



**TUGAS AKHIR - SS141501**

***ATTRIBUTE AGREEMENT ANALYSIS* DAN ANALISIS  
KAPABILITAS PROSES PRODUKSI KIKIR *SLIM TAPER*  
(ST) DI PT JAYKAY FILES INDONESIA**

**AINUR RIZAL  
NRP 1314 105 001**

**Dosen Pembimbing  
Dra. Lucia Aridinanti, MT**

**PROGRAM STUDI S1  
JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016**

*halaman ini sengaja dikosongkan*



**FINAL PROJECT - SS141501**

**ATTRIBUTE AGREEMENT ANALYSIS  
AND CAPABILITY PROCESS ANALYSIS ON SLIM TAPER  
FILES (ST) PRODUCTION IN PT JAYKAY FILES  
INDONESIA**

**AINUR RIZAL  
NRP 1314 105 001**

**Supervisor  
Dra. Lucia Aridinanti, MT**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2016**

*halaman ini sengaja dikosongkan*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ATTRIBUTE AGREEMENT ANALYSIS  
DAN ANALISIS KAPABILITAS PROSES  
PRODUKSI KIKIR JENIS *SLIM TAPER (ST)*  
DI PT JAYKAY FILES INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada**

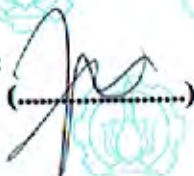
**Program Studi S-1 Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

Oleh :

**AINUR RIZAL  
NRP 1314 105 001**


Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

**Dra. Lucia Aridinanti, MT  
NIP. 19610131 198701 2 001**



Mengetahui,

**Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**



**Dr. Suhartono**

**NIP. 19710929 199512 1 001**

**SURABAYA, JULI 2016**



***ATTRIBUTE AGREEMENT ANALYSIS***  
**DAN ANALISIS KAPABILITAS PROSES**  
**PRODUKSI KIKIR *SLIM TAPER* (ST)**  
**DI PT JAYKAY FILES INDONESIA**

**Nama Mahasiswa** : Ainur Rizal  
**NRP** : 1314 105 001  
**Jurusan** : Statistika  
**Dosen Pembimbing** : Dra. Lucia Aridinanti, MT

**Abstrak**

Berdasarkan data *Rejection Proving Departement* bulan Januari – Maret 2016, persentase produk cacat kikir *slim taper* sangat tinggi yaitu 32,52%. PT Jaykay Files Indonesia belum pernah melakukan pengujian sistem pengukuran terhadap inspektor. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kapabilitas inspektor dalam melakukan inspeksi visual. Apabila hasil pengujian sistem pengukuran terhadap inspektor valid, maka data hasil inspeksi visual yang dilakukan inspektor sesuai dengan keadaan proses produksi. Selama ini perusahaan melakukan pengendalian kualitas sebatas deskriptif. Sehingga perlu melakukan analisis lebih mendalam pada proses produksi menggunakan analisis kapabilitas proses. Metode ini dapat mengetahui proses produksi kapabel atau tidak. Hasil pengujian terhadap sistem pengukuran menggunakan *Attribute Agreement Analysis* menunjukkan bahwa inspeksi visual yang dilakukan oleh kedua inspektor mempunyai tingkat kesepakatan yang sedang. Indeks kapabilitas proses produksi kikir slim taper fase I dan fase II masing-masing sebesar 0,309 dan 0,334. Proses produksi kikir slim taper pada kedua fase tidak kapabel. Level sigma proses produksi keseluruhan adalah 2,89 sigma. Jenis cacat paling dominan yaitu *crack* yang termasuk dalam kategori *critical defect*. Faktor penyebab utama *crack* yaitu dekarburisasi dan *underheat*. Prioritas tindakan perbaikan yang harus dilakukan yaitu penambahan jumlah sampel saat pengecekan ketebalan dekarburisasi, pengecekan *thermocouple* secara rutin dan *training operator*.

**Kata kunci** : Analisis Kapabilitas Proses, *Attribute Agreement Analysis*, Kikir *Slim Taper*

*halaman ini sengaja dikosongkan*

# ATTRIBUTE AGREEMENT ANALYSIS AND CAPABILITY PROCESS ANALYSIS ON SLIM TAPER (ST) FILES PRODUCTION IN PT JAYKAY FILES INDONESIA

**Name** : Ainur Rizal  
**NRP** : 1314 105 001  
**Department** : Statistics  
**Supervisor** : Dra. Lucia Aridinanti, MT

## **Abstract**

*Based on data from Rejection Proving Department in January – March 2016, the defects percentage of Slim Taper product as high as 32.52%. PT. Jaykay Files Indonesia never held a measurement test to the inspector. This measurement is to performed an accuracy determination of the inspector in visual inspection. If the results show a valid measurement from the inspector, then the data from visual inspection was in accordance with the state of the production process. From the whole time, PT. Jaykay Files Indonesia doing a quality control inspection only for a descriptive. Thus, a deeper analysis urgently needed for the production process using capability analysis. This method can determine a capability of a production process. The test results of the measurement system using Attribute Agreement Analysis of inspectors indicates a mediocre degree of agreement beyond chance in their visual inspection. Capability process Index for phase I and phase II is 0,309 and 0,334. Thus, process of slim taper production in phase I and phase II are not capable. Sigma level of overall process production is 2,89 sigma. The most defective cause is crack from critical defect category. The main cause of crack are decarburization and underheat. For the priority improvement actions are adding sample numbers when checking the thickness of decarburization, thermocouple checks regularly and held a training for operators.*

**Key words** : Attribute Agreement Analysis, Capability Process Analysis, Slim Taper Files



*halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

### HALAMAN JUDUL

### LEMBAR PENGESAHAN

<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 <i>Attribute Agreement Analysis</i> .....	5
2.2 Peta Kendali <i>Demerit</i> .....	8
2.3 Uji Pergeseran Proses Produksi .....	10
2.4 Kapabilitas Proses .....	11
2.5 <i>Defect per Million Opportunity</i> .....	12
2.6 Diagram Pareto .....	13
2.7 Diagram Ishikawa .....	13
2.8 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> .....	14
2.8.1 <i>Severity (S)</i> .....	15
2.8.2 <i>Occurance (O)</i> .....	16
2.8.3 <i>Detectability (D)</i> .....	16
2.9 PT. Jaykay Files Indonesia, Sidoarjo .....	17
2.10 Aliran Proses Pembuatan Kikir ( <i>Files</i> ) .....	18

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian .....	19
3.1.1 Variabel untuk <i>Attribute Agreement Analysis</i> .....	19
3.1.2 Variabel untuk Analisis Kapabilitas Proses .....	20

3.2	Metode Pengambilan Sampel .....	21
3.3	Organisasi Data .....	22
3.4	Langkah Analisis .....	23
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	<i>Attribute Agreement Analysis</i> .....	29
4.1.1	<i>Attribute Agreement Analysis Within Appraisers</i> ....	30
4.1.2	<i>Attribute Agreement Analysis Between Appraisers</i> .....	32
4.2	Uji Pergeseran Proses .....	34
4.3	Analisis Kapabilitas Proses .....	35
4.3.1	Analisis Proses Fase I.....	35
4.3.2	Analisis Proses Fase II .....	39
4.3.3	Indeks Kapabilitas Proses.....	42
4.3.4	<i>DPMO</i> .....	43
4.4	Identifikasi Jenis Cacat.....	44
4.5	Faktor Penyebab <i>Out of Control</i> .....	45
4.6	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		53
<b>BIODATA PENULIS</b> .....		71

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi <i>Kappa-Statistic</i> .....	6
Tabel 2.2	Hubungan <i>DPMO</i> dengan Level Sigma.....	13
Tabel 2.3	Peringkat <i>Severity</i> .....	15
Tabel 2.4	Peringkat <i>Occurance</i> .....	16
Tabel 2.5	Peringkat <i>Detectability</i> .....	17
Tabel 3.1	<i>CTQ</i> Inspeksi Visual Kikir <i>Slim Taper</i> .....	19
Tabel 3.2	Jenis Cacat Produk Kikir <i>Slim Taper</i> .....	20
Tabel 3.3	Struktur Data Peta Kendali <i>Demerit</i> .....	22
Tabel 3.4	Struktur Data <i>Attribute Agreement Analysis</i> .....	23
Tabel 3.5	Perhitungan Nilai Pembobot.....	25
Tabel 4.1	Hasil <i>Assessment Agreement Within Appraisers</i> .....	30
Tabel 4.2	Nilai <i>Fleiss' Kappa</i> untuk <i>Within Appraisers</i> .....	31
Tabel 4.3	Hasil <i>Assessment Agreement Between Appraisers</i> .....	33
Tabel 4.4	Nilai <i>Fleiss' Kappa</i> untuk <i>Between Appraisers</i> .....	33
Tabel 4.5	Uji Pergeseran Proses Fase I dan Fase II.....	35
Tabel 4.6	Indeks Kapabilitas Proses Produk Kikir <i>Slim Taper</i> .....	43
Tabel 4.7	<i>DPMO</i> dan Level Sigma dari <i>Proving &amp; Final Inspection</i> .....	43

*halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Diagram Pareto..... 13
Gambar 2.2	Diagram Ishikawa ..... 14
Gambar 2.3	Aliran Proses Produksi Kikir..... 18
Gambar 3.1	Diagram Alir ..... 27
Gambar 4.1	Grafik <i>Assessment Agreement</i> ..... 31
Gambar 4.2	Grafik Peta Kendali <i>Demerit</i> Fase I..... 37
Gambar 4.3	Grafik Peta Kendali <i>Demerit</i> Fase I (Revisi) ..... 38
Gambar 4.4	Grafik Peta Kendali <i>Demerit</i> Fase II (Bulan Februari – Maret 2016) ..... 40
Gambar 4.5	Peta Kendali <i>Demerit</i> Fase II (Revisi 1) ..... 41
Gambar 4.6	Peta Kendali <i>Demerit</i> Fase II (Revisi 2) ..... 42
Gambar 4.7	Diagram Pareto pada <i>Critical Defect</i> ..... 44
Gambar 4.8	Diagram Pareto pada <i>Major Defect</i> ..... 45
Gambar 4.9	Diagram Pareto pada <i>Minor Defect</i> ..... 45
Gambar 4.10	Diagram Ishikawa Penyebab <i>Crack</i> ..... 46
Gambar 4.11	Diagram Ishikawa Penyebab <i>Level Out</i> ..... 47
Gambar 4.12	Diagram Ishikawa Penyebab <i>Dirty</i> ..... 47
Gambar 4.13	Diagram Ishikawa Penyebab <i>Body Bend</i> ..... 48
Gambar 4.14	Diagram Ishikawa Penyebab <i>Tempering</i> ..... 48

*halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kualitas menjadi salah satu pertimbangan bagi konsumen untuk memilih produk yang diinginkan. Proses yang baik akan menghasilkan kualitas yang baik pula dari suatu produk. Dalam dunia industri, suatu produk dikatakan baik jika masih berada dalam batas spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan. Pengendalian kualitas merupakan suatu tindakan yang dilakukan dalam upaya memenuhi standar atau spesifikasi produk yang dapat diterima konsumen. Sedangkan pengendalian kualitas statistik adalah suatu kegiatan untuk menjaga suatu proses produksi agar berjalan tetap baik atau sesuai target dengan metode statistik (Montgomery, 2009). Salah satu bagian penting dari pengendalian kualitas statistika ialah analisis kapabilitas proses. Kapabilitas proses adalah suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Gaspersz, 2002). Selain pengukuran kinerja proses produksi, pengujian terhadap sistem pengukuran juga penting dalam pengendalian kualitas apakah hasil pengukuran yang dilakukan sudah *valid* atau tidak. Terdapat banyak situasi dimana pengukuran terhadap *output* merupakan data atribut, seperti lolos atau gagal. Data dengan skala pengukuran nominal atau ordinal juga relatif umum, sehingga kapabilitas pengukuran atribut dapat dilakukan pada situasi tersebut (Montgomery, 2009).

PT. Jaykay Files Indonesia merupakan perusahaan yang berada di bawah naungan Raymond Ltd. PT. Jaykay Files Indonesia didirikan pada tahun 1974 di Jl. Sukodono, Gedangan, Sidoarjo. Perusahaan ini telah memiliki sertifikat ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007 dan Manajemen Lingkungan ISO 14001-2004. Produk utama perusahaan ini yaitu memproduksi kikir dan mata bor. Produk mata bor dan kikir dipasarkan untuk domestik



dan ekspor. Salah satu produk unggulan yaitu kikir (*files*). Kikir merupakan sarana atau alat perkakas tangan yang bermanfaat untuk pengikisan benda kerja, mempertajam suatu benda atau memperhalus suatu benda kerja. Dilihat dari penampangnya, kikir mempunyai bermacam-macam bentuk dan kegunaannya seperti kikir plat untuk pengikisan bidang datar. Kikir segiempat digunakan untuk pengikisan penampang persegi atau lubang segiempat. Kikir pilar untuk pengikisan bidang yang besar. Kikir segitiga digunakan untuk lubang segitiga maupun runcing. Kikir jenis *slim taper* merupakan kikir dengan bentuk segitiga dan ramping. Kikir jenis ini digunakan untuk mempertajam mata gergaji.

Berdasarkan data *Product Conformity of Finish Goods (Warehouse)* tahun 2015, masih banyak ditemukan cacat pada produk kikir jenis *Slim Taper (ST)* seperti tangkai bengkok dan *body* bengkok, sedangkan kikir jenis ini diproduksi paling banyak karena permintaan yang tinggi. Selain itu, berdasarkan data *Rejection Proving Departement* masih banyak ditemukan produk yang cacat. Jumlah produk cacat kikir *slim taper* sebanyak 37.296 dari jumlah produksi sebesar 114.671 atau sebesar 32,52% produk cacat selama proses produksi bulan Januari – Maret 2016. PT Jaykay Files Indonesia mempunyai SOP tentang *quality requirement brands*, yaitu jika ditemukan produk kikir yang cacat termasuk *critical defects* maka produk dibuang (*rejection*) dan jika produk termasuk *major defects* atau *minor defects* maka dilakukan pengerjaan ulang (*rework*) atau tetap dijual tetapi masuk dalam kategori produk *second quality*, sehingga perusahaan mengalami kerugian akibat produk yang dihasilkan masih banyak yang cacat.

Khaulasari (2012) telah menggunakan peta kendali *demerit* untuk meneliti tentang pengendalian kualitas pada proses *welding* kapal Kasim N8604 di PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Perusahaan hanya mencocokkan *rule* dan *spact* kemudian memperbaiki tanpa adanya pengendalian kualitas secara statistik sehingga menambah biaya pembuatan kapal akibat cacat yang

terjadi. Proses terkendali setelah melakukan iterasi kedua di bagian *shell*, *main deck* dan *tank top*. Proses di bagian *shell*, *main deck* dan *tank top* belum kapabel karena masing-masing memiliki nilai kapabilitas kurang dari satu.

Rakasiwi (2014) melakukan penelitian di PT Zenith Allmart Precisindo. Tahap *Measure* melakukan pengujian sistem pengukuran terhadap keempat inspektor. Pengujian sistem pengukuran menggunakan *attribute agreement analysis* karena respon penilaian dari setiap titik pengamatan merupakan data nominal yaitu *good* (0) dan *reject* (1). Hasil *attribute agreement analysis* untuk *repeatability* dan *reproducibility* mempunyai nilai *Kappa* di atas 0,9 atau tingkat konsistensi mendekati sempurna. Dengan demikian, data hasil inspeksi visual produk *casing* pompa dapat dikatakan *valid*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pengujian sistem pengukuran terhadap inspektor penting dilakukan, karena apabila hasil pengujian sistem pengukuran terhadap inspektor *valid*, maka hasil inspeksi visual yang dilakukan inspektor sesuai dengan kenyataan yang ada pada proses produksi. Sehingga data hasil inspeksi yang terkumpul dapat digunakan untuk mengukur kinerja proses produksi. Sebelumnya, PT Jaykay Files Indonesia melakukan pengendalian kualitas kikir menggunakan metode *FMEA*, dimana metode ini masih bersifat deskriptif karena hanya menentukan prioritas perbaikan dilihat dari peringkat perhitungan *RPN* dan hanya berfokus pada jenis cacat *crack*. Sedangkan dalam satu proses produksi kikir, terdapat banyak jenis cacat. Dengan demikian, perlu melakukan analisis secara mendalam yaitu analisis kapabilitas proses. Metode ini dapat mengetahui apakah proses produksi telah kapabel atau tidak. Maka, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana tingkat konsistensi inspektor (kapabilitas pengukuran atribut) dalam proses inspeksi visual produk

akhir kikir *slim taper* bagian *Proving & Final Inspection* di *Warehouse*?

2. Bagaimana indeks kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* di PT Jaykay Files Indonesia, Sidoarjo?

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan permasalahan yang akan diselesaikan, maka tujuan penelitian di PT. Jaykay Files Indonesia sebagai berikut.

1. Mengetahui konsistensi inspektor dalam proses inspeksi secara visual produk kikir *slim taper*.
2. Mengetahui indeks kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* serta faktor-faktor penyebab terjadinya cacat pada produk kikir jenis *slim taper*.

### 1.4 Manfaat

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini setelah menerapkan metode statistika yaitu mengetahui apakah hasil inspeksi visual di bagian *Proving & Final Inspection* sudah *valid* atau tidak dan mengetahui kemampuan proses produksi saat ini (*current performance*), sehingga dapat memberikan informasi kepada perusahaan kapabel tidaknya proses produksi kikir *slim taper* dan memberikan saran/rekomendasi prioritas perbaikan proses yang harus dilakukan untuk mengurangi produk cacat.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian di PT. Jaykay Files Indonesia data hasil inspeksi akhir (*Proving & Final Inspection*) dari proses produksi kikir *slim taper* pada bulan Januari – Maret 2016 dari Departemen *Quality Control* di *Warehouse* PT. Jaykay Files Indonesia.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada subbab ini dibahas beberapa kajian pustaka yang terkait dengan penelitian di PT Jaykay Files Indonesia, yang pertama tentang analisis kapabilitas pengukuran atribut di bagian *Proving and Final Inspection* menggunakan metode *Attribute Agreement Analysis*. Kedua yaitu analisis kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* menggunakan peta kendali *demerit*, uji proporsi dua populasi, indeks kapabilitas proses, *DPMO*, diagram Pareto, diagram Ishikawa dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.

