



TUGAS AKHIR - SS141501

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *POWER TOOLS*
TIPE *ANGLE GRINDER JKAG100ECO* DI PT. JAYKAY
FILES DENGAN PETA KENDALI MULTIVARIAT**

**SUHARTONO
NRP 1312 100 086**

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

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



FINAL PROJECT - SS 141501

**QUALITY CONTROL OF THE POWER TOOLS PRODUCT
TYPE ANGLE GRINDER JKAG100ECO IN PT. JAYKAY
FILES USING MULTIVARIATE CONTROL CHART**

**SUHARTONO
NRP 1312 100 086**

**Supervisor
Dra. Lucia Aridinanti, MT**

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

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *POWER TOOLS*
TIPE *ANGLE GRINDER JKAG100ECO* DI PT JAYKAY
FILES DENGAN PETA KENDALI MULTIVARIAT**

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

Oleh :

SUHARTONO

NRP 1312 100 086

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

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK *POWER TOOLS*
TIPE *ANGLE GRINDER JKAG100ECO* DI PT JAYKAY
FILES DENGAN PETA KENDALI MULTIVARIAT**

Nama : Suhartono
NRP : 1312 100 086
Jurusan : Statistika
Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, MT

Abstrak

PT Jaykay Files Indonesia merupakan cabang perusahaan Raymond Ltd yang berdiri pada tahun 1974 di Gedangan, Sidoarjo. Perusahaan ini telah berkontribusi besar untuk pertumbuhan industri selama 63 tahun karena sebagai penyedia peralatan teknik dalam industri. Salah satu produknya adalah *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* yang selanjutnya akan dijadikan objek penelitian. PT Jaykay Files mencoba mengendalikan kualitas produk *Power tools* menggunakan peta kendali $\bar{\chi} - R$. Karena karakteristik kualitas produk yang diukur lebih dari satu variabel yaitu variabel *current, noise, vibration, rotary, temperature* dan saling berkorelasi antar variabel, maka digunakan metode pengendalian kualitas secara multivariat sebagai metode pembandingan yaitu peta kendali T^2 *Hotelling* dan *Generalized Variance*. Diperoleh batas kendali atas peta kendali T^2 *Hotelling* untuk produk bulan Juni sebesar 24,78 dan batas kendali bawah 0. Analisis pergeseran proses menggunakan statistik uji T^2 menunjukkan bahwa terjadi pergeseran proses pada produk bulan Juni dengan bulan Oktober, sehingga pengendalian produk bulan Oktober harus membuat peta kendali multivariat yang baru. Diperoleh batas kendali atas peta kendali T^2 *Hotelling* untuk produk bulan Oktober sebesar 25,3 dan batas kendali bawah 0. Hasil perbandingan peta kendali multivariat dan $\bar{\chi} - R$ berdasarkan banyaknya titik pengamatan yang *out of control* dan analisis menggunakan ARL menunjukkan bahwa peta kendali multivariat T^2 *Hotelling* dan *Generalized Variance* lebih sensitif daripada peta kendali univariat $\bar{\chi} - R$.

Kata Kunci : ARL, *Generalized Variance*, T^2 *Hotelling*

(Halaman sengaja dikosongkan)

QUALITY CONTROL OF THE POWER TOOLS PRODUCT TYPE ANGLE GRINDER JKAG100ECO IN PT JAYKAY FILES USING MULTIVARIATE CONTROL CHART

Name : Suhartono
NRP : 1312 100 086
Department : Statistics
Supervisor : Dra. Lucia Aridinanti, MT

Abstract

PT Jaykay Files Indonesia is a branch company Raymond Ltd was established in 1974 in Gedangan, Sidoarjo. The company has contributed greatly to the growth of the industry for 63 years as a provider of engineering equipment in the industry. One product is the Power tools type Angle Grinder JKAG100ECO which would then be made the object of research. PT Jaykay Files are trying to control the quality of products Power tools using $\bar{\chi} - R$ control chart. Due to the characteristics of the product quality is measured more than one variable is the variable current, noise, vibration, rotary, temperature and correlated between variables, we used multivariate quality control methods as comparison method that T^2 Hotelling and Generalized Variance control chart. Gained the upper control limit T^2 Hotelling control charts products in June at 24.78 and the lower control limit of 0. Shift analysis using a statistical process T^2 test showed that there was a shift in the product process in June to October, so the control of the product in October had to make the new multivariate control chart. Gained the upper control limit T^2 Hotelling control chart for the product in October of 25.3 and lower control limit of 0. The comparison of multivariate control charts and $\bar{\chi} - R$ is based on the number of observation points that are out of control and analysis using ARL shows that multivariate control charts T^2 Hotelling and Generalized Variance is more sensitive than the univariate control charts $\bar{\chi} - R$.

Keywords: ARL, Generalized Variance, T^2 Hotelling.

