri ini telah menempuh pendidikan formal di MI Miftahul Huda Jatisari Kediri (1999-2005), MTs Negeri Pare 1 (2005-2008), dan SMA Negeri 7 Kediri (2008-2011). Selepas itu, penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jurusan Statistika melalui jalur diploma III reguler (2012-2015).

Semasa perkuliahan, penulis aktif di kegiatan organisasi antara lain Forum Studi Islam Statistika (Forsis) staf Syiar yang kemudian menjadi sekretaris departemen Humas, KOPMA Dr Angka ITS sebagai staff PSDA, JMMI sebagai staf HUMED (Humas dan Media) dan penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi ekstra kampus KAMMI. Penulis juga mendapatkan beasiswa bidik misi selama kuliah dan beasiswa Yayasan Asahimas selama satu tahun. Selain itu, penulis mempunyai prinsip yang selalu dipegang teguh adalah “Everything’s possible!”, tidak ada kata tidak mungkin jika kita mau berusaha. Kritik dan saran terhadap penulis dapat melalui email pribadi penulis fatma.nahl@gmail.com.