### 2.1 *Attribute Agreement Analysis*

Dalam kehidupan sehari-hari seringkali terdapat keadaan dimana dua orang penilai atau lebih harus memutuskan satu atau beberapa penilaian kedalam beberapa kategori, sehingga perlu diketahui ukuran kesesuaian antara dua penilai atau lebih. Hal ini dapat dilihat pada tingkat akurasi dan presisi. Akurasi berarti penilaian inspektor sesuai dengan *reference value*, sedangkan presisi menunjukkan kemampuan antar inspektor dalam memberikan penilaian hasil pengukuran secara berulang-ulang. Presisi terdiri dari *repeatability* yaitu hasil pengukuran yang dilakukan oleh inspektor yang sama, pada part dan alat ukur yang sama dan dilakukan secara berulang-ulang. *Reproducibility* yaitu hasil pengukuran yang dilakukan oleh beberapa inspektor yang berbeda pada part dan alat yang sama secara berulang-ulang (Dietrich, 2002).

Kappa Statistik ( $K$ ) merupakan suatu koefisien yang digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian diantara beberapa penilaian. Fleiss'kappa digunakan ketika beberapa penilai (*appraisers*) melakukan penilaian terhadap data kategorik ke dalam sejumlah keputusan.  $I_0$  menunjukkan proporsi yang teramati dari masing-masing kategori dan  $I_e$  menunjukkan proporsi yang diharapkan dari masing-masing kategori.  $I_0 - I_e$

menunjukkan kelebihan diluar kesempatan, sedangkan  $1 - I_e$  adalah kemungkinan kelebihan maksimum, rasio dari dua perbedaan ini disebut Kappa. Sehingga Kappa didefinisikan sebagai berikut (Fleiss, 1981).

$$\hat{K} = \frac{I_o - I_e}{1 - I_e} \quad (2.1)$$

Persamaan Kappa untuk kategori  $j$

$$\hat{K}_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}(m - x_{ij})}{nm(m-1)\bar{p}_j(1 - \bar{p}_j)} \quad (2.2)$$

Dan persamaan Kappa secara keseluruhan

$$\hat{K} = 1 - \frac{nm^2 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k x_{ij}^2}{nm(m-1) \sum_{j=1}^k \bar{p}_j(1 - \bar{p}_j)} \quad (2.3)$$

Menurut Landis dan Koch (1977) menyatakan bahwa jika nilai Kappa diatas 0,75 menunjukkan kesepakatan yang sempurna, nilai Kappa dibawah 0,40 maka dapat diartikan kesepakatan yang buruk dan jika nilai Kappa berada diantara 0,40 sampai dengan 0,75 maka kesepakatan dapat dikatakan bagus. Berikut klasifikasi dari *kappa-statistic* ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1** Klasifikasi *Kappa-Statistic*

<b>Kappa</b>	<b>Agreement</b>
< 0,00	Buruk
0,0 – 0,20	Kurang
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,60	Sedang
0,61 – 0,80	Bagus
0,81 – 1,00	Mendekati Sempurna

Sumber: Landis dan Koch (1977)

Pengujian hipotesis untuk nilai Kappa dari masing-masing kategori ke -  $j$  sebagai berikut (Fleis, 1981).

$H_0: K_j = 0$  (koefisien *Kappa* tidak signifikan)

$H_1: K_j > 0$  (koefisien *Kappa* signifikan)

Statistik uji:

$$Z = \frac{\widehat{K}_j}{se_0(\widehat{K}_j)} \quad (2.4)$$

dimana

$$se_0(\widehat{K}_j) = \sqrt{\frac{2}{nm(m-1)}} \quad (2.5)$$

Daerah penolakan  $H_0$ , jika nilai  $Z$  hitung lebih besar dari  $Z$  tabel satu arah dengan  $\alpha$  sebesar 5%. Apabila keputusan menolak  $H_0$ , hal ini menunjukkan bahwa koefisien *Kappa* tidak sama dengan nol atau signifikan dalam penilaian.

*Attribute agreement analysis* memiliki jumlah kesesuaian dari total inspeksi, persen kesesuaian dan selang kepercayaan pada tingkat kepercayaan 95%. Persen kesesuaian dirumuskan sebagai berikut.

$$\% \text{ kesesuaian} = \frac{100(x)}{n} \quad (2.6)$$

dimana  $x$  merupakan variabel random binomial independen, dalam hal ini yaitu jumlah penilaian yang sesuai dan  $n$  adalah jumlah sampel. Selang kepercayaan untuk persentase kesesuaian sebagai berikut (Johnson & Kotz, 1969).

$$\text{Batas Bawah} = \frac{V_1 F_{V_1, V_2, \alpha/2}}{V_2 + V_1 F_{V_1, V_2, \alpha/2}} \quad (2.7)$$

dengan derajat bebas untuk distribusi  $F$  yaitu  $V_1 = 2(x)$  dan  $V_2 = 2(n - x + 1)$

$$\text{Batas Atas} = \frac{V_1 F_{V_1, V_2, 1-\alpha/2}}{V_2 + V_1 F_{V_1, V_2, 1-\alpha/2}} \quad (2.8)$$

dengan derajat bebas untuk distribusi  $F$  yaitu  $V_1 = 2(x + 1)$  dan  $V_2 = 2(n - x)$

## 2.2 Peta Kendali *Demerit*

Menurut Montgomery (2009) menyatakan bahwa dalam produk yang kompleks seperti mobil, komputer atau peralatan elektronik biasanya ditemukan jenis-jenis ketidaksesuaian atau cacat berbeda yang terdapat dalam sistem. Tidak semua jenis cacat diperhitungkan dalam klasifikasi ketidaksesuaian, tetapi sebuah unit mempunyai beberapa cacat kecil (*minor defects*) yang tidak terlalu dihiraukan. Oleh karena itu perlu adanya metode untuk mengelompokkan ketidaksesuaian atau cacat menurut tingkatan dan bobotnya kedalam jenis cacat yang dapat diterima. Peta kendali *demerit* untuk data atribut dapat digunakan dalam situasi ini. Pola cacat dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

### **Cacat Kelas A – Cacat sangat serius**

Unit pada cacat jenis ini tidak cocok sama sekali untuk pelayanan atau akan gagal dalam pelayanan sehingga tidak mudah untuk diperbaiki atau akan menyebabkan kecelakaan atau kerusakan.

### **Cacat Kelas B – Cacat serius**

Unit pada cacat jenis ini akan mengalami kegagalan operasional kelas A atau pasti akan menyebabkan masalah operasional yang cukup serius atau pasti meningkatkan biaya perawatan.

### **Cacat Kelas C – Cacat cukup serius**

Unit pada cacat jenis ini mungkin akan gagal dalam pelayanan atau menyebabkan kesulitan yang kurang serius daripada masalah operasional atau mungkin meningkatkan biaya pemeliharaan atau terdapat cacat serius pada produk akhir, bentuk fisik atau kualitas pekerjaan.

### **Cacat Kelas D – Cacat kecil**

Unit pada cacat jenis ini akan gagal dalam pelayanan, tetapi mempunyai cacat kecil dalam bentuk akhir atau kualitas pekerjaan.

Banyak ketidaksesuaian dari masing-masing jenis cacat kelas A, B, C dan D ditunjukkan dalam  $c_{iA}$ ,  $c_{iB}$ ,  $c_{iC}$  dan  $c_{iD}$

dalam unit pemeriksaan. Tiap kelas cacat diasumsikan independen dan tiap jenis cacat dalam setiap kelas cacat dimodelkan dengan baik oleh distribusi Poisson. Sehingga dapat didefinisikan jumlah dari *demerits* dalam unit pemeriksaan yaitu

$$d_i = w_A c_A + w_B c_B + w_C c_C + w_D c_D \quad i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (2.9)$$

dimana

$w_A = w_B = w_C = w_D$  = Nilai pembobot cacat untuk masing masing kelas

$c_A = c_B = c_C = c_D$  = Jumlah cacat pada masing-masing kelas

Misalkan digunakan suatu sampel dengan  $n_i$  unit pemeriksaan, maka banyaknya cacat pada pemeriksaan ke  $- i$  adalah

$$u_i = \frac{D}{n} \quad (2.10)$$

dimana  $D = \sum_{i=1}^n d_i$  adalah jumlah total *demerit* dalam semua  $n$  unit inspeksi. Bahwa  $u_i$  merupakan kombinasi linier variabel random *Poisson* independen, sehingga nilai statistik  $u$  dapat digambarkan pada diagram kendali sebagai garis tengah peta ( $\bar{u}$ ). Sementara itu, nilai dari batas kendali dapat digambarkan sebagai Batas Kendali Atas dan Batas Kendali Bawah sebagai berikut.

$$\text{Batas Kendali Atas} = \bar{u} + 3\hat{\sigma}_u$$

$$\text{Garis Tengah} = \bar{u}$$

$$\text{Batas Kendali Bawah} = \bar{u} - 3\hat{\sigma}_u \quad (2.11)$$

dengan nilai  $\bar{u}$  dan  $\hat{\sigma}_u$  dapat diperoleh dari persamaan 2.12 dan 2.13 berikut.

$$\bar{u} = w_A \bar{u}_A + w_B \bar{u}_B + w_C \bar{u}_C + w_D \bar{u}_D \quad (2.12)$$

dan

$$\hat{\sigma}_u = \left[ \frac{(w_A)^2 \bar{u}_A + (w_B)^2 \bar{u}_B + (w_C)^2 \bar{u}_C + (w_D)^2 \bar{u}_D}{n} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.13)$$



$\bar{u}_A, \bar{u}_B, \bar{u}_C, \bar{u}_D$  menunjukkan banyaknya rata-rata ketidaksesuaian per unit untuk cacat kelas A, B, C dan D. Nilai  $\bar{u}_A, \bar{u}_B, \bar{u}_C, \bar{u}_D$  dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}\bar{u}_A &= \frac{\sum_{i=1}^k c_{iA}}{\sum_{i=1}^k n_i} & \bar{u}_C &= \frac{\sum_{i=1}^k c_{iC}}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ \bar{u}_B &= \frac{\sum_{i=1}^k c_{iB}}{\sum_{i=1}^k n_i} & \bar{u}_D &= \frac{\sum_{i=1}^k c_{iD}}{\sum_{i=1}^k n_i}\end{aligned}\quad (2.14)$$

### 2.3 Uji Pergeseran Proses Produksi

Pengujian pergeseran proses produksi digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan antara proporsi dari populasi pertama dengan proporsi populasi kedua. Uji pergeseran proses ini menggunakan metode uji proporsi dua populasi. Berikut hipotesis untuk uji proporsi dua populasi (Walpole, 1995).

Hipotesis

$H_0 : p_1 = p_2$  atau tidak ada pergeseran proses

$H_1 : p_1 \neq p_2$  atau terdapat pergeseran proses

Statistik uji

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}\quad (2.15)$$

Keterangan:

$\hat{p}_1$  dan  $\hat{p}_2$  = Proporsi cacat pada fase I dan fase II

$n_1$  dan  $n_2$  = Jumlah pengamatan

$c_1$  dan  $c_2$  = Jumlah produk cacat dari fase I dan fase II dengan  $\hat{p}_{1,2}$ ,  $\hat{p}$  dan  $\hat{q}$  menggunakan persamaan 2.16 berikut.

$$\hat{p}_{1,2} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n p$$

$$\hat{p} = \frac{c_1 + c_2}{n_1 + n_2} \quad \hat{q} = 1 - \hat{p} \quad (2.16)$$

Daerah penolakan  $H_0$ , jika nilai  $Z$  hitung lebih kecil dari  $Z$  tabel dua arah dengan  $\alpha$  sebesar 5% ( $-Z_{\alpha/2}$ ) atau  $Z$  hitung lebih besar dari  $Z_{\alpha/2}$ . Apabila keputusan menolak  $H_0$ , hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pergeseran proses dari dua proses produksi atau porsi dari kedua populasi tidak sama.

## 2.4 Kapabilitas Proses

Menurut Bothe (1997) menyatakan bahwa kemampuan proses untuk peta kendali atribut berdasarkan distribusi Poisson adalah sebagai berikut.

$$P(X = \text{ketidaksesuaian per unit}) = \frac{(u')^x e^{-u'}}{x!} \quad (2.17)$$

Di dalam persamaan,  $x$  menunjukkan jumlah dari ketidaksesuaian,  $u'$  adalah rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit dan  $e$  merupakan konstantan sebesar 2,7182 serta  $x!$  adalah faktorial dari nilai  $x$ . Persamaan distribusi *Poisson* untuk jumlah ketidaksesuaian sama dengan nol, maka.

$$P(x=0) = \frac{(u')^0 e^{-u'}}{0!} = \frac{1 \times e^{-u'}}{1} = e^{-u'} \quad (2.18)$$

Jika  $P(x=0)$  adalah persentase kesesuaian unit, maka untuk persentase ketidaksesuaian sebagai berikut.

$$P' = 1 - P(x=0)$$

$$P' = 1 - e^{-u'} \quad (2.19)$$

Apabila ditransformasikan pada distribusi normal maka perhitungan kemampuan proses adalah sebagai berikut.

$$\hat{p}_{PK}^{\%} = \frac{Z(MIN,LT)}{3}$$

$$\hat{p}_{PK}^{\%} = \frac{Z(P')}{3} \quad (2.20)$$

Apabila data proses atribut berpusat ditengah dari toleransi, dalam kondisi ini terdapat persentase yang sama dari ketidaksesuaian berada di luar kendali atas dan bawah. Sehingga indeks kapabilitas proses ( $P_p^{\%}$ ) diperoleh dari persamaan berikut.

$$\hat{p}_P^{\%} = \frac{Z(P'/2)}{3} \quad (2.21)$$

Apabila nilai kapabilitas proses kurang dari 1, maka proses tidak memenuhi kriteria minimum. Jika nilai kapabilitas proses sama dengan 1 menunjukkan bahwa proses hanya memenuhi persyaratan minimum, sedangkan jika nilai kapabilitas lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa proses melebihi prasyarat minimum.

## 2.5 Defect per Million Opportunity

*Defect Per Million Opportunity (DPMO)* merupakan ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu juta kesempatan. *DPMO* dihitung dengan persamaan berikut (Gasperz, 2002).

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2.22)$$

*Defect per Opportunity (DPO)* adalah kegagalan per satu kesempatan. Untuk menghitung *DPO* digunakan rumus sebagai berikut.

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Ketidakesesuaian}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Opportunity}} \quad (2.23)$$

Konsep *six sigma* yang dikembangkan Motorola berasumsi pada kondisi proses yang mengikuti distribusi normal tetapi yang mengizinkan rata-rata proses bergeser 1,5 sigma dari nilai spesifikasi target kualitas yang diinginkan pelanggan, ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Hubungan *DPMO* dengan Level Sigma

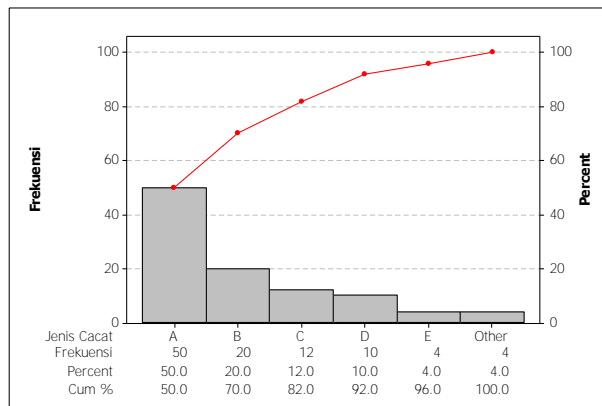
<b>DPMO</b>	<b>Tingkat Pencapaian Sigma</b>
697700	1 Sigma
308700	2 Sigma
66810	3 Sigma
6210	4 Sigma
233	5 Sigma
3,4	6 Sigma

Sumber: Gasperz (2007)

Keterangan: *DPMO* = *Defects per Million Opportunities*.

## 2.6 Diagram Pareto

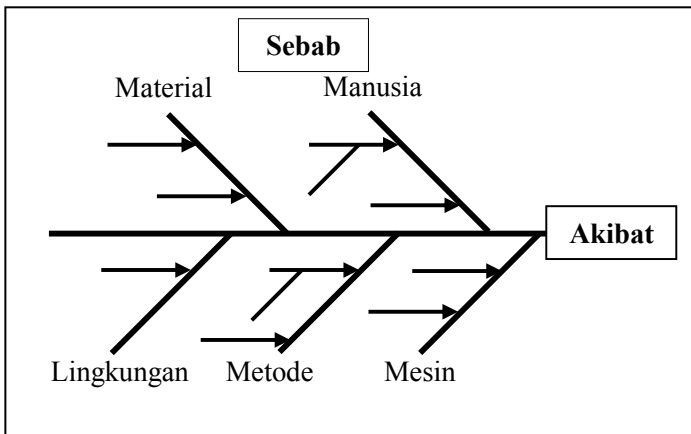
Menurut Heizer dan Render (2009) menyatakan bahwa diagram pareto merupakan sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah atau cacat guna memutuskan perhatian untuk upaya penyelesaian masalah. Vilfredo Pareto merupakan penemu dari diagram pareto. Joseph M. Juran mempopulerkan diagram pareto dengan menyatakan 80% permasalahan merupakan hasil dari penyebab 20%.

**Gambar 2.1** Diagram Pareto

## 2.7 Diagram Ishikawa

Diagram Ishikawa dikenal juga dengan diagram sebab akibat atau diagram tulang ikan, yang diperkenalkan pertama kali

oleh seorang pakar kualitas dari Jepang yaitu Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo, Jepang. Diagram ini digunakan untuk menganalisa dan menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas output pekerja. Selain itu untuk mencari penyebab-penyebab kecacatan. Dalam diagram Ishikawa menggunakan lima kategori sebab utama timbulnya produk cacat antara lain Manusia (*Man*), Mesin (*Machine*), Material (*Material*), Metode (*Method*) dan Lingkungan (*Environment*) atau biasa disebut 4M-1E. Setiap penyebab dikaitkan pada setiap kategori yang disatukan dalam tulang yang terpisah sepanjang cabang tersebut melalui proses *brainstorming*.



Gambar 2.2 Diagram Ishikawa

## 2.8 *Failure Mode and Effect Analysis*

*FMEA* adalah suatu cara dimana suatu bagian atau suatu proses yang mungkin gagal memenuhi suatu spesifikasi, menciptakan cacat atau ketidaksesuaian dan dampaknya pada pelanggan bila mode kegagalan itu tidak dicegah atau dikoreksi. *FMEA* merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk menganalisa dan menemukan semua kegagalan-kegagalan yang potensial terjadi pada suatu sistem. Efek-efek dari kegagalan yang

terjadi pada sistem dan bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalisir kegagalan-kegagalan atau efek-efek pada sistem. *FMEA* menggunakan kriteria-kriteria sebagai berikut (Gaspersz, 2007).

### 2.8.1 *Severity (S)*

*Severity* adalah suatu estimasi atau perkiraan subyektif tentang bagaimana buruknya pengguna akhir merasakan akibat dari kegagalan tersebut. Peringkat *severity* menggunakan skala 1 sampai 10, sebagai berikut.