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Uji Korelasi Antar Variabel	5
2.2 Uji Distribusi Normal Multivariat.....	5
2.3 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i>	6
2.4 Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i>	7
2.5 Analisis Kapabilitas Proses	8
2.6 Uji Homogenitas Matriks Kovarians	9
2.7 Perbandingan Vektor Rata-Rata Dua Populasi	9
2.8 <i>Average Run Length</i>	10
2.9 Proses Inspeksi Produk	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Sumber Data	13
3.2 Variabel Penelitian	13
3.3 Langkah Analisis Data	14
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Eksplorasi Data	17
4.2 Uji Korelasi	21
4.3 Uji Distribusi Normal Multivariat	22

4.4	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Periode Juni ..	24
4.5	Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Periode Juni	26
4.6	Analisis Pergeseran Proses	27
4.7	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Periode Oktober.....	28
4.8	Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> Periode Oktober.....	29
4.9	Peta Kendali $\bar{\chi} - R$ Periode Juni	30
4.10	Analisis Kapabilitas Proses	41
4.11	Perbandingan Peta Kendali Multivariat Dengan $\bar{\chi} - R$	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		51
BIODATA PENULIS		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Karakteristik Kualitas Variabel Bulan Juni 2015	17
Tabel 4.2 Karakteristik Kualitas Variabel Bulan Oktober 2015	17
Tabel 4.3 Hasil Uji Korelasi Produk <i>Power Tools</i> Tipe <i>Angle Grinder</i> JKAG100ECO Bulan Juni dan Oktober.....	21
Tabel 4.4 Hasil Uji Distribusi Normal Mutivariat Data Bulan Juni dan Oktober	23
Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Distribusi Normal Mutivariat Data Bulan Juni dan Oktober	23
Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas Matriks Kovarians Pada Data Bulan Juni dan Oktober	27
Tabel 4.7 Hasil Uji T^2 Pada Data Bulan Juni dan Oktober.....	27
Tabel 4.8 Indeks Kapabilitas Untuk Semua Variabel Pada Data Bulan Juni 2015	42
Tabel 4.9 Perbandingan Peta Kendali Multivariat dan $\bar{\chi} - R$ Pada Data Bulan Juni 2015	43
Tabel 4.10 ARL Untuk Peta Kendali T^2 <i>Hotelling</i> dan $\bar{\chi}$	44

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Alir Inspeksi Produk.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis.....	16
Gambar 4.1 <i>Box Plot</i> Variabel <i>Current</i> Bulan Juni dan Oktober 2015.....	18
Gambar 4.2 <i>Box Plot</i> Variabel <i>Noise</i> Bulan Juni dan Oktober 2015.....	18
Gambar 4.3 <i>Box Plot</i> Variabel <i>Vibration</i> Bulan Juni dan Oktober 2015.....	19
Gambar 4.4 <i>Box Plot</i> Variabel <i>Rotation</i> Bulan Juni dan Oktober 2015.....	20
Gambar 4.5 <i>Box Plot</i> Variabel <i>Temperature</i> Bulan Juni dan Oktober 2015.....	20
Gambar 4.6 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Data Bulan Juni 2015	24
Gambar 4.7 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Pertama	25
Gambar 4.8 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Kedua.....	25
Gambar 4.9 Peta Kendali T^2 Hotelling Data Bulan Juni 2015 ...	26
Gambar 4.10 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Data Bulan Oktober 2015.....	28
Gambar 4.11 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Data Bulan Oktober 2015 Perbaikan Pertama	29
Gambar 4.12 Peta Kendali T^2 Hotelling Data Bulan Oktober 2015	30
Gambar 4.13 Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel <i>Current</i> Data Bulan Juni 2015	31
Gambar 4.14 Peta Kendali $\bar{\chi}$ Berdasarkan Variabel <i>Current</i> Data Bulan Juni 2015	32
Gambar 4.15 Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel <i>Noise</i> Data Bulan Juni 2015	33
Gambar 4.16 Peta Kendali $\bar{\chi}$ Berdasarkan Variabel <i>Noise</i>	