**Tabel 2.3** Peringkat *Severity*

<b>Rank</b>	<b>Kriteria</b>
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh yang dapat diabaikan). Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan atau kegagalan.
2 3	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler ( <i>reguler maintenance</i> ).
4 5 6	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak akan mahal, jika terjadi <i>downtime</i> hanya dalam waktu singkat.
7 8	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima, berada di luar batas toleransi. Akibat akan terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. <i>Downtime</i> akan berakibat biaya yang sangat mahal. Penurunan kinerja dalam area yang berkaitan dengan peraturan pemerintah, namun tidak berkaitan dengan keamanan dan keselamatan.
9 10	<i>Potential safety problems</i> (masalah keselamatan /keamanan potensial). Akibat ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. Bertentangan dengan hukum.

### 2.8.2 *Occurance (O)*

*Occurance* adalah suatu perkiraan tentang probabilitas atau peluang bahwa penyebab itu akan terjadi, akan menghasilkan mode kegagalan yang memberikan akibat tertentu. Peringkat *occurance* menggunakan skala 1 sampai 10, sebagai berikut.

**Tabel 2.4** Peringkat *Occurance*

<i>Rank</i>	Kriteria Verbal	Probabilitas Kegagalan
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan mode kegagalan	1 dalam 1.000.000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

### 2.8.3 *Detectability (D)*

*Detectability* merupakan suatu perkiraan subyektif tentang bagaimana efektivitas dari metode pencegahan atau deteksi menghilangkan mode kegagalan. Peringkat *detectability* menggunakan skala 1 sampai 10, dapat disajikan pada Tabel 2.5.

*Risk Priority Number (RPN)* merupakan hasil perkalian antara peringkat *severity* (pengaruh buruk), peringkat *occurance* (kemungkinan) dan rangking *defectability*. *RPN* dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$RPN = S \times D \times O \quad (2.24)$$

Setiap mode kegagalan mempunyai satu *RPN*. Melalui menyusun *RPN* dari yang terbesar sampai terkecil, sehingga mampu menentukan mode kegagalan mana yang paling kritis sehingga perlu memprioritaskan tindakan korektif pada mode kegagalan tersebut (Gaspersz, 2007).

**Tabel 2.5** Peringkat *Detectability*

<b>Rank</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Tingkat Kejadian Penyebab</b>
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Spesifikasi akan dapat dipenuhi secara konsisten.	1 dalam 1.000.000
2 3	Kemungkinan kecil bahwa spesifikasi tidak akan dipenuhi	1 dalam 20.000 1 dalam 4.000
4 5 6	Kemungkinan bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang spesifikasi itu tidak terpenuhi.	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kemungkinan spesifikasi produk tidak dapat dipenuhi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif.	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Spesifikasi produk tidak dapat dipenuhi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif.	1 dalam 8 1 dalam 2

## 2.9 PT. Jaykay Files Indonesia, Sidoarjo

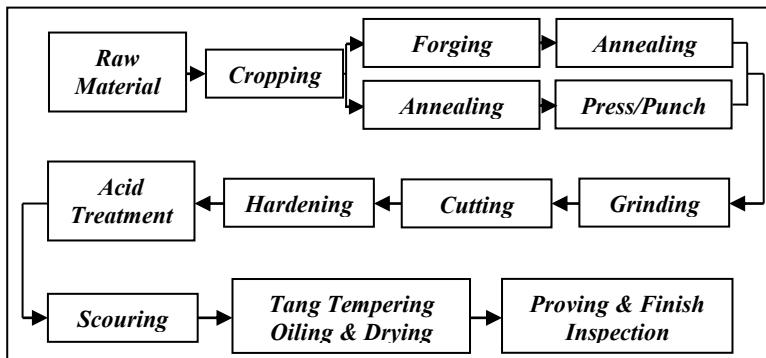
PT. Jaykay Files Indonesia adalah produsen terbesar alat perkakas atau pertukangan di bawah naungan Raymond Ltd. Produk utama dari perusahaan ini adalah kikir (*Files*) dan mata bor (*Drills*). Perusahaan ini memiliki sekitar 32% dari pangsa pasar global. PT. Jaykay Files Indonesia terletak di Jl. Sukodono kec. Gedangan, Sidoarjo, Jawa Timur dan berdiri sejak tahun 1974. PT. Jaykay saat ini tidak hanya memproduksi *files* dan *drills*, tetapi juga memproduksi berbagai macam perangkat *Hand Tools Non-Powered* seperti Tang, Kunci Pas, Palu, *Spanner* dan *Screw Driver*. Perusahaan terus berinovasi dan memperkenalkan produk-produk baru alat-alat pertukangan seperti *Fine Grained Iron Jack Plane*, *Hole Saw BI-Metal*, *Variabel Pitch*, *HSS Hand Hack Saw Blades*, *TCT Circular Saw* dan *Sockets*.



### 2.10 Aliran Proses Pembuatan Kikir (*Files*)

Pembuatan kikir di PT. Jaykay Files Indonesia terdiri dari beberapa tahap mulai penyediaan bahan material sampai inspeksi akhir secara visual sebelum produk kikir di *release*. Berikut aliran proses produksi kikir.

Proses pembuatan kikir diawali dari penyediaan bahan material (*Raw Material*) sesuai jenis kikir. Tahap kedua *Cropping* adalah proses pemotongan sesuai panjang yang diinginkan. Tahap *forging* merupakan proses pembuatan tangkai dengan jalan tempa atau *press/punch* yaitu proses pembuatan tangkai/point dengan cara pemotongan dengan mesin. Setelah tangkai dibentuk, kemudian masuk dalam proses *grinding* yaitu proses penghilangan kerak dan decarburasi lalu masuk tahap pembuatan gigi kikir (*cutting*). Tahap *hardening* bertujuan untuk mengeraskan kikir dengan cara dipanaskan dan didinginkan, kemudian proses pembersihan kikir dari sisa-sisa garam *hardening*. Terdapat dua cara pembersihan yaitu *acid treatment* (perendaman HCl) dan *scouring* (penyemprotan pasir silika). Lalu pada tahap *Tang Tempering & Drying* merupakan proses pewarnaan tangkai dan pengeringan kikir. Sebelum produk dijual, kikir harus menjalani tahap *finish inspection* dengan cara visual.



Sumber: PT. Jaykay Files Indonesia, Sidoarjo

**Gambar 2.3** Aliran Proses Produksi Kikir

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini ada dua yaitu variabel untuk pengujian sistem pengukuran data atribut (*Attribute Agreement Analysis*) dan variabel untuk analisis kapabilitas proses produksi kikir *slim taper*.

#### 3.1.1 Variabel untuk *Attribute Agreement Analysis*

Variabel untuk *Attribute Agreement Analysis* merupakan variabel *Critical to Quality (CTQ)*, dimana melakukan pengamatan langsung terhadap tiga sampel dan dilakukan tiga kali pengulangan. Apabila ditemukan cacat maka akan dikoding 1 (*reject*) sedangkan jika tidak ditemukan cacat akan dikoding 0 (*good*).

**Tabel 3.1** *CTQ* Inspeksi Visual Kikir *Slim Taper*

No.	Jenis Cacat	Keterangan
1	<i>Crack</i>	Retak
2	<i>Soft</i>	Gigi kikir kurang keras
3	<i>Chopping</i>	Gigi kikir terlalu dalam
4	<i>Pitted</i>	Gigi kikir berlubang akibat karat/korosi
5	<i>Level out</i>	Gigi kikir miring
6	<i>Less weight</i>	Gigi kikir kurang dalam
7	Kerusakan akibat <i>broken test</i>	Kerusakan akibat <i>broken test</i>
8	<i>Bad edging</i>	Gigi kikir bagian tepi jelek
9	<i>NOP</i>	<i>NOP (Not Taking Prover)</i>
10	<i>Dirty</i>	Gigi kikir kotor akibat pembersihan kurang sempurna
11	<i>Rej Forging</i>	Tangkai muntir, gepeng, <i>Shoulder</i> menumpuk
12	<i>Bend Body</i>	Badan kikir bengkok / tidak rata
13	<i>Stamping</i>	Stampel tidak jelas
14	<i>Tempering</i>	Warna tangkai tidak sesuai dengan <i>brand</i>
15	<i>Bend Tang</i>	Tangkai bengkok

### 3.1.2 Variabel untuk Analisis Kapabilitas Proses

Variabel yang diukur dalam analisis kapabilitas proses produksi *slim taper* ini adalah jenis cacat produk kikir *slim taper* yang dibagi menjadi 3 kelas cacat antara lain.

1. *Critical defects* adalah suatu cacat yang akan membuat item benar-benar tidak layak untuk digunakan atau dapat mengakibatkan kondisi berbahaya atau tidak aman untuk individu yang menggunakan item.
2. *Major defects* adalah jenis cacat selain *critical defects* yang dapat mengakibatkan kerusakan atau mengurangi kegunaan dari item tersebut.
3. *Minor defects* adalah ketidaksesuaian secara material yang tidak mengurangi kegunaan dari produk tersebut dan tidak akan menimbulkan keluhan konsumen

**Tabel 3.2** Jenis Cacat Produk Kikir *Slim Taper*

Kelas Cacat	No.	Jenis Cacat
<i>Critical Defects</i>	1	Retak ( <i>Crack</i> )
	2	Gigi kikir kurang keras ( <i>Soft</i> )
<i>Major Defects</i>	1	<i>Chopping</i> (Gigi kikir terlalu dalam)
	2	<i>Pitted</i> (Gigi kikir berlubang akibat karat/korosi)
	3	<i>Level out</i> (Gigi kikir miring)
	4	<i>Less weight</i> (Gigi kikir kurang dalam)
	5	Kerusakan akibat <i>broken test</i>
	6	<i>Bad edging</i> (Gigi kikir bagian tepi jelek)
	7	<i>NOP (Not Taking Prover)</i>
<i>Minor Defects</i>	1	<i>Dirty</i> (Gigi kikir kotor akibat pembersihan kurang sempurna)
	2	<i>Rej Forging</i> (Tangkai muntir, gepeng, <i>Shoulder</i> menumpuk)
	3	<i>Bend Body</i> (Badan kikir bengkok / tidak rata)
	4	<i>Stamping</i> (Stampel tidak jelas)
	5	<i>Tempering</i> (Warna tangkai tidak sesuai dengan permintaan konsumen)
	6	<i>Bend Tang</i> (Tangkai bengkok)

Sumber: PT. Jaykay Files Indonesia, Sidoarjo

Data jumlah produk cacat pada masing-masing kelas digunakan untuk membuat peta kendali *demerit* dan analisis

kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* pada bulan Januari sebagai fase I dan bulan Februari dan Maret 2016 sebagai fase II.

### 3.2 Metode Pengambilan Sampel

Jumlah produk yang akan diinspeksi berdasarkan banyaknya produksi kikir *slim taper* setiap hari. Produk kikir *slim taper* yang datang dari pabrik langsung diinspeksi secara keseluruhan. Jumlah produk setiap hari berbeda sesuai penjadwalan produksi dari pabrik. Proses inspeksi produk melalui dua tahapan, berikut tahapan inspeksi visual kikir jenis *slim taper* di Departemen *Warehouse* PT. Jaykay Files Indonesia.

1. Produk kikir yang datang dari pabrik diinspeksi oleh enam inspektor, dimana masing-masing inspektor mempunyai tugas yang berbeda. Dua inspektor pertama sebagai pemilah produk kikir *slim taper* berdasarkan stempelnya. Dua inspektor melakukan inspeksi secara visual kualitas kikir. Produk kikir yang lolos dari tahap inspeksi visual, lalu diuji ketajaman dan kekerasan gigi kikir dengan cara menggesekan alat penguji ke gigi kikir. Produk kikir yang cacat dipisahkan kemudian dikembalikan ke pabrik untuk diolah kembali (*rework*) atau diputuskan produk yang turun kualitasnya (*downgrade quality*).
2. Produk kikir *slim taper* yang lolos dari tahap pertama, diinspeksi lagi oleh *supervisor* dan produk kikir yang memenuhi standar kualitas kemudian masuk pada proses pengepakan.

Data yang digunakan yaitu data jumlah cacat dari proses inspeksi tahap pertama, karena masih banyak ditemukan produk cacat dimana produk yang cacat tersebut dibedakan apakah termasuk produk yang tidak dapat diproses lagi (*rejection/wastage*), produk yang dapat diproses kembali (*rework*) dan produk yang masuk dalam kategori *downgrade quality*.

Pengambilan sampel untuk *Attribute Agreement Analysis* merupakan hasil pengamatan langsung oleh dua inspektor yang bertugas sebagai inspeksi kualitas kikir. Sampel yang digunakan

adalah kikir *slim taper* yang memiliki cacat yang berbeda. Kemudian pengamatan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali pada waktu yang berbeda untuk masing-masing inspektor dan sampel diletakkan secara acak. Dengan demikian setiap inspektor diharapkan tidak tahu dan tidak mengingat jawaban dari pengamatan sebelumnya.

### 3.3 Organisasi Data

Struktur data untuk peta kendali *demerit* produk kikir *slim taper* berdasarkan kelas cacatnya yang ditunjukkan pada tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3** Struktur Data Peta Kendali *Demerit*

Sub grup ( <i>i</i> )	Jumlah Pengamatan ( <i>n<sub>i</sub></i> )	Kategori Kelas Cacat			Demerit ( <i>d<sub>i</sub></i> )	<i>u<sub>i</sub></i>
		<i>Critical Defect (A)</i>	<i>Major Defect (B)</i>	<i>Minor Defect (C)</i>		
1	<i>n<sub>1</sub></i>	<i>c<sub>1A</sub></i>	<i>c<sub>1B</sub></i>	<i>c<sub>1C</sub></i>	<i>d<sub>1</sub></i>	<i>u<sub>1</sub></i>
2	<i>n<sub>2</sub></i>	<i>c<sub>2A</sub></i>	<i>c<sub>2B</sub></i>	<i>c<sub>2C</sub></i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>u<sub>2</sub></i>
3	<i>n<sub>3</sub></i>	<i>c<sub>3A</sub></i>	<i>c<sub>3B</sub></i>	<i>c<sub>3C</sub></i>	<i>d<sub>3</sub></i>	<i>u<sub>3</sub></i>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<i>k</i>	<i>n<sub>k</sub></i>	<i>c<sub>kA</sub></i>	<i>c<sub>kB</sub></i>	<i>c<sub>kC</sub></i>	<i>d<sub>4</sub></i>	<i>u<sub>k</sub></i>

Keterangan:

*i* = Sub-grup ke - *i* ; *i* = 1, 2, 3, ..., *k*

*n<sub>i</sub>* = Ukuran sampel dalam subgrup ke - *i*

*d<sub>i</sub>* = Total ketidaksesuaian sesudah pembobotan subgrup ke-*i*

$$d_i = w_A c_A + w_B c_B + w_C c_C$$

*u<sub>i</sub>* = Rata-rata ketidaksesuaian pada subgrup ke - *i*

$$u_i = \frac{d_i}{n_i}$$

Data untuk *Attribute Agreement Analysis* merupakan data primer tentang hasil tes inspeksi 3 produk kikir oleh dua inspektor. Berikut struktur data untuk *Attribute Agreement Analysis*.

Tabel 3.4 Struktur Data *Attribute Agreement Analysis*

Sampel ( $j$ )	Titik Pengamatan( $n$ )	Inspektor 1 ( $l_1$ )			Inspektor 2 ( $l_2$ )			Standar
		Tes 1 ( $m_1$ )	Tes 2 ( $m_2$ )	Tes 3 ( $m_3$ )	Tes 1 ( $m_1$ )	Tes 2 ( $m_2$ )	Tes 3 ( $m_3$ )	
1	1	$x_{1,1,1,1}$	$x_{1,1,1,2}$	$x_{1,1,1,3}$	$x_{1,1,2,1}$	$x_{1,1,2,2}$	$x_{1,1,2,3}$	$y_{1,1}$
	2	$x_{1,2,1,1}$	$x_{1,2,1,2}$	$x_{1,2,1,3}$	$x_{1,2,2,1}$	$x_{1,2,2,2}$	$x_{1,2,2,3}$	$y_{1,2}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	15	$x_{1,15,1,1}$	$x_{1,15,1,2}$	$x_{1,15,1,3}$	$x_{1,15,2,1}$	$x_{1,15,2,2}$	$x_{1,15,2,3}$	$y_{1,15}$
2	1	$x_{2,1,1,1}$	$x_{2,1,1,2}$	$x_{2,1,1,3}$	$x_{2,1,2,1}$	$x_{2,1,2,2}$	$x_{2,1,2,3}$	$y_{2,1}$
	2	$x_{2,2,1,1}$	$x_{2,2,1,2}$	$x_{2,2,1,3}$	$x_{2,2,2,1}$	$x_{2,2,2,2}$	$x_{2,2,2,3}$	$y_{2,2}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	15	$x_{2,15,1,1}$	$x_{2,15,1,2}$	$x_{2,15,1,3}$	$x_{2,15,2,1}$	$x_{2,15,2,2}$	$x_{2,15,2,3}$	$y_{2,15}$
3	1	$x_{3,1,1,1}$	$x_{3,1,1,2}$	$x_{3,1,1,3}$	$x_{3,1,2,1}$	$x_{3,1,2,2}$	$x_{3,1,2,3}$	$y_{3,1}$
	2	$x_{3,2,1,1}$	$x_{3,2,1,2}$	$x_{3,2,1,3}$	$x_{3,2,2,1}$	$x_{3,2,2,2}$	$x_{3,2,2,3}$	$y_{3,2}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	15	$x_{3,15,1,1}$	$x_{3,15,1,2}$	$x_{3,15,1,3}$	$x_{3,15,2,1}$	$x_{3,15,2,2}$	$x_{3,15,2,3}$	$y_{3,15}$

Pada Tabel 3.4  $x_{j,n,l,m}$  merupakan hasil pengamatan visual berupa data diskrit  $k = 2$  yang telah dikoding ( $0 = \text{good}$  dan  $1 = \text{reject}$ ) terhadap produk kikir *slim taper* ke  $-j$  ( $j = 1, 2$  dan  $3$ ), pada titik pengamatan ke  $-n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots, 15$ ), inspektor ke  $-l$  ( $l = 1$  dan  $2$ ) dan pengulangan atau tes ke  $-m$  ( $m = 1, 2$  dan  $3$ ). Produk sampel kikir *slim taper* dipilih sesuai kebutuhan peneliti. Jumlah titik pengamatan sesuai dengan banyak jenis karakteristik kualitas kunci (CTQ). Setiap inspektor melakukan pengamatan pada ketiga sampel secara bergantian.

### 3.4 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui konsistensi inspektor bagian *Proving & Final Inspection* dalam menilai hasil inspeksi visual menggunakan

*Attribute Agreement Analysis* dengan melihat nilai *Kappa* pada *within appraisers* dan *between appraisers*. Berikut tahapan *Attribute Agreement Analysis*.

- a. Menentukan persentase kesesuaian dari setiap inspektor dari tiga pengulangan dan penilaian setiap inspektor yang dibandingkan dengan standar, menggunakan Persamaan 2.6.
  - b. Menentukan selang kepercayaan menggunakan rumus selang kepercayaan untuk distribusi binomial, batas atas dan batas bawah (Persamaan 2.7 dan 2.8).
  - c. Menghitung nilai *Kappa* untuk masing-masing kategori menggunakan Persamaan 2.2.
  - d. Menghitung nilai *Kappa* secara keseluruhan menggunakan Persamaan 2.3. Kesimpulan hasil dari *attribute agreement analysis* dapat dilihat pada Tabel 2.1 tentang klasifikasi dari nilai *Kappa*.
  - e. Menguji hipotesis apakah koefisien *Kappa* signifikan atau tidak (Persamaan 2.4 dan 2.5).
2. Mengukur kinerja proses produksi proses fase I (Januari 2016) dan fase II (Februari – Maret 2016) menggunakan peta kendali *demerit* dan analisis kapabilitas.
- a. Mengevaluasi proses produksi kikir *slim taper* menggunakan peta kendali *demerit* dengan langkah-langkah sebagai berikut.
    - i. Langkah awal dari peta kendali *demerit* yaitu menentukan nilai pembobot dari setiap kelas cacat. Perusahaan menentukan nilai pembobot berdasarkan persentase kerugian dari masing-masing jenis cacat. Persentase kerugian untuk jenis cacat *crack* dan *broken while knock* sebesar 80%, karena termasuk kategori *wastage* (produk dihancurkan). Jenis cacat *pitted*, *chopping*, *level out*, *less weight*, *edging damage*, *rej forging* dan *stamp* memiliki persentase kerugian sebesar 20% karena mengalami penurunan kualitas produk (*downgrade quality*). Sedangkan jenis cacat *soft*, *NOP*, *dirty*, *bend*, *tempering* dan *tang bend*

memiliki persentase kerugian sebesar 5 % untuk biaya pengerjaan ulang (*rework*). Penentuan nilai pembobot untuk setiap kategori kelas cacat disajikan pada Tabel 3.5 berikut.

**Tabel 3.5** Perhitungan Nilai Pembobot

Kategori Cacat	Jenis Cacat	Kerugian (%)	Rata-rata Kerugian	Nilai Pembobot
<i>Critical Defects</i>	<i>Crack</i>	80	42,5 %	0,54
	<i>Soft</i>	5		
<i>Major Defects</i>	<i>Pitted</i>	20	26,43 %	0,33
	<i>NOP</i>	5		
	<i>Chopping</i>	20		
	<i>Level Out</i>	20		
	<i>Less Weight</i>	20		
	<i>Broken while Knock</i>	80		
	<i>Edging Damage</i>	20		
<i>Minor Defects</i>	<i>Dirty</i>	5	10 %	0,13
	<i>Rej Forging</i>	20		
	<i>Stamp</i>	20		
	<i>Bend</i>	5		
	<i>Tempering</i>	5		
	<i>Tang Bend</i>	5		
<b>TOTAL</b>			<b>78,93 %</b>	<b>1,00</b>

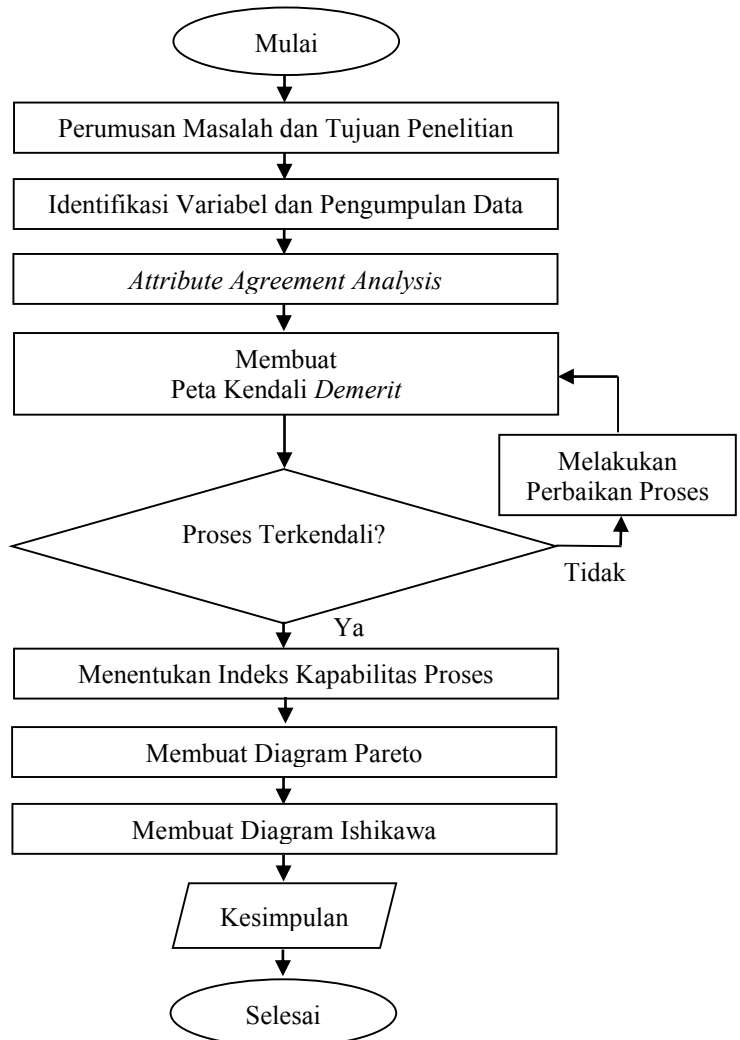
Berdasarkan Tabel 3.5 diperoleh nilai pembobot *critical defect* sebesar 0,54, *major defect* sebesar 0,33 dan *minor defect* sebesar 0,13.

- ii. Menghitung total ketidaksesuaian setelah diboboti dari masing-masing subgrup.
- iii. Menghitung rata-rata ketidaksesuaian per subgrup.
- iv. Menentukan garis tengah, batas kendali atas dan batas kendali bawah.
- v. Membuat peta kendali *demerit* berdasarkan hasil perhitungan  $u_i$ , garis tengah, batas kendali atas dan batas kendali bawah.



- vi. Menguji pergeseran proses dari fase I dan fase II menggunakan uji proporsi dua populasi.
  - vii. Apabila terdapat titik yang *out of control* dicari penyebabnya, kemudian menghilangkan titik *out of control* tersebut lalu membuat peta kendali baru tanpa titik yang *out of control*. Iterasi dilakukan sampai titik-titik proses berada dalam batas kendali.
- b. Setelah proses terkendali, menentukan kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* dari fase I dan fase II dengan langkah sebagai berikut.
    - i. Menghitung rata-rata ketidaksesuaian terboboti per unit dengan  $u'$  merupakan garis tengah peta kendali *demerit* yang prosesnya telah terkendali.
    - ii. Menghitung indeks kapabilitas proses.
  - c. Pengukuran kapabilitas proses untuk data atribut lainnya yaitu dengan menggunakan perhitungan *DPMO* sehingga dapat mengukur jumlah produk cacat per satu juta kesempatan dan dikonversikan kedalam level sigma.
  - d. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya *defect* dan penentuan saran atau rekomendasi peningkatan kualitas proses produksi kikir jenis *slim taper*) dilakukan tahapan analisis sebagai berikut.
    - i. Membuat diagram pareto untuk mengetahui besar kontribusi jenis ketidaksesuaian yang menyebabkan produk cacat.
    - ii. Mengidentifikasi akar penyebab menggunakan diagram Ishikawa.
    - iii. Menentukan prioritas perbaikan berdasarkan hasil peringkat menggunakan *FMEA*.

Langkah-langkah analisis secara keseluruhan dapat digambarkan kedalam diagram alir berikut.



**Gambar 3.1** Diagram Alir

*halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijelaskan pada Bab Pendahuluan, pada bagian ini dijelaskan hasil *Measurement System Analysis (MSA)* untuk data atribut menggunakan *Attribute Agreement Analysis* dan analisis kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* bulan Januari – Maret 2016 di PT Jaykay Files Indonesia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui tingkat konsistensi dari inspektor dan mengetahui apakah pengukuran sudah *valid* atau belum. Apabila dari hasil *Attribute Agreement Analysis* menghasilkan tingkat konsistensi (kehandalan) yang bagus dari kedua inspektor dalam melakukan inspeksi visual pada produk kikir *slim taper*, maka dapat dipastikan data jumlah cacat yang digunakan dalam analisis kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* bulan Januari – Maret 2016 sudah sesuai dengan kondisi proses produksi. Kedua, dapat mengetahui kinerja proses produksi saat ini (*current performance*) sehingga dapat memberikan informasi untuk tindakan perbaikan kualitas produk.

#### **4.1 *Attribute Agreement Analysis***

*Measurement System Analysis* untuk data atribut yaitu *attribute agreement analysis* digunakan untuk mengukur *repeatability* dan *reproducibility* inspektor dalam melakukan inspeksi visual produk kikir *slim taper*. Dengan demikian pengambilan data inspeksi visual dijamin valid apabila nilai dari *attribute agreement analysis* termasuk kategori bagus.

Pengamatan dilakukan pada tiga sampel kikir *slim taper* yang memiliki jenis cacat yang berbeda. Dua inspektor diminta melakukan inspeksi visual pada 45 titik pengamatan (masing-masing sampel mempunyai 15 titik pengamatan, dimana titik pengamatan tersebut berdasarkan variabel *CTQ* kikir *slim taper*). Masing-masing inspektor menilai setiap titik pengamatan dengan penilaian *good* (0) atau *reject* (1). Setiap inspektor melakukan pengamatan secara bergantian dan pengulangan sebanyak tiga

kali. Setiap pengulangan dilakukan pada waktu yang berbeda dan sampel diacak, sehingga inspektor tidak dapat mengingat jawaban dari pengulangan sebelumnya. Koordinator bagian *Proving & Final Inspection* telah menyiapkan kunci jawaban yang digunakan sebagai *known standard*. Data untuk *Attribute Agreement Analysis* disajikan pada Lampiran 1.

*Attribute Agreement Analysis* terdiri dari *within appraisers* dan *between appraisers*. Berikut hasil *Attribute Agreement Analysis* dari kedua pengujian tersebut (Lampiran 2).

#### 4.1.1 *Attribute Agreement Analysis Within Appraisers*

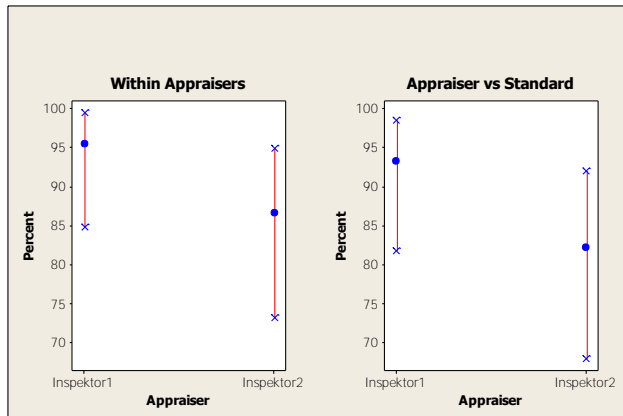
*Attribute Agreement Analysis Within Appraiser* digunakan untuk melihat konsistensi penilaian hasil inspeksi visual setiap inspektor dengan dirinya sendiri dari tiga kali pengulangan (*repeatability*). Hasil pengukuran dikatakan sesuai apabila setiap inspektor memberikan penilaian/respon yang konsisten. Tabel 4.1 menyajikan hasil analisis *within appraisers*.

**Tabel 4.1** Hasil *Assessment Agreement Within Appraisers*

Inspektor	Titik Pengamatan	Sesuai	% kesesuaian	Selang Kepercayaan 95%
Inspektor 1	45	43	95,56	(84,85 ; 99,46)
Inspektor 2	45	39	86,67	(73,21 ; 94,95)

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang dilakukan sebanyak 3 kali, inspektor 1 terdapat dua titik pengamatan yang penilaiannya tidak sama/konsisten. Persentase pengamatan yang sesuai dari inspektor 1 sebesar 95,56%. Selang kepercayaan 84,85% sampai 99,46%, artinya dengan menggunakan tingkat signifikan sebesar 5% inspektor 1 mempunyai kemampuan penilaian yang sesuai antara 84,85% sampai 99,46%. Inspektor 2 memberikan penilaian yang tidak sesuai sebanyak 6 titik pengamatan. Persentase kesesuaian untuk inspektor 2 sebesar 86,67% dengan batas toleransi dari 73,21% sampai 94,95%. Persentase kesesuaian dari kedua inspektor sudah baik. Sehingga dapat disimpulkan dari hasil pengukuran *within appraisers*, inspektor 1 lebih baik dibandingkan inspektor 2.

Apabila dijadikan dalam bentuk grafik, hasil pengukuran *within appraisers* sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik *Assessment Agreement*

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa hasil inspeksi dari inspektor 1 lebih baik dibandingkan dengan inspektor 2. Hal ini dapat dilihat dari grafik *assessment agreement* bagian *within appraisers*. Kemudian hasil inspeksi dari masing-masing inspektor dibandingkan dengan *known standard*, inspektor 1 memiliki persentase kesesuaian 93,33% dengan toleransi 81,73% sampai 98,60%. Sedangkan inspektor 2 memiliki persentase kesesuaian lebih rendah dari inspektor 1 yaitu sebesar 82,22% dengan toleransi 67,95% sampai 92,00%.

Tingkat konsistensi penilaian terhadap diri sendiri (*repeatability*) dari masing-masing inspektor dapat diukur dari nilai *Kappa*. Berikut nilai *Kappa* dari masing-masing inspektor.

Tabel 4.2 Nilai *Fleiss' Kappa* untuk *Within Appraisers*

Inspektor	Respon	$\hat{K}_j$	<i>Standard Error</i> $\hat{K}_j$	Z	$\hat{K}$
Inspektor 1	0	0,85000	0,08607	9,87611	0,850
	1	0,85000	0,08607	9,87611	
Inspektor 2	0	0,45122	0,08607	5,24270	0,451
	1	0,45122	0,08607	5,24270	

Nilai *Kappa* inspektor 1 lebih tinggi dibandingkan inspektor 2. Hal ini menunjukkan bahwa inspektor 1 memberikan penilaian lebih konsisten daripada inspektor 2. Berdasarkan nilai *Kappa* untuk *within appraisers*, tingkat konsistensi dari penilaian inspektor 1 dapat dikategorikan memiliki tingkat konsistensi yang bagus. Sedangkan inspektor 2 memiliki tingkat konsistensi yang sedang.

Nilai *Z* hitung digunakan sebagai uji hipotesis apakah koefisien *Kappa* sudah signifikan atau tidak dari masing-masing inspektor dalam hasil inspeksi visual produk kikir *slim taper*. Sebagai contoh hasil pengukuran untuk inspektor 1, berikut pengujian hipotesisnya.

$H_0 : K_0 = 0$  (Koefisien *Kappa* tidak signifikan)

$H_1 : K_0 > 0$  (Koefisien *Kappa* signifikan)

Statistik Uji:

$$Z_0 = \frac{\hat{K}_0}{se_0(\hat{K}_0)} = \frac{\hat{K}_0}{\sqrt{\frac{2}{nm(m-1)}}} = \frac{0,85}{0,08607} = 9,876$$

Daerah penolakan  $H_0$ , jika *Z* hitung lebih besar dari *Z* tabel satu arah dengan  $\alpha$  sebesar 5%. Nilai  $Z_0$  (9,876) lebih besar dari  $Z_{0,05}$  (1,65), maka keputusan yang diperoleh yaitu  $H_0$  ditolak. Sehingga mengindikasikan bahwa koefisien *Kappa* signifikan untuk inspektor 1 dalam melakukan inspeksi visual kikir *slim taper*. Berdasarkan nilai *Kappa* inspektor 1 menunjukkan kehandalan yang dikategorikan bagus. Analisis serupa dilakukan untuk inspektor 2, diperoleh kesimpulan bahwa koefisien *Kappa* signifikan (meskipun berdasarkan besarnya nilai *Kappa* menunjukkan kehandalan yang sedang).

#### 4.1.2 Attribute Agreement Analysis Between Appraisers

*Between appraisers* digunakan untuk mengukur *reproducibility* dari sistem pengukuran. Hasil inspeksi dari inspektor 1 dibandingkan dengan hasil inspeksi dari inspektor 2.

Tabel 4.3 dan 4.4 berikut menyajikan hasil analisis *attribute agreement analysis between appraisers*.

**Tabel 4.3** Hasil *Assessment Agreement Between Appraisers*

Titik Pengamatan	Sesuai dengan Pengamatan Inspektur Lain	Persentase Kesesuaian	Selang Kepercayaan
45	37	82,22	67,95 ; 92,00

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 45 titik pengamatan yang diinspeksi oleh kedua inspektur, terdapat 37 titik pengamatan atau sebesar 82,22% kedua inspektur memberikan respon penilaian yang bagus. Selang kepercayaan dengan nilai  $\alpha$  sebesar 5%, kedua inspektur memberikan penilaian yang sama dengan persentase antara 67,95% sampai 92,00%.

Tabel 4.4 menunjukkan nilai *Kappa* yang sama besar untuk kategori penilaian *good* (0) dan *reject* (1) yaitu 0,59671. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat konsistensi penilaian dari kedua inspektur adalah sedang.

**Tabel 4.4** Nilai *Fleiss' Kappa* untuk *Between Appraisers*

Respon	$\hat{K}_j$	Standard Error $\hat{K}_j$	Z
<i>Good</i> (0)	0,59671	0,03849	15,5029
<i>Reject</i> (1)	0,59671	0,03849	15,5029

Nilai *Z* hitung digunakan sebagai uji hipotesis apakah koefisien *Kappa* signifikan dalam melakukan inspeksi visual produk kikir *slim taper* dari kedua inspektur, berikut pengujian hipotesisnya.

$H_0$  :  $K_0 = 0$  (Koefisien *Kappa* tidak signifikan)

$H_1$  :  $K_0 > 0$  (Koefisien *Kappa* signifikan)

Statistik Uji:

$$Z_0 = \frac{\hat{K}_0}{se_0(\hat{K}_0)} = \frac{\hat{K}_0}{\sqrt{\frac{2}{nm(m-1)}}} = \frac{0,59671}{0,03849} = 15,5029$$



Nilai  $Z_{hitung}$  diperoleh sebesar 15,5029 yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai  $Z_{0,05}$  (1,65). Keputusan yang didapatkan adalah  $H_0$  ditolak, hal ini mengindikasikan bahwa koefisien  $Kappa$  sudah signifikan (nilai  $Kappa$  tidak sama dengan nol) dalam inspeksi visual kikir *slim taper* yang dilakukan kedua inspektor. Berdasarkan nilai  $Kappa$  dari kedua inspektor dikategorikan memiliki kehandalan yang sedang.