	Data Bulan Juni 2015	34
Gambar 4.17	Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel <i>Vibration</i> Data Bulan Juni 2015	35
Gambar 4.18	Peta Kendali $\bar{\chi}$ Berdasarkan Variabel <i>Vibration</i> Data Bulan Juni 2015	35
Gambar 4.19	Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel <i>Rotation</i> Data Bulan Juni 2015	36
Gambar 4.20	Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel <i>Rotation</i> Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Pertama	37
Gambar 4.21	Peta Kendali $\bar{\chi}$ Berdasarkan Variabel <i>Rotation</i> Data Bulan Juni 2015	38
Gambar 4.22	Peta Kendali \bar{R} Pada Variabel <i>Temperature</i> Data Bulan Juni 2015	39
Gambar 4.23	Peta Kendali \bar{R} Pada Variabel <i>Temperature</i> Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Pertama	39
Gambar 4.24	Peta Kendali $\bar{\chi}$ Pada Variabel <i>Temperature</i> Data Bulan Juni 2015	40
Gambar 4.25	Peta Kendali $\bar{\chi}$ Pada Variabel <i>Temperature</i> Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Kedua.....	41
Gambar 4.26	Plot ARL Untuk Peta Kendali T^2 Hotelling dan $\bar{\chi}$	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Bulan Juni 2015.....	51
Lampiran 2. Data Bulan Oktober 2015	54
Lampiran 3. Struktur Data Untuk Peta Kendali $\bar{\chi} - R$ Periode Juni	57
Lampiran 4. Uji Korelasi Antar Variabel	60
Lampiran 5. Uji Distribusi Normal Multivariat	61
Lampiran 6. Tabel r Q-Q Plot Koefisien Korelasi untuk Uji Normalitas Data	62
Lampiran 7. Uji Homogenitas Matriks Kovarians	63
Lampiran 8. Analisis Kapabilitas Proses.....	64
Lampiran 9. Program Perhitungan ARL	67

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Raymond merupakan industri terkemuka di India. Didirikan pada tahun 1925, sejak itu perusahaan ini memiliki kehadiran penting dalam bisnis yang beragam antara lain bisnis pakaian, Denim, FMCG, peralatan teknik, alat kontrasepsi di pasar nasional dan internasional. Raymond Ltd berkelana ke bisnis peralatan teknik pada tahun 1949. Selama 6 dekade terakhir, Raymond semakin memperluas basisnya di seluruh dunia. Total omset bisnisnya di tahun 2014-2015 sebesar INR 644 crores. JK Files (India) Ltd adalah bisnis Raymond di bidang peralatan teknik yang ada di India. JK Files (India) Ltd merupakan produsen Files terbesar di dunia dengan pendapatan Rs 423 crores dan memiliki 70% pangsa pasar di India dengan jaringan distribusi lebih dari 700 dealer. Kehadirannya sangat dominan di Eropa, Amerika Latin, Asia Tenggara, dan Afrika dengan lebih dari 35% pangsa pasar global. Salah satu cabang perusahaannya berada di Indonesia yaitu PT Jaykay Files Indonesia yang berdiri pada tahun 1974 di Gedangan, Sidoarjo. Perusahaan ini telah berkontribusi besar untuk pertumbuhan industri selama 63 tahun karena sebagai penyedia peralatan teknik dalam industri. Portofolio produknya antara lain *Files*, *HSS Drills*, *Hand Tools*, dan *Power tools* dengan berbagai macam tipe untuk masing – masing produk. Jaringan distribusi dalam negeri total sebanyak 37 dealer tersebar di seluruh Indonesia dengan pangsa pasar mencapai 55-60%.

Produk *power tools* terbilang masih merupakan produk baru yang dikembangkan oleh PT Jaykay Files di Indonesia terutama di pulau Jawa pada tahun 2014. PT Jaykay Files Indonesia tidak melakukan produksi sendiri untuk produk *Power tools*, melainkan impor dari China, Wuyi Huali Electrical Appliance Manufacturing Co., Ltd. Produk ini memiliki 8 dealer dan 5 *service centre* tersebar di pulau Jawa. Dari berbagai macam tipe produk *Power tools* ada salah satu tipe yang mendapatkan banyak permintaan dari konsumen yaitu *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO*. Meskipun produk *Power tools* tidak diproduksi secara pribadi

namun perusahaan tetap menjaga kualitas produk ini agar produk yang sampai ke konsumen tetap terjaga kualitasnya. Maka perlu pengendalian kualitas produk.

Pengendalian dan peningkatan kualitas produk menjadi strategi bisnis yang penting di banyak organisasi seperti pabrik, distributor, perusahaan transportasi. Sebuah bisnis bisa menyenangkan konsumen dari peningkatan dan pengendalian kualitas sehingga bisa menguasai pesaing (Montgomery, 2009). PT Jaykay Files melakukan pengendalian kualitas produk *Power tools* dengan menetapkan batas kendali yang sesuai standar dalam negeri. Karena memang standar internasional belum tentu sama dengan standar dalam negeri. Pengendalian kualitas yang dilakukan oleh PT Jaykay Files selama ini menggunakan peta kendali $\bar{\chi} - R$ untuk mengevaluasi produk *Power Tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO*. Sedangkan karakteristik kualitas yang diukur pada produk tersebut lebih dari satu variabel antara lain *current, noise, vibration, rotary, dan temperature*. Meski telah dilakukan pengendalian kualitas menggunakan peta kendali $\bar{\chi} - R$, masih ada beberapa produk yang keluar batas kendali. Terkadang ada juga keluhan dari beberapa konsumen terhadap produk tersebut.

Proses monitoring masalah ketika beberapa variabel saling berhubungan biasa disebut pengendalian kualitas multivariat (Montgomery, 2009). Berdasarkan kondisi yang dihadapi oleh PT