Berdasarkan hasil analisis dengan *attribute agreement analysis*, diketahui bahwa tingkat konsistensi hasil inspeksi yang dilakukan oleh inspektor 1 lebih baik dibandingkan dengan inspektor 2. Faktor pembeda dari keduanya adalah usia. Usia dari inspektor 2 sekarang adalah 55 tahun. Meskipun pengalaman bekerja sebagai inspektor lebih lama dibandingkan inspektor 1. Faktor penyebabnya diduga karena kemampuan indera penglihatan menurun seiring bertambahnya usia.

#### 4.2 Uji Pergeseran Proses

Uji proporsi dua populasi digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya pergeseran proses produksi kikir *slim taper* fase I dan fase II. Berikut hasil uji pergeseran proses produksi fase I dan fase II berdasarkan data jumlah produk cacat yang tertera pada Lampiran 3, dengan menggunakan tingkat signifikan sebesar 5%.

Hipotesis

$H_0 : p_1 = p_2$  atau tidak ada pergeseran proses

$H_1 : p_1 \neq p_2$  atau terdapat pergeseran proses

Statistik uji

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$Z = \frac{0,334 - 0,325}{\sqrt{0,328 \times 0,672 \left(\frac{1}{29779} + \frac{1}{84892}\right)}} = 2,85$$

**Tabel 4.5** Uji Pergeseran Proses Fase I dan Fase II

Proses	Jumlah Produksi	Produk Cacat	Proporsi	$Z_{hitung}$	$Z_{(0,05/2)}$
Fase I	29.779	9.953	0,334	2,85	1,96
Fase II	84.892	27.642	0,328		

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa selisih proporsi produk cacat yang dihasilkan dari proses produksi fase I dan fase II sebesar 0,0086. Proporsi produk cacat pada fase II mengalami penurunan yang signifikan dari fase I. Hasil keputusan uji proporsi dua populasi adalah  $H_0$  ditolak, karena nilai  $Z_{hitung}$  lebih besar dari  $Z_{\alpha/2}$ . Kesimpulan yang diperoleh adalah terjadi pergeseran proses produksi fase I dengan fase II. Sehingga batas kendali pada peta kendali *demerit* fase I tidak dapat digunakan pada peta kendali *demerit* fase II.

### 4.3 Analisis Kapabilitas Proses

Penentuan indeks kapabilitas proses dapat dilakukan apabila proses sudah terkendali secara statistik. Oleh karena itu analisis kapabilitas proses diawali dengan mengidentifikasi terkendali tidaknya suatu proses produksi menggunakan peta kendali. Analisis proses produksi *slim taper* bulan Januari – Maret 2016 menggunakan peta kendali *demerit* karena terdapat tiga kelas cacat yang telah ditentukan oleh perusahaan yaitu kelas cacat *critical*, *major* dan *minor*. Berdasarkan penentuan nilai pembobot pada Tabel 3.5 diperoleh nilai pembobot untuk *critical defect* sebesar 0,54, *major defect* sebesar 0,33 dan *minor defect* sebesar 0,13. Analisis proses produksi dibagi menjadi 2 fase, yaitu bulan Januari untuk fase I sedangkan bulan Februari dan Maret 2016 digunakan untuk fase II yang dapat dilihat pada Lampiran 4 dan 5.

#### 4.3.1 Analisis Proses Fase I

Data proses produksi kikir *slim taper* bulan Januari 2016 dijadikan sebagai fase I. Tujuan dalam fase I adalah untuk mengetahui variabilitas dalam proses dari waktu ke waktu,

mengevaluasi stabilitas proses dan memodelkan kinerja proses yang *in-control* (Woodall dkk, 2004).

Tahap awal dalam membuat peta kendali *demerit* adalah menghitung  $d_i$  dan  $u_i$  dari setiap subgrup (lihat Lampiran 6). Kemudian menentukan rata-rata dari masing-masing kelas cacat, sehingga diperoleh nilai  $\bar{u}$  atau garis tengah peta kendali. Berikut perhitungan rata-rata setiap kelas cacat.

$$\begin{aligned}\bar{u}_A &= \frac{\sum_{i=1}^{29} \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{29} & \bar{u}_B &= \frac{\sum_{i=1}^{29} \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{29} & \bar{u}_C &= \frac{\sum_{i=1}^{29} \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{29} \\ &= 0,536 & &= 0,194 & &= 0,722\end{aligned}$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,536) + (0,33 \times 0,194) + (0,13 \times 0,722) = 0,447$$

Setelah menentukan garis tengah peta kendali *demerit*, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai  $\sigma_u$  sehingga diperoleh batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagai berikut.

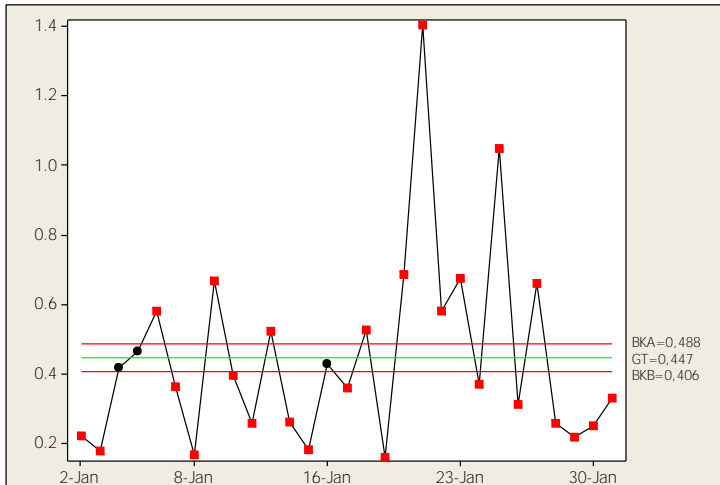
$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,536) + (0,33^2 \times 0,194) + (0,13^2 \times 0,722))}{1026,86}} = 0,014$$

Nilai  $\sigma_u$  sebesar 0,014 sehingga dapat diperoleh batas kendali atas.

$$BKA = 0,447 + (3 \times 0,014) = 0,488$$

$$BKB = 0,447 - (3 \times 0,014) = 0,406$$

Nilai batas kendali atas dan batas kendali bawah dijadikan parameter untuk memeriksa apakah subgrup pengamatan berada dalam batas kendali atau tidak. Setelah diketahui  $u_i$ , garis tengah, batas kendali atas dan batas kendali bawah maka peta kendali *demerit* fase I ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2** Grafik Peta Kendali *Demerit* Fase I

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa proses produksi kikir *slim taper* pada fase I masih belum terkendali, karena terdapat titik-titik yang *out of control*. Identifikasi penyebab titik keluar batas kendali hanya dilakukan pada titik yang keluar batas kendali atas saja. Sedangkan identifikasi penyebab titik keluar batas kendali bawah tidak dilakukan karena rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit kecil. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari pihak perusahaan, selama ini perusahaan belum pernah melakukan pencatatan hal-hal atau kejadian yang berkaitan dengan pelaksanaan proses produksi kikir. Perusahaan hanya melakukan pencatatan terhadap jumlah jenis cacat setiap harinya, sehingga tidak dapat mengetahui penyebab secara pasti dari proses yang *out of control*. Pihak perusahaan hanya dapat menduga keadaan proses *out of control* berdasarkan jenis cacat yang paling dominan. Penyebab *out of control* pada tanggal 9, 20, 22, 23 dan 25 Januari adalah jumlah jenis cacat *crack* paling dominan. Jenis cacat *soft* paling banyak terjadi pada tanggal 6, 21 dan 27 Januari. Sedangkan jenis cacat *body bend* dan *tempering* paling dominan masing-masing terjadi pada tanggal 18 dan 13 Januari. Titik *out of control* pada tanggal 21, 25 dan 27 Januari merupakan titik

dengan proporsi cacat tertinggi, karena produk cacat yang dihasilkan mencapai 70 – 90%.

Andaikan proses yang berada di luar batas kendali diketahui penyebab pasti dan dilakukan perbaikan, maka diperoleh peta kendali yang baru untuk proses produksi fase I.

$$\begin{aligned}\bar{u}_A &= \frac{\sum_{i=1}^3 \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{3} & \bar{u}_B &= \frac{\sum_{i=1}^3 \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{3} & \bar{u}_C &= \frac{\sum_{i=1}^3 \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{3} \\ &= 0,519 & &= 0,109 & &= 0,921\end{aligned}$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,519) + (0,33 \times 0,109) + (0,13 \times 0,922) = 0,436$$

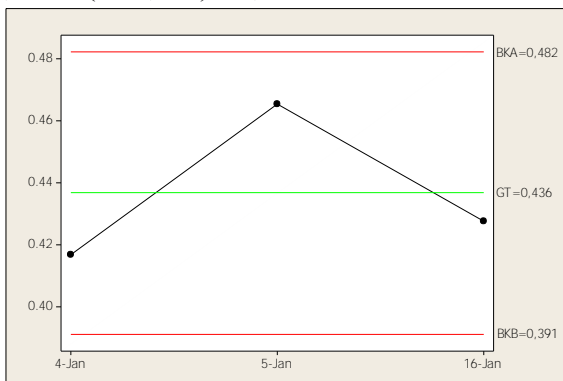
Setelah menentukan garis tengah peta kendali yang baru, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai  $\sigma_u$  sehingga diperoleh batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagai berikut.

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,519) + (0,33^2 \times 0,109) + (0,13^2 \times 0,922))}{777,33}} = 0,015$$

Nilai  $\sigma_u$  sebesar 0,015 sehingga dapat diperoleh batas kendali atas.

$$BKA = 0,436 + (3 \times 0,015) = 0,482$$

$$BKB = 0,436 - (3 \times 0,015) = 0,391$$



**Gambar 4.3** Grafik Peta Kendali *Demerit* Fase I (Revisi)

Pada peta kendali *demerit* yang telah direvisi, terlihat bahwa proses berada dalam batas kendali. Tetapi terdapat banyak subgrup pengamatan yang dihilangkan karena proses produksi kikir *slim taper* tidak stabil dan variasinya besar. Rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit kikir *slim taper* pada fase I yang terkendali sebesar 0,436. Batas kendali atas dan bawah diperoleh masing-masing sebesar 0,482 dan 0,391.

#### 4.3.2 Analisis Proses Fase II

Berdasarkan hasil dari uji pergeseran proses diperoleh kesimpulan bahwa batas-batas peta kendali pada fase I tidak dapat digunakan pada fase II. Sehingga menentukan batas-batas peta kendali baru untuk proses produksi fase II (Februari – Maret 2016). Berikut peta kendali *demerit* proses produksi kikir *slim taper* pada fase II.

$$\begin{aligned}\bar{u}_A &= \frac{\sum_{i=1}^{53} \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{53} & \bar{u}_B &= \frac{\sum_{i=1}^{53} \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{53} & \bar{u}_C &= \frac{\sum_{i=1}^{53} \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{53} \\ &= 0,378 & &= 0,130 & &= 0,921\end{aligned}$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,378) + (0,33 \times 0,130) + (0,13 \times 0,921) = 0,366$$

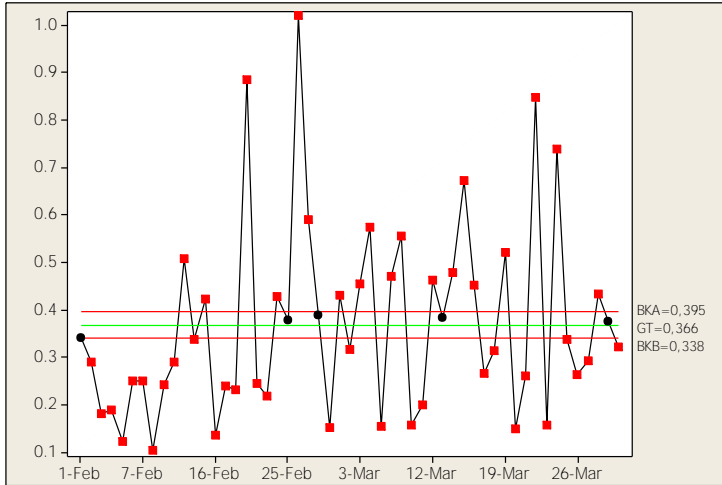
Setelah menentukan garis tengah peta kendali *demerit*, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai  $\sigma_u$  sehingga diperoleh batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagai berikut.

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,378) + (0,33^2 \times 0,130) + (0,13^2 \times 0,921))}{1601,7}} = 0,009$$

Nilai  $\sigma_u$  sebesar 0,014 sehingga dapat diperoleh batas kendali atas.

$$BKA = 0,366 + (3 \times 0,009) = 0,395$$

$$BKB = 0,366 - (3 \times 0,009) = 0,338$$



**Gambar 4.4** Grafik Peta Kendali *Demerit* Fase II  
(Bulan Februari – Maret 2016)

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa masih terdapat titik-titik yang *out of control*. Perusahaan menduga titik-titik yang keluar batas kendali atas disebabkan jumlah jenis cacat dominan. Titik-titik yang *out of control* tersebut sebagian besar disebabkan oleh jenis cacat *dirty*, *body bend*, *tempering* dan *soft* yang cenderung meningkat dari fase I. Andaikan proses yang berada di luar batas kendali diketahui penyebabnya dan dilakukan perbaikan, maka diperoleh peta kendali yang baru untuk proses produksi fase II (revisi) dengan batas-batas kendali sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\bar{u}_A &= \frac{\sum_{i=1}^5 \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{5} & \bar{u}_B &= \frac{\sum_{i=1}^5 \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{5} & \bar{u}_C &= \frac{\sum_{i=1}^5 \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{5} \\ &= 0,377 & &= 0,135 & &= 0,946\end{aligned}$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,377) + (0,33 \times 0,135) + (0,13 \times 0,946) = 0,371$$

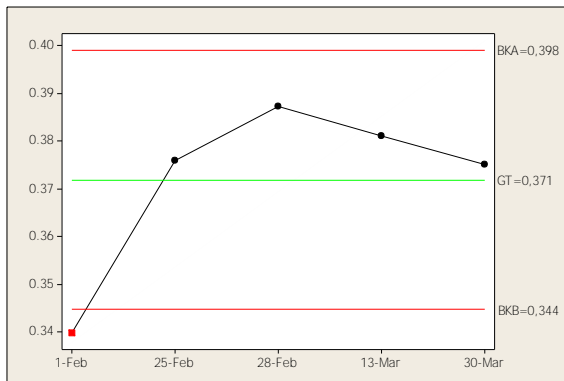
Setelah menentukan garis tengah peta kendali yang baru, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai  $\sigma_u$  sehingga diperoleh batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagai berikut.

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,377) + (0,33^2 \times 0,135) + (0,13^2 \times 0,946))}{1725,6}} = 0,009$$

Nilai  $\sigma_u$  sebesar 0,015 sehingga dapat diperoleh batas kendali atas.

$$BKA = 0,371 + (3 \times 0,009) = 0,398$$

$$BKB = 0,371 - (3 \times 0,009) = 0,344$$



**Gambar 4.5** Peta Kendali *Demerit* Fase II (Revisi 1)

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa proses fase II masih belum terkendali. Terdapat satu titik yang berada di luar batas kendali bawah. Sehingga masih perlu menentukan batas-batas kendali baru (revisi 2) untuk fase II.

$$\bar{u}_A = \frac{\sum_{i=1}^4 \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{4} = 0,394$$

$$\bar{u}_B = \frac{\sum_{i=1}^4 \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{4} = 0,144$$

$$\bar{u}_C = \frac{\sum_{i=1}^4 \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{4} = 0,919$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,394) + (0,33 \times 0,144) + (0,13 \times 0,919) = 0,380$$

Setelah menentukan garis tengah peta kendali yang baru, langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai  $\sigma_u$  sehingga diperoleh batas kendali atas dan batas kendali bawah sebagai berikut.

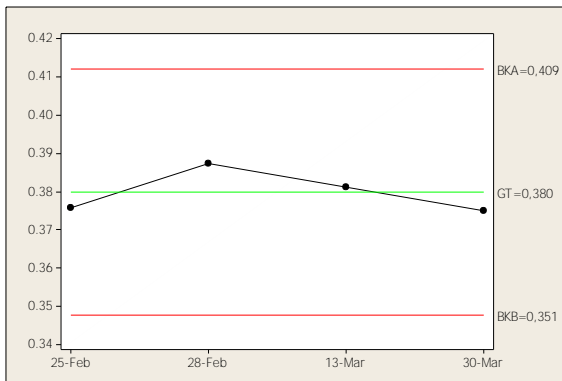


$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,394) + (0,33^2 \times 0,144) + (0,13^2 \times 0,919))}{1589,5}} = 0,010$$

Nilai  $\sigma_u$  sebesar 0,015 sehingga dapat diperoleh batas kendali atas.

$$BKA = 0,380 + (3 \times 0,010) = 0,409$$

$$BKB = 0,380 - (3 \times 0,010) = 0,351$$



**Gambar 4.6** Peta Kendali *Demerit* Fase II (Revisi 2)

Pada Gambar 4.6 peta kendali *demerit* yang telah direvisi, terlihat bahwa proses berada dalam batas kendali. Tetapi terdapat banyak subgrup pengamatan yang dihilangkan karena proses produksi kikir *slim taper* tidak stabil dan variasinya besar. Rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit kikir *slim taper* pada fase II yang terkendali sebesar 0,380. Batas kendali atas dan bawah diperoleh masing-masing sebesar 0,409 dan 0,351.

### 4.3.3 Indeks Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses mempunyai tujuan untuk mengukur kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk. Berikut indeks kapabilitas proses produksi kikir *slim taper* pada fase I dan fase II yang telah terkendali.

**Tabel 4.6** Indeks Kapabilitas Proses Produk Kikir *Slim Taper*

Periode	$\bar{u}$	$P'$	$P_p\%$
Fase I	0,436	0,353	0,309
Fase II	0,380	0,316	0,334

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai  $P_p\%$  proses produksi kikir *slim taper* pada fase I dan II kurang dari 1, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi selama fase I dan II belum kapabel. Sehingga perlu dilakukan tindakan perbaikan untuk mengurangi tingginya jumlah cacat.

#### 4.3.4 DPMO

Pengukuran kinerja proses produksi juga dapat dilakukan menggunakan satuan pengukuran *DPMO (Defects per Million Opportunities)* dan penentuan level sigma. Ukuran *DPMO* digunakan untuk menentukan peluang terjadinya cacat pada produk dalam satu juta kesempatan. Berikut hasil pengukuran kinerja proses produk kikir *slim taper* pada bulan Januari – Maret 2016 berdasarkan data dan perhitungan pada Lampiran 6.

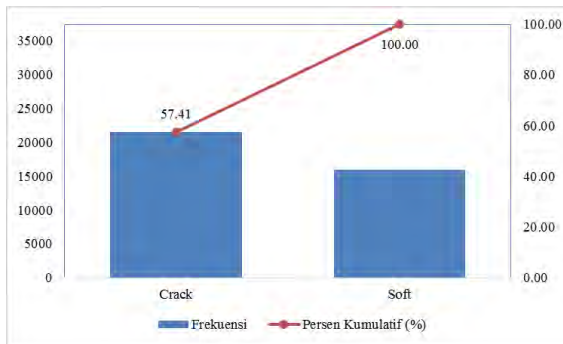
**Tabel 4.7** *DPMO* dan Level Sigma Proses Produksi Kikir *Slim Taper*

Periode (Bulan)	Jumlah Sampel	Jumlah Ketidaksesuaian	<i>DPMO</i>	Level Sigma
Januari	29.779	32.263	72.227,63	2,96
Februari	40104	42.244	70.224,08	2,97
Maret	44.788	62.674	93.289,87	2,82
<i>Overall</i>	114.671	137.181	79.753,38	2,91

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa proses pembuatan kikir jenis *slim taper* selama bulan Januari – Maret 2016 memiliki nilai sigma yang masih rendah atau berada pada tingkat rata-rata industri di Indonesia (level 2-3 sigma) baik proses produksi per bulan ataupun secara keseluruhan. *DPMO* proses produksi secara keseluruhan masih tinggi yaitu sebesar 79.753,38. Hal ini dapat diartikan dari sejuta kesempatan yang ada akan terdapat produk kikir *slim taper* yang cacat sebanyak 79.753 dengan level sigma sebesar 2,91.

#### 4.4 Identifikasi Jenis Cacat

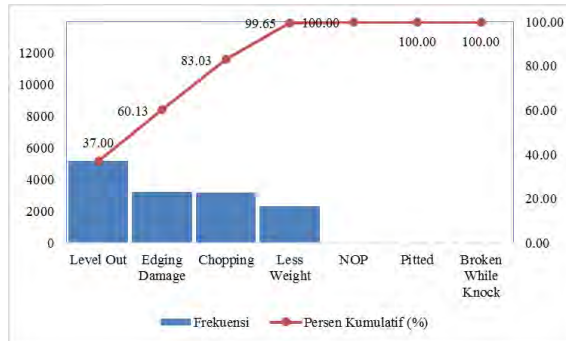
Berdasarkan 15 jenis karakteristik kunci kualitas (*CTQ*) yang telah ditetapkan oleh perusahaan untuk produk kikir *slim taper*. Diagram Pareto digunakan untuk mengetahui jenis cacat yang memiliki frekuensi tertinggi. Sehingga faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi penyebab cacat tersebut dapat diketahui dari masing-masing proses menggunakan diagram Ishikawa. Berikut diagram Pareto dari pengumpulan data *rejection proving department* bulan Januari – Maret 2016 berdasarkan kategori kelas cacat yang dapat dilihat pada Lampiran 7.



**Gambar 4.7** Diagram Pareto pada *Critical Defect*

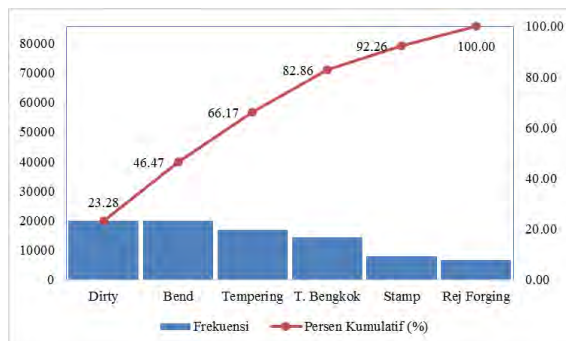
Macam-macam cacat yang terdapat dalam kelas *Critical Defect* ada dua yaitu *crack* dan *soft*. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa jenis cacat *crack* memiliki frekuensi tertinggi dengan 59,09% kemudian *soft* sebesar 40,91%. Sehingga fokus perbaikan dilakukan pada jenis cacat *crack* agar pada proses produksi selanjutnya jenis cacat ini dapat berkurang.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa pada kelas *Major Defect*, jenis cacat *level out* memiliki frekuensi paling tinggi. Sehingga perlu diidentifikasi faktor penyebab tingginya frekuensi dari jenis cacat *level out*.



**Gambar 4.8** Diagram Pareto pada *Major Defect*

Jenis cacat yang sering ditemukan untuk kelas *minor defect* antara lain *dirty*, *body bend* dan *tempering*. Ketiga jenis cacat tersebut secara kumulatif memberikan kontribusi sebanyak 66,58% penyebab produk cacat. Dengan demikian ketiga jenis cacat ini dijadikan prioritas perbaikan agar dapat mengurangi jumlah cacat pada produk. Berikut diagram Pareto dari kategori kelas cacat *minor defect*.

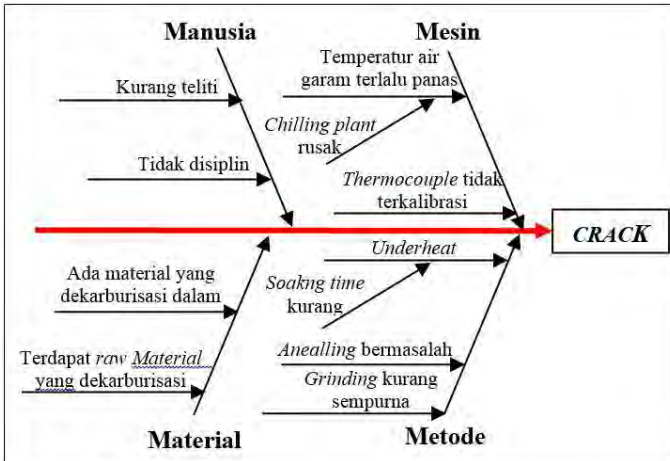


**Gambar 4.9** Diagram Pareto pada *Minor Defect*

#### 4.5 Faktor Penyebab Jenis Cacat

Diagram Ishikawa digunakan untuk mencari akar penyebab dari jenis cacat paling dominan dari *critical defect*, *major defect* dan *minor defect* masing-masing yaitu *crack*, *level out*, *dirty*,

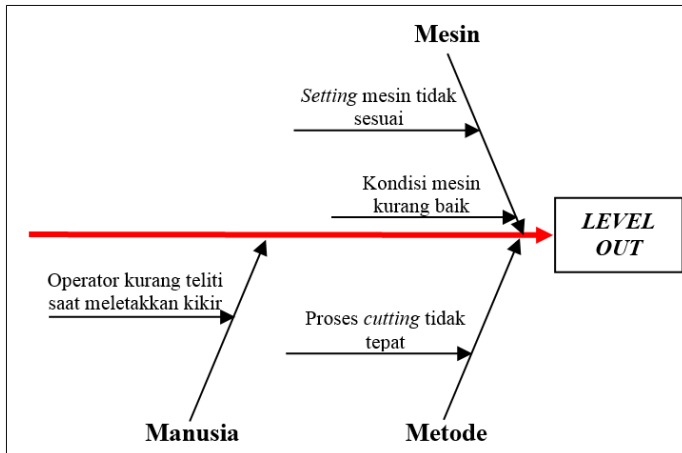
*body bend* dan *tempering*. Penyebab cacat bisa berasal dari faktor manusia, mesin, metode, material dan lingkungan. Berdasarkan hasil dari *brainstorming* dengan pihak *Quality Assurance*, berikut diagram Ishikawa untuk mencari akar penyebab dari keenam jenis cacat.



**Gambar 4.10** Diagram Ishikawa Penyebab *Crack*

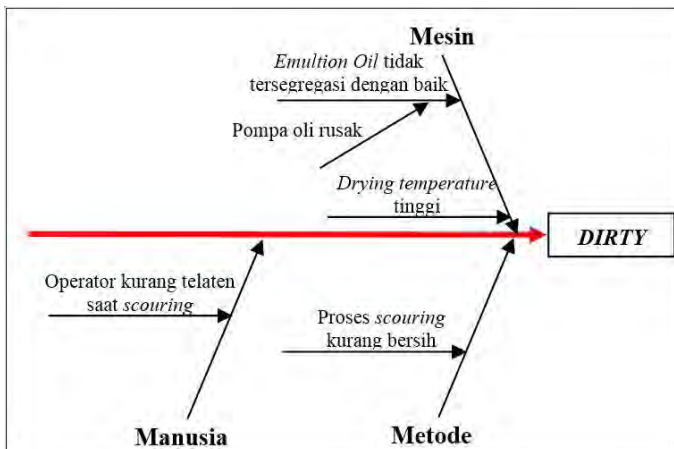
Gambar 4.10 menunjukkan bahwa faktor-faktor penyebab terjadi jenis cacat *crack* pada kikir *slim taper* adalah dari faktor manusia, mesin, material dan metode. Faktor penyebab paling utama *crack* adalah saat proses *hardening* mengalami *underheat*. Hal ini disebabkan karena peletakan *thermocouple* belum sesuai dan waktu *soaking time* yang ditetapkan terlalu cepat atau tidak sesuai dengan standar operasi.

Faktor penyebab jenis cacat *level out* adalah mesin, metode dan manusia. Faktor penyebab utama dari jenis cacat *level out* disebabkan kondisi mesin *cutting* kurang baik. Alat *cutting* atau alat pembuat gigi kikir sebagian sudah tumpul sehingga kedalaman gigi kikir menjadi miring. Diagram Ishikawa dari jenis cacat dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.

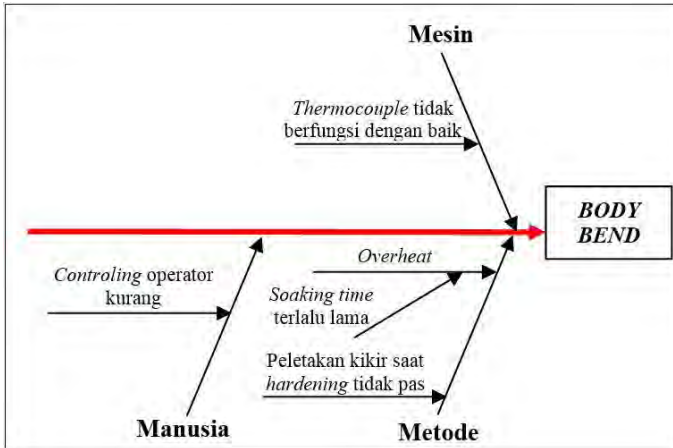


**Gambar 4.11** Diagram Ishikawa Penyebab *Level Out*

Berdasarkan Gambar 4.12 dapat disimpulkan bahwa penyebab cacat *dirty* pada kikir *slim taper* adalah faktor manusia, mesin dan metode. Penyebab paling utama *dirty* yaitu proses *scouring* yang kurang baik, karena tekanan penyemprotan pasir silica kurang sehingga tidak mengenai permukaan gigi kikir.

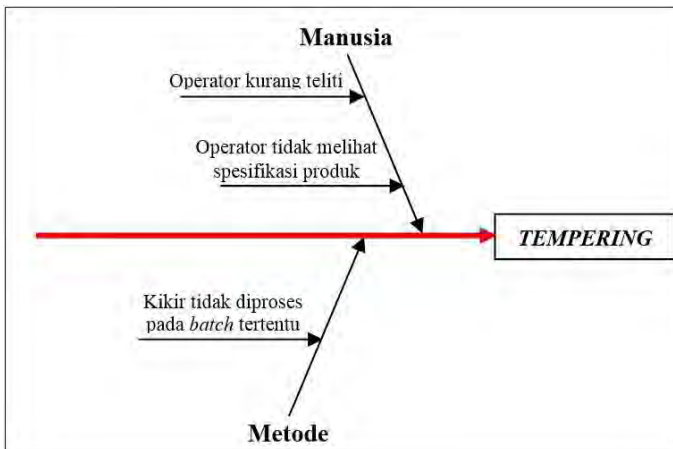


**Gambar 4.12** Diagram Ishikawa Penyebab *Dirty*



**Gambar 4.13** Diagram Ishikawa Penyebab *Body Bend*

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa faktor dari manusia, mesin dan metode yang menyebabkan cacat *body bend* pada kikir *slim taper*. Penyebab paling berpengaruh terhadap *body bend* yaitu sebelum proses *hardening* posisi kikir tidak lurus dan operator kurang teliti saat mengecek kikir yang memang sudah bengkok tetapi masih saja dilanjutkan ke proses *hardening*.



**Gambar 4.14** Diagram Ishikawa Penyebab *Tempering*

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa penyebab dari *tempering* disebabkan oleh kesalahan manusia dan metode. Penyebab paling utama disebabkan oleh kesalahan dari faktor manusia yaitu kurangnya ketelitian operator melihat spesifikasi produk sebelum proses *tempering*.

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

*FMEA* dilakukan untuk menilai efek, penyebab dan efektifitas pencegahan yang dilakukan saat ini dan menentukan rekomendasi perbaikan berdasarkan peringkat *RPN* tertinggi. Berdasarkan Lampiran 8 nilai *RPN* tertinggi terjadi pada mode kegagalan *crack* dan *soft* dengan penyebab potensialnya yaitu dekarburisasi dan *underheat/overheat* saat proses *hardening*. Rekomendasi yang disarankan untuk mengatasi dekarburisasi yaitu menambah jumlah sampel saat pengecekan ketebalan dekarburisasi dari produk kikir *slim taper*. Solusi untuk mengatasi *underheat/overheat* saat proses *hardening* adalah dengan menambah frekuensi saat pengecekan *thermocouple* yang awalnya dilakukan 1 kali seminggu menjadi 2 kali dalam seminggu dan melakukan *training* operator agar waktu proses *soaking time* sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sehingga tidak terlalu cepat atau terlalu lama yang menyebabkan *underheat/overheat*.



*halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Data untuk *Attribute Agreement Analysis*

Sampel	Titik Pengamatan	Inspektor 1			Inspektor 2			Standar
		Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3	
1	1 ( <i>Crack</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	2 ( <i>Soft</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	3 ( <i>Chopping</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	4 ( <i>Pitted</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	5 ( <i>Level Out</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	6 ( <i>Less Weight</i> )	1	1	1	1	0	0	1
	7 ( <i>Broken Test</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	8 ( <i>Bad Edging</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	9 ( <i>NOP</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	10 ( <i>Dirty</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	11 ( <i>Rej Forging</i> )	0	1	1	0	0	0	1
	12 ( <i>Bend Body</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	13 ( <i>Stamping</i> )	0	0	0	0	1	1	0
	14 ( <i>Tempering</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	15 ( <i>Tang Bend</i> )	0	0	0	0	0	0	0
2	1 ( <i>Crack</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	2 ( <i>Soft</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	3 ( <i>Chopping</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	4 ( <i>Pitted</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	5 ( <i>Level Out</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	6 ( <i>Less Weight</i> )	0	0	0	1	0	0	0
	7 ( <i>Broken Test</i> )	1	1	1	0	1	1	1
	8 ( <i>Bad Edging</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	9 ( <i>NOP</i> )	1	1	1	1	0	1	1
	10 ( <i>Dirty</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	11 ( <i>Rej Forging</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	12 ( <i>Bend Body</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	13 ( <i>Stamping</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	14 ( <i>Tempering</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	15 ( <i>Tang Bend</i> )	0	0	0	0	0	0	1
3	1 ( <i>Crack</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	2 ( <i>Soft</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	3 ( <i>Chopping</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	4 ( <i>Pitted</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	5 ( <i>Level Out</i> )	1	1	1	1	1	1	1
	6 ( <i>Less Weight</i> )	0	0	0	0	1	0	0

## Lampiran 1 (Lanjutan)

### Data Attribute Agreement Analysis

Sampel	Titik Pengamatan	Andis			Huda			Standar
		Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 1	Trial 2	Trial 3	
	8 ( <i>Bad Edging</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	9 ( <i>NOP</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	10 ( <i>Dirty</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	11 ( <i>Rej Forging</i> )	1	0	0	0	0	0	0
	12 ( <i>Bend Body</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	13 ( <i>Stamping</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	14 ( <i>Tempering</i> )	0	0	0	0	0	0	0
	15 ( <i>Tang Bend</i> )	0	0	0	0	0	0	0

## Lampiran 2

### MSA Attribute Agreement Analysis

#### Within Appraisers

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
Andis	45	43	95.56	(84.85, 99.46)
Huda	45	39	86.67	(73.21, 94.95)

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

##### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P (vs > 0)
Andis	0	0.850000	0.0860663	9.87611	0.0000
	1	0.850000	0.0860663	9.87611	0.0000
Huda	0	0.451220	0.0860663	5.24270	0.0000
	1	0.451220	0.0860663	5.24270	0.0000

#### Each Appraiser vs Standard

##### Assessment Agreement

Appraiser	# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
Andis	45	42	93.33	(81.73, 98.60)
Huda	45	37	82.22	(67.95, 92.00)

# Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

## Lampiran 2 (Lanjutan)

### *MSA Attribute Agreement Analysis*

Assessment Disagreement

Appraiser	# 1 / 0	Percent	# 0 / 1	Percent	# Mixed	Percent
Andis	0	0.00	1	16.67	2	4.44
Huda	0	0.00	2	33.33	6	13.33

# 1 / 0: Assessments across trials = 1 / standard = 0.  
 # 0 / 1: Assessments across trials = 0 / standard = 1.  
 # Mixed: Assessments across trials are not identical.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Appraiser	Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
Andis	0	0.827388	0.0860663	9.61338	0.0000
	1	0.827388	0.0860663	9.61338	0.0000
Huda	0	0.475000	0.0860663	5.51900	0.0000
	1	0.475000	0.0860663	5.51900	0.0000

### Between Appraisers

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
45	37	82.22	(67.95, 92.00)

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
0	0.596708	0.0384900	15.5029	0.0000
1	0.596708	0.0384900	15.5029	0.0000

### All Appraisers vs Standard

#### Assessment Agreement

# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
45	36	80.00	(65.40, 90.42)

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

#### Fleiss' Kappa Statistics

Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
0	0.651194	0.0608581	10.7002	0.0000
1	0.651194	0.0608581	10.7002	0.0000

**Lampiran 3****Data Jumlah Cacat pada Produk Kikir *Slim Taper* Fase I**

<b>No.</b>	<b>Date</b>	<b>Sampel</b>	<b>Produk Cacat</b>
1	2-Jan	1415	303
2	3-Jan	1556	179
3	4-Jan	783	326
4	5-Jan	388	138
5	6-Jan	459	168
6	7-Jan	505	150
7	8-Jan	1524	240
8	9-Jan	462	264
9	10-Jan	1314	524
10	12-Jan	444	86
11	13-Jan	659	506
12	14-Jan	2721	846
13	15-Jan	2597	570
14	16-Jan	1161	567
15	17-Jan	787	285
16	18-Jan	103	36
17	19-Jan	1242	148
18	20-Jan	1192	1020
19	21-Jan	27	25
20	22-Jan	497	281
21	23-Jan	234	212
22	24-Jan	538	180
23	25-Jan	200	161
24	26-Jan	1917	616
25	27-Jan	645	460
26	28-Jan	1114	245
27	29-Jan	2052	499
28	30-Jan	1295	262
29	31-Jan	1948	656
<b>TOTAL</b>		29779	9953

### Lampiran 3 (lanjutan)

#### Data Jumlah Cacat pada Produk Kikir *Slim Taper* Fase II

No.	Date	Sampel	Produk Cacat	No.	Date	Sampel	Produk Cacat
1	1-Feb	2270	1026	28	3-Mar	1240	610
2	2-Feb	3636	1652	29	4-Mar	1146	647
3	3-Feb	4803	1706	30	6-Mar	2613	246
4	4-Feb	3315	950	31	7-Mar	1036	442
5	5-Feb	1591	298	32	8-Mar	793	487
6	6-Feb	739	174	33	10-Mar	2812	361
7	7-Feb	722	306	34	11-Mar	1551	394
8	9-Feb	2027	246	35	12-Mar	1445	440
9	10-Feb	2440	527	36	13-Mar	2692	735
10	11-Feb	921	844	37	14-Mar	1957	594
11	12-Feb	1677	1235	38	15-Mar	1644	1035
12	13-Feb	415	122	39	16-Mar	1792	646
13	15-Feb	455	177	40	17-Mar	1927	425
14	16-Feb	974	123	41	18-Mar	1567	396
15	17-Feb	2089	473	42	19-Mar	962	584
16	19-Feb	1825	346	43	20-Mar	4140	403
17	20-Feb	209	162	44	21-Mar	2698	543
18	21-Feb	1086	202	45	22-Mar	1130	846
19	22-Feb	744	158	46	23-Mar	68	12
20	24-Feb	1241	510	47	24-Mar	670	454
21	25-Feb	1116	357	48	25-Mar	593	129
22	26-Feb	57	39	49	26-Mar	929	184
23	27-Feb	425	265	50	27-Mar	1346	410
24	28-Feb	1426	520	51	29-Mar	1998	1037
25	29-Feb	3901	566	52	30-Mar	1124	626
26	1-Mar	1979	909	53	31-Mar	1616	553
27	2-Mar	1320	510	<b>TOTAL</b>		84892	27642

**Lampiran 4**  
**Peta Kendali *Demerit***  
**Januari 2016 (Fase I)**

Sub Grup	Date	Sample	Critical Defect	Major Defect	Minor Defect	<i>di</i>	<i>ui</i>
1	2-Jan	1415	157	432	656	312.6200	0.2209
2	3-Jan	1556	291	205	394	276.0100	0.1774
3	4-Jan	783	327	114	863	326.3900	0.4168
4	5-Jan	388	216	28	421	180.6100	0.4655
5	6-Jan	459	310	157	369	267.1800	0.5821
6	7-Jan	505	233	64	285	183.9900	0.3643
7	8-Jan	1524	250	150	560	257.3000	0.1688
8	9-Jan	462	368	156	452	308.9600	0.6687
9	10-Jan	1314	651	231	714	520.5900	0.3962
10	12-Jan	444	153	34	164	115.1600	0.2594
11	13-Jan	659	316	148	974	346.1000	0.5252
12	14-Jan	2721	915	346	796	711.7600	0.2616
13	15-Jan	2597	653	173	484	472.6300	0.1820
14	16-Jan	1161	679	129	671	496.4600	0.4276
15	17-Jan	787	332	149	423	283.4400	0.3602
16	18-Jan	103	61	14	130	54.4600	0.5287
17	19-Jan	1242	212	97	413	200.1800	0.1612
18	20-Jan	1192	1187	191	883	818.8000	0.6869
19	21-Jan	27	49	10	63	37.9500	1.4056
20	22-Jan	497	361	163	305	288.3800	0.5802
21	23-Jan	234	235	47	121	158.1400	0.6758
22	24-Jan	538	287	75	147	198.8400	0.3696
23	25-Jan	200	211	204	220	209.8600	1.0493
24	26-Jan	1917	860	102	801	602.1900	0.3141
25	27-Jan	645	596	105	545	427.3400	0.6625
26	28-Jan	1114	295	108	711	287.3700	0.2580
27	29-Jan	2052	329	255	1461	451.7400	0.2201
28	30-Jan	1295	242	186	1040	327.2600	0.2527
29	31-Jan	1948	754	144	1450	643.1800	0.3302

$$\text{Rata-rata sampel} = \frac{\sum_{i=1}^{29} n_i}{29} = 1026.86$$

$$\bar{u}_A = \frac{\sum_{i=1}^{29} \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{29} \quad \bar{u}_B = \frac{\sum_{i=1}^{29} \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{29} \quad \bar{u}_C = \frac{\sum_{i=1}^{29} \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{29}$$

$$= 0,536 \quad = 0,194 \quad = 0,722$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,536) + (0,33 \times 0,194) + (0,13 \times 0,722) = 0,447$$

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,536) + (0,33^2 \times 0,194) + (0,13^2 \times 0,722))}{1026,86}} = 0,014$$

$$BKA = 0,447 + (3 \times 0,014) = 0,488$$

$$BKB = 0,447 - (3 \times 0,014) = 0,406$$

### Januari 2016 (Fase I) Revisi 1

Sub Grup	Date	Sample	Critical Defect	Major Defect	Minor Defect	di	ui
1	2-Jan	4-Jan	783	327	114	326.3900	0.4168
2	3-Jan	5-Jan	388	216	28	180.6100	0.4655
3	4-Jan	16-Jan	1161	679	129	496.4600	0.4276

$$\text{Rata-rata sampel} = \frac{\sum_{i=1}^3 n_i}{3} = 777,33$$

$$\bar{u}_A = \frac{\sum_{i=1}^3 \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{3} \quad \bar{u}_B = \frac{\sum_{i=1}^3 \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{3} \quad \bar{u}_C = \frac{\sum_{i=1}^3 \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{3}$$

$$= 0,519 \quad = 0,109 \quad = 0,921$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,519) + (0,33 \times 0,109) + (0,13 \times 0,921) = 0,436$$

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,519) + (0,33^2 \times 0,109) + (0,13^2 \times 0,921))}{777,33}} = 0,015$$

$$BKA = 0,436 + (3 \times 0,015) = 0,482$$

$$BKB = 0,436 - (3 \times 0,015) = 0,391$$



**Lampiran 5**  
**Peta Kendali *Demerit***  
**Februari – Maret 2016 (Fase II)**

Sub Grup	Date	Sample	Critical Defect	Major Defect	Minor Defect	di	ui
1	1-Feb	2270	707	237	2396	771.470	0.340
2	2-Feb	3636	812	537	3375	1054.440	0.290
3	3-Feb	4803	497	431	3459	860.280	0.179
4	4-Feb	3315	382	297	2467	625.000	0.189
5	5-Feb	1591	157	24	782	194.360	0.122
6	6-Feb	739	188	28	569	184.730	0.250
7	7-Feb	722	137	44	700	179.500	0.249
8	9-Feb	2027	166	99	688	211.750	0.104
9	10-Feb	2440	514	298	1648	590.140	0.242
10	11-Feb	921	196	62	1081	266.830	0.290
11	12-Feb	1677	1055	125	1841	850.280	0.507
12	13-Feb	415	174	38	260	140.300	0.338
13	15-Feb	455	197	62	498	191.580	0.421
14	16-Feb	974	169	29	239	131.900	0.135
15	17-Feb	2089	365	285	1597	498.760	0.239
16	19-Feb	1825	511	142	751	420.430	0.230
17	20-Feb	209	190	75	442	184.810	0.884
18	21-Feb	1086	194	183	772	265.510	0.244
19	22-Feb	744	186	55	331	161.620	0.217
20	24-Feb	1241	606	138	1217	530.990	0.428
21	25-Feb	1116	522	101	802	419.470	0.376
22	26-Feb	57	63	26	119	58.070	1.019
23	27-Feb	425	338	79	327	251.100	0.591
24	28-Feb	1426	733	131	871	552.280	0.387
25	29-Feb	3901	564	204	1659	587.550	0.151
26	1-Mar	1979	772	319	2533	851.440	0.430
27	2-Mar	1320	387	204	1081	416.830	0.316
28	3-Mar	1240	551	167	1615	562.600	0.454
29	4-Mar	1146	842	145	1202	658.790	0.575
30	6-Mar	2613	439	221	722	403.850	0.155
31	7-Mar	1036	648	99	797	486.200	0.469
32	8-Mar	793	476	236	816	441.000	0.556
33	10-Mar	2812	370	293	1110	440.790	0.157
34	11-Mar	1551	283	161	774	306.570	0.198
35	12-Mar	1445	654	257	1780	669.370	0.463
36	13-Mar	2692	1009	557	2287	1025.980	0.381
37	14-Mar	1957	1000	400	2035	936.550	0.479
38	15-Mar	1644	1482	254	1712	1106.660	0.673
39	16-Mar	1792	714	301	2484	807.810	0.451
40	17-Mar	1927	483	151	1531	509.680	0.264
41	18-Mar	1567	435	290	1227	490.110	0.313
42	19-Mar	962	448	252	1345	499.930	0.520
43	20-Mar	4140	448	403	1845	614.760	0.148
44	21-Mar	2698	716	122	2100	699.900	0.259
45	22-Mar	1130	897	262	2981	958.370	0.848
46	23-Mar	68	14	3	16	10.630	0.156

47	24-Mar	670	463	159	1478	494.630	0.738
48	25-Mar	593	191	83	531	199.560	0.337
49	26-Mar	929	242	66	711	244.890	0.264
50	27-Mar	1346	337	89	1398	393.090	0.292
51	29-Mar	1998	1155	208	1341	866.670	0.434
52	30-Mar	1124	248	209	1682	421.550	0.375
53	31-Mar	1616	598	121	1206	519.630	0.322

$$\text{Rata-rata sampel} = \frac{\sum_{i=1}^{53} n_i}{53} = 1601,74$$

$$\bar{u}_A = \frac{\sum_{i=1}^{53} \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{53} \quad \bar{u}_B = \frac{\sum_{i=1}^{53} \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{53} \quad \bar{u}_C = \frac{\sum_{i=1}^{53} \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{53}$$

$$= 0,378 \quad = 0,131 \quad = 0,921$$

$$\bar{u} = (0,54 \times 0,378) + (0,33 \times 0,131) + (0,13 \times 0,921) = 0,366$$

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{((0,54^2 \times 0,378) + (0,33^2 \times 0,131) + (0,13^2 \times 0,921))}{1601,74}} = 0,009$$

$$BKA = 0,366 + (3 \times 0,009) = 0,395$$

$$BKB = 0,366 - (3 \times 0,009) = 0,338$$

### Februari – Maret 2016 (Fase II) Revisi 1

Sub Grup	Date	Sample	Critical Defect	Major Defect	Minor Defect	di	ui
1	1-Feb	2270	707	237	2396	771.470	0.340
2	25-Feb	1116	522	101	802	419.470	0.376
3	28-Feb	1426	733	131	871	552.280	0.387
4	13-Mar	2692	1009	557	2287	1025.980	0.381
5	30-Mar	1124	248	209	1682	421.550	0.375

$$\text{Rata-rata sampel} = \frac{\sum_{i=1}^5 n_i}{5} = 1725,6$$

$$\begin{aligned}\bar{u}_A &= \frac{\sum_{i=1}^5 \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{5} & \bar{u}_B &= \frac{\sum_{i=1}^5 \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{5} & \bar{u}_C &= \frac{\sum_{i=1}^5 \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{5} \\ &= 0,377 & &= 0,135 & &= 0,946 \\ \bar{u} &= (0,54 \times 0,377) + (0,33 \times 0,135) + (0,13 \times 0,946) = 0,371 \\ \sigma_u &= \sqrt{\frac{\left( (0,54^2 \times 0,377) + (0,33^2 \times 0,135) + (0,13^2 \times 0,946) \right)}{1725,6}} = 0,009 \\ BKA &= 0,371 + (3 \times 0,009) = 0,398 \\ BKB &= 0,371 - (3 \times 0,009) = 0,344\end{aligned}$$

### Februari – Maret 2016 (Fase II) Revisi 2

Sub Grup	Date	Sample	Critical Defect	Major Defect	Minor Defect	di	ui
1	25-Feb	1116	522	101	802	419.470	0.376
2	28-Feb	1426	733	131	871	552.280	0.387
3	13-Mar	2692	1009	557	2287	1025.980	0.381
4	30-Mar	1124	248	209	1682	421.550	0.375

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata sampel} &= \frac{\sum_{i=1}^4 n_i}{4} = 1589,5 \\ \bar{u}_A &= \frac{\sum_{i=1}^4 \left( \frac{c_{iA}}{n_i} \right)}{4} & \bar{u}_B &= \frac{\sum_{i=1}^4 \left( \frac{c_{iB}}{n_i} \right)}{4} & \bar{u}_C &= \frac{\sum_{i=1}^4 \left( \frac{c_{iC}}{n_i} \right)}{4} \\ &= 0,394 & &= 0,144 & &= 0,919 \\ \bar{u} &= (0,54 \times 0,394) + (0,33 \times 0,144) + (0,13 \times 0,919) = 0,380 \\ \sigma_u &= \sqrt{\frac{\left( (0,54^2 \times 0,394) + (0,33^2 \times 0,144) + (0,13^2 \times 0,919) \right)}{1589,5}} = 0,010 \\ BKA &= 0,380 + (3 \times 0,010) = 0,409 \\ BKB &= 0,380 - (3 \times 0,010) = 0,351\end{aligned}$$

## Lampiran 6

### Data Jumlah Ketidaksesuaian Fase I

Date	Jumlah Sample	Jumlah Ketidaksesuaian
2-Jan	1415	1245
3-Jan	1556	890
4-Jan	783	1304
5-Jan	388	665
6-Jan	459	836
7-Jan	505	582
8-Jan	1524	960
9-Jan	462	976
10-Jan	1314	1596
12-Jan	444	351
13-Jan	659	1438
14-Jan	2721	2057
15-Jan	2597	1310
16-Jan	1161	1479
17-Jan	787	904
18-Jan	103	205
19-Jan	1242	722
20-Jan	1192	2261
21-Jan	27	122
22-Jan	497	829
23-Jan	234	403
24-Jan	538	509
25-Jan	200	635
26-Jan	1917	1763
27-Jan	645	1246
28-Jan	1114	1114
29-Jan	2052	2045
30-Jan	1295	1468
31-Jan	1948	2348
<b>Total</b>	<b>29779</b>	<b>32263</b>

### Januari 2016

$$DPMO = \left( \frac{32263}{29779 \times 15} \right) \times 1000000 = 72227,63$$

$$\text{Level Sigma} = Z \left( \frac{1000000 - 72227,63}{1000000} \right) + 1,5 = 2,96$$

## Lampiran 6 (Lanjutan)

### Data Jumlah Ketidaksesuaian Fase II

Date	Jumlah Sampel	Non-Conform	Date	Jumlah Sampel	Non-Conform
1-Feb	2270	3340	1-Mar	1979	3624
2-Feb	3636	4724	2-Mar	1320	1672
3-Feb	4803	4387	3-Mar	1240	2333
4-Feb	3315	3146	4-Mar	1146	2189
5-Feb	1591	963	6-Mar	2613	1382
6-Feb	739	785	7-Mar	1036	1544
7-Feb	722	881	8-Mar	793	1528
9-Feb	2027	953	10-Mar	2812	1773
10-Feb	2440	2460	11-Mar	1551	1218
11-Feb	921	1339	12-Mar	1445	2691
12-Feb	1677	3021	13-Mar	2692	3853
13-Feb	415	472	14-Mar	1957	3435
15-Feb	455	757	15-Mar	1644	3448
16-Feb	974	437	16-Mar	1792	3499
17-Feb	2089	2247	17-Mar	1927	2165
19-Feb	1825	1404	18-Mar	1567	1952
20-Feb	209	707	19-Mar	962	2045
21-Feb	1086	1149	20-Mar	4140	2696
22-Feb	744	572	21-Mar	2698	2938
24-Feb	1241	1961	22-Mar	1130	4140
25-Feb	1116	1425	23-Mar	68	33
26-Feb	57	208	24-Mar	670	2100
27-Feb	425	744	25-Mar	593	805
28-Feb	1426	1735	26-Mar	929	1019
29-Feb	3901	2427	27-Mar	1346	1824
<b>Total</b>	<b>40104</b>	<b>42244</b>	29-Mar	1998	2704
			30-Mar	1124	2139
			31-Mar	1616	1925
				<b>44788</b>	<b>62674</b>

#### Februari 2016

$$DPMO = \left( \frac{42244}{40104 \times 15} \right) \times 1000000 = 70224,08$$

$$Level\ Sigma = Z \left( \frac{1000000 - 70224,08}{1000000} \right) + 1,5 = 2,97$$

#### Maret 2016

$$DPMO = \left( \frac{62674}{44788 \times 15} \right) \times 1000000 = 93289,87$$

$$Level\ Sigma = Z \left( \frac{1000000 - 93289,87}{1000000} \right) + 1,5 = 2,82$$

**Lampiran 7**  
**Data Rejection Proving Departement**

Tanggal	Critical Defect		Major Defect							Minor Defect					
	Crack	Soft	Pitted	NOP	Chopping	Level Out	Less Weight	Broken While Knock	Edging Damage	Dirty	Rej Forging	Stamp	Bend	Tempering	T. Bengkok
2-Jan	55	102	0	0	120	184	48	0	80	144	128	303	81	0	0
3-Jan	112	179	0	0	43	87	23	0	52	45	58	128	47	0	116
4-Jan	108	219	0	0	38	40	11	0	25	123	43	326	117	82	172
5-Jan	81	135	0	0	8	12	4	0	4	43	12	8	138	117	103
6-Jan	142	168	0	0	29	58	25	0	45	77	50	114	128	0	0
7-Jan	83	150	0	0	12	18	6	0	28	49	24	60	41	65	46
8-Jan	184	66	0	0	24	76	20	0	30	183	12	24	101	240	0
9-Jan	264	104	0	0	24	96	12	0	24	28	18	44	106	151	105
10-Jan	524	127	0	0	61	95	21	0	54	79	39	72	170	175	179
12-Jan	67	86	0	0	11	13	6	0	4	7	6	22	55	12	62
13-Jan	212	104	0	0	40	68	25	0	15	102	47	60	116	506	143
14-Jan	846	69	0	0	85	189	47	0	25	177	39	60	201	107	212
15-Jan	570	83	0	0	12	97	35	0	29	82	47	49	137	55	114
16-Jan	567	112	0	0	26	41	24	0	38	57	27	41	202	271	73
17-Jan	285	47	0	49	36	33	15	0	16	46	24	12	146	88	107
18-Jan	28	33	0	0	2	6	3	0	3	33	0	0	36	28	33
19-Jan	148	64	0	0	16	29	13	0	39	83	14	49	85	118	64
20-Jan	1020	167	0	0	29	73	33	0	56	183	57	84	222	186	151
21-Jan	24	25	0	0	3	3	2	0	2	24	2	0	18	9	10
22-Jan	281	80	0	0	37	72	17	0	37	40	36	6	62	154	7
23-Jan	212	23	0	0	7	17	11	0	12	58	13	1	41	0	8
24-Jan	180	107	0	0	19	31	10	0	15	7	14	6	56	0	64
25-Jan	161	50	0	0	72	80	28	0	24	24	60	60	12	50	14
26-Jan	244	616	0	0	20	28	24	0	30	56	25	59	261	114	286
27-Jan	136	460	0	0	18	30	12	0	45	118	36	60	68	153	110
28-Jan	161	134	0	0	35	43	26	0	4	134	24	12	148	245	148
29-Jan	166	163	0	0	41	96	31	0	87	353	42	78	298	499	191
30-Jan	106	136	0	0	47	80	31	0	28	227	52	66	245	262	188
31-Jan	394	360	0	0	25	64	18	0	37	254	61	60	269	656	150
1-Feb	491	216	0	0	73	87	50	0	27	424	96	63	490	1026	297
2-Feb	644	168	0	0	130	217	110	0	80	385	106	160	571	1652	501
3-Feb	302	195	0	0	68	172	94	0	97	277	152	222	637	1706	465
4-Feb	153	229	0	0	42	109	57	0	89	396	80	96	512	950	433
5-Feb	119	38	0	0	6	9	8	0	1	136	0	5	181	298	162
6-Feb	102	86	0	0	7	9	4	0	8	169	16	36	96	174	78
7-Feb	59	78	0	0	7	12	5	0	20	116	24	36	306	139	79
9-Feb	73	93	0	0	25	35	24	0	15	44	30	20	182	246	166
10-Feb	358	156	0	0	60	126	42	0	70	527	66	117	436	251	251
11-Feb	74	122	0	0	24	20	16	0	2	844	12	12	64	27	122
12-Feb	212	843	0	0	31	35	18	0	41	1235	61	96	146	140	163
13-Feb	88	86	0	0	7	12	5	0	14	66	24	12	122	0	36
15-Feb	56	141	0	0	14	25	13	0	10	177	28	23	102	78	90
16-Feb	91	78	0	0	11	9	3	0	6	123	12	13	41	8	42

17-Feb	118	247	0	0	49	98	60	0	78	473	75	196	448	102	303
19-Feb	165	346	0	0	36	50	22	0	34	200	30	42	261	128	90
20-Feb	148	42	0	0	12	24	6	0	33	64	30	24	162	38	124
21-Feb	89	105	0	0	23	37	36	0	87	202	126	30	193	124	97
22-Feb	67	119	0	0	14	22	10	0	9	158	17	11	54	41	50
24-Feb	227	379	0	0	14	31	15	0	78	510	63	69	335	12	228
25-Feb	357	165	0	0	21	25	15	0	40	257	21	140	139	65	180
26-Feb	39	24	0	0	8	12	4	0	2	18	12	6	33	19	31
27-Feb	265	73	0	0	13	35	12	0	19	61	12	24	98	18	114
28-Feb	520	213	0	0	23	55	25	0	28	384	35	66	198	12	176
29-Feb	250	314	0	0	41	67	36	0	60	566	81	111	444	175	282
1-Mar	547	225	0	0	75	124	40	0	80	909	155	168	580	292	429
2-Mar	236	151	0	0	60	81	26	0	37	510	53	90	162	128	138
3-Mar	160	391	0	0	37	58	30	0	42	287	238	174	610	102	204
4-Mar	647	195	0	0	32	41	29	0	43	290	49	116	290	281	176
6-Mar	220	219	0	0	47	74	34	0	66	238	246	139	99	0	0
7-Mar	206	442	0	0	24	36	18	0	21	200	79	63	255	200	0
8-Mar	295	181	0	0	65	90	41	0	40	173	60	96	487	0	0
10-Mar	115	255	0	0	139	71	23	0	60	162	103	114	361	148	222
11-Mar	67	216	0	0	63	46	32	0	20	394	69	53	95	51	112
12-Mar	214	440	0	0	91	37	37	0	92	437	212	176	420	148	387
13-Mar	388	621	0	0	140	192	110	0	115	426	217	212	735	234	463
14-Mar	468	532	0	0	84	111	142	0	63	594	223	137	527	211	343
15-Mar	447	1035	0	0	72	97	31	0	54	601	242	187	279	214	189
16-Mar	377	337	0	0	66	97	77	0	61	525	397	194	646	323	399
17-Mar	170	313	0	0	37	52	18	0	44	425	223	115	268	193	307
18-Mar	214	221	0	0	67	113	35	0	75	112	145	209	224	141	396
19-Mar	331	117	0	0	54	109	31	0	58	176	197	108	584	130	150
20-Mar	284	164	0	0	137	129	63	0	74	341	403	244	225	269	363
21-Mar	490	226	0	0	17	44	18	0	43	360	249	198	534	216	543
22-Mar	832	65	0	0	36	122	58	0	46	469	378	846	399	362	527
23-Mar	2	12	0	0	1	2	0	0	0	12	0	0	3	0	1
24-Mar	245	218	0	0	13	28	13	0	105	188	74	256	454	52	454
25-Mar	78	113	0	0	23	34	7	0	19	112	32	72	61	125	129
26-Mar	113	129	0	0	14	21	5	0	26	129	24	44	180	184	150
27-Mar	280	57	0	0	12	38	22	0	17	410	46	122	316	354	150
29-Mar	1037	118	0	0	37	94	47	0	30	322	73	108	194	435	209
30-Mar	60	188	0	0	41	85	50	0	33	317	122	211	626	108	298
31-Mar	553	45	0	0	18	54	15	0	34	191	105	122	413	221	154
<b>TOTAL</b>	<b>21504</b>	<b>15951</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>3201</b>	<b>5172</b>	<b>2323</b>	<b>0</b>	<b>3234</b>	<b>19958</b>	<b>6633</b>	<b>8068</b>	<b>19885</b>	<b>16894</b>	<b>14309</b>

## Lampiran 8

## Failure Mode and Effect Analysis

## Failure Modes Effects Analysis

Process or Product Name:	KIKIR Jenis <i>SLIM TAPER</i>
--------------------------	-------------------------------

Key Process Step or Input	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
<i>HARDENING</i>	<i>Crack</i>	Konsumen bisa terluka akibat patahan kikir dan terkena mata gergaji akibat kikir patah.	9	Dekarburisasi.	5	Pengecekan ketebalan dekarburisasi setelah <i>annealing</i> .	5	225	Menambah jumlah sampel pengecekan ketebalan dekarburisasi setelah <i>annealing</i> .
<i>HARDENING</i>	<i>Crack</i>	Konsumen bisa terluka akibat patahan kikir dan terkena mata gergaji akibat kikir patah.	9	<i>Under / Over Heating</i> saat proses <i>Hardening</i> .	8	Pengendalian <i>Thermocouple</i> atau kalibrasi (1 kali dalam 1 minggu).	3	216	Frekuensi pengecekan ditambah menjadi 2 kali dalam 1 minggu. Memutuskan mengganti setelah ada selisih termometer dari -10° menjadi -5°
<i>HARDENING</i>	<i>Crack</i>	Konsumen bisa terluka akibat patahan kikir dan terkena mata gergaji akibat kikir patah.	9	<i>Under / Over Heating</i> saat proses <i>Hardening</i> .	8	Pengecekan <i>soaking time</i> (1 kali dalam 1 <i>shift</i> ).	3	216	<i>Training Operator</i> .
<i>HARDENING</i>	<i>Soft</i>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	Dekarburisasi.	5	Pengecekan ketebalan dekarburisasi setelah <i>annealing</i> .	5	175	Menambah jumlah sampel pengecekan ketebalan dekarburisasi setelah <i>annealing</i> .
<i>HARDENING</i>	<i>Soft</i>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	<i>Under / Over Heating</i> saat proses <i>Hardening</i> .	8	Pengendalian <i>Thermocouple</i> atau kalibrasi (1 kali dalam 1 minggu).	3	168	Frekuensi pengecekan ditambah menjadi 2 kali dalam 1 minggu. Memutuskan mengganti setelah ada selisih termometer dari -10° menjadi -5°
<i>HARDENING</i>	<i>Soft</i>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	<i>Under / Over Heating</i> saat proses <i>Hardening</i> .	8	Pengecekan <i>soaking time</i> (1 kali dalam 1 <i>shift</i> ).	3	168	<i>Training Operator</i> .
<i>ACID TREATMENT &amp; SCOURING</i>	<i>Soft</i>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	<i>Scouring</i> kurang bersih.	4	Mengukur tekanan udara yang digunakan untuk menyemprot pasir silika.	6	168	Diperlukan <i>alarm</i> ketika tekanan kurang (ideal = 4,5 kg/cm <sup>2</sup> ).
<i>HARDENING</i>	<i>Crack</i>	Konsumen bisa terluka akibat patahan kikir dan terkena mata gergaji akibat kikir patah.	9	Dekarburisasi.	5	<i>Grinding</i> ketebalan material dengan mengendalikan strukturnya.	3	135	<i>Training Operator</i> .
<i>HARDENING</i>	<i>Soft</i>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	Dekarburisasi.	5	<i>Grinding</i> ketebalan material dengan mengendalikan strukturnya.	3	105	<i>Training Operator</i> .
<i>HARDENING</i>	<i>Crack</i>	Konsumen bisa terluka akibat patahan kikir dan terkena mata gergaji akibat kikir patah.	9	Dekarburisasi.	5	Pengendalian proses <i>annealing</i> sesuai dengan <i>cycle</i> yang ditetapkan.	2	90	<i>Training Operator</i> .
<i>HARDENING</i>	<i>Crack</i>	Konsumen bisa terluka akibat patahan kikir dan terkena mata gergaji akibat kikir patah.	9	Dekarburisasi.	5	Pengecekan karbon potensial (2 kali dalam 1 <i>shift</i> ).	2	90	<i>Training Operator</i> .



**Lampiran 8 (Lanjutan)**  
**Failure Mode and Effect Analysis**

<b>HARDENING</b>	<b>Crack</b>	Konsumen bisa terluka akibat patahan kikir dan terkena mata gergaji akibat kikir patah.	9	<i>Under / Over Heating</i> saat proses <i>Hardening</i> .	8	Pengecekan jumlah / standarisasi jumlah lobang.	1	<b>72</b>	Sebelum memasukkan dalam dapur dipastikan jumlah kikir telah sesuai.
<b>HARDENING</b>	<b>Soft</b>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	Dekarburisasi.	5	Pengendalian proses <i>annealing</i> sesuai dengan <i>cycle</i> yang ditetapkan.	2	<b>70</b>	<i>Training Operator</i> .
<b>HARDENING</b>	<b>Soft</b>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	Dekarburisasi.	5	Pengecekan karbon potensial (2 kali dalam 1 <i>shift</i> ).	2	<b>70</b>	<i>Training Operator</i> .
<b>TEMPERING OILING &amp; DRYING</b>	<b>Kesalahan Jumlah Pewarnaan Sesuai Dengan Pemesan.</b>	<i>Cosmetik</i>	2	Pemilahan jumlah kikir yang akan diproses pewarnaan tidak sesuai dengan jumlah permintaan dari pelanggan.	7	Belum ada pengendalian atau pencegahan untuk penyebab ini.	5	<b>70</b>	Pada saat prose <i>Hardening</i> dan <i>Acid Treatment &amp; Scouring</i> dilakukan per <i>batch</i> dan diberi label.
<b>HARDENING</b>	<b>Soft</b>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	<i>Under / Over Heating</i> saat proses <i>Hardening</i> .	8	Pengecekan jumlah / standarisasi jumlah lobang.	1	<b>56</b>	Sebelum memasukkan dalam dapur dipastikan jumlah kikir telah sesuai.
<b>ACID TREATMENT &amp; SCOURING</b>	<b>Soft</b>	Efisiensi kurang saat proses pengikiran.	7	<i>Scouring</i> kurang bersih.	4	<i>Setting Nozzle</i> sebelum awal proses .	2	<b>56</b>	<i>Training Operator</i> .
<b>PROSES PELURUSAN TANG</b>	<b>Tang Bend</b>	Pada saat kikir digunakan, kurang nyaman karena <i>handle</i> (Tangkai) bengkok.	2	Proses pelurusan <i>Tang</i> sebelum masuk proses <i>Hardening</i> tidak dilakukan dengan benar.	5	<i>Sortir</i> 100 % terhadap produk kikir.	5	<b>50</b>	<i>Training Operator</i> .
<b>ACID TREATMENT &amp; SCOURING</b>	<b>Dirty</b>	Tampilan gigi kikir terlihat kurang bagus (estetika)	2	Proses <i>scouring</i> kurang baik.	5	Pengecekan jumlah kikir untuk proses <i>scouring</i> .	3	<b>30</b>	<i>Scouring</i> dilakukan per <i>piece</i> .
<b>HARDENING</b>	<b>Body Bend</b>	Presisi dalam proses pengikiran kurang.	1	Keadaan <i>body</i> kikir sebelum masuk proses <i>Hardening</i> belum lurus.	5	<i>Sortir</i> 100% terhadap produk.	5	<b>25</b>	<i>Training Operator</i> .
<b>TEMPERING OILING &amp; DRYING</b>	<b>Kesalahan jumlah pewarnaan sesuai dengan pemesan.</b>	<i>Cosmetik</i>	2	Terlalu banyak jumlah kikir dalam satu bendel yang akan diproses pewarnaan ( <i>tempering</i> ).	3	Belum ada pengendalian atau pencegahan untuk penyebab ini.	4	<b>24</b>	<i>Training Operator</i> .
<b>ACID TREATMENT &amp; SCOURING</b>	<b>Dirty</b>	Tampilan gigi kikir terlihat kurang bagus (estetika)	2	<i>Emulsion Oil</i> tidak ter-segregasi dengan baik.	2	Pengecekan pompa.	2	<b>8</b>	<i>Training Operator</i> . Saat pompa mati proses <i>scouring</i> berhenti sampai pompa diganti.
<b>ACID TREATMENT &amp; SCOURING</b>	<b>Dirty</b>	Tampilan gigi kikir terlihat kurang bagus (estetika)	2	<i>Drying Temperature</i> terlalu tinggi.	2	Kalibrasi <i>Thermocouple</i> dilakukan 3 bulan sekali.	2	<b>8</b>	Kalibrasi dilakukan 1 bulan sekali.





## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Tingkat konsistensi dari kedua inspektor, berdasarkan hasil *repeatability* menunjukkan bahwa inspektor 1 mempunyai tingkat konsistensi lebih baik dibandingkan Inspektor 2. Sedangkan untuk *reproducibility*, konsistensi penilaian saat inspeksi visual dari kedua inspektor dikategorikan sedang.
2. Batas-batas kendali pada fase I tidak dapat digunakan pada fase II karena terjadi pergeseran proses, dimana pada fase II proporsi produk cacat mengalami penurunan. Indeks kapabilitas proses dari fase I dan fase II menunjukkan bahwa proses produksi masih belum kapabel. Proses produksi kikir *slim taper* masih berada pada tingkat rata-rata industri di Indonesia yang berada antara level 2 – 3 sigma. Jenis cacat paling dominan adalah *crack*, *level out*, *dirty*, *bend* dan *tempering*. Berdasarkan nilai *RPN* tertinggi, diperoleh rekomendasi untuk prioritas tindakan perbaikan dari mode kegagalan *crack* dan *soft* dengan penyebab potensial dekarburisasi dan *underheat* yaitu menambah jumlah sampel saat pengecekan dekarburisasi dan menambah frekuensi pengecekan *thermocouple*.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk perbaikan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan Diagram Ishikawa dari kelima jenis cacat yang dominan, faktor penyebab utama yang sering terjadi adalah kesalahan dari faktor manusia atau operator. Sehingga perlu melakukan *training* operator secara berkala agar tidak terjadi kesalahan-kesalahan sama yang

mengakibatkan cacat pada produk dan dapat mengurangi jumlah produk cacat.

2. Level sigma dan *FMEA* dari proses produksi kikir *slim taper* bulan Januari – Maret 2016 dapat digunakan sebagai informasi untuk melakukan analisis *Six Sigma* di PT Jaykay Files Indonesia, Sidoarjo sehingga dapat mengetahui apakah rekomendasi tindakan perbaikan (*improvement*) yang dilakukan efektif dalam meningkatkan kualitas dan level sigma proses produksi kikir *slim taper*.

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data untuk <i>Attribute Agreement Analysis</i> ..... 55
Lampiran 2	<i>MSA Attribute Agreement Analysis</i> ..... 56
Lampiran 3	Data Jumlah Cacat pada Produk Kikir <i>Slim Taper</i> Fase I dan Fase II..... 58
Lampiran 4	Peta Kendali <i>Demerit</i> Januari 2016 (Fase I)..... 60
Lampiran 5	Peta Kendali <i>Demerit</i> Februari – Maret 2016 (Fase II) ..... 62
Lampiran 6	Data Jumlah Ketidaksesuaian Fase I dan Fase II ..... 65
Lampiran 7	Data <i>Rejection Proving Departement</i> ..... 67
Lampiran 8	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> ..... 69

*halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Gresik, 11 Desember 1992. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di TK Islam Bhakti 4, SD NU 1 Trate Gresik, SMP Negeri 3 Gresik dan SMA Negeri 1 Kebomas Gresik. Pada tahun 2011, penulis diterima di DIII Jurusan Statistika ITS melalui jalur seleksi regular diploma tiga dengan NRP 1311 030 043. Selama masa perkuliahan, selain sebagai Mahasiswa, penulis tergabung dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Statistika (HIMASTA-ITS) sebagai staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa (KESMA) periode 2012-2013 dan sebagai Kabiro Kemahasiswaan KESMA HIMASTA-ITS pada periode 2013-2014. Penulis juga tergabung dalam Tim Futsal Statistika ITS pada periode 2012-2013 dan 2013-2014. Bersama tim Futsal Statistika ITS, pernah menjuarai Pekan Olah Raga 2013 yang diadakan oleh Universitas Islam Indonesia. Penulis melanjutkan kuliah Lintas Jalur Statistika ITS tahun 2014 (1314105001). Apabila pembaca memiliki saran, kritik atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini dengan penulis dapat dihubungi melalui email: [ainurrizal14@gmail.com](mailto:ainurrizal14@gmail.com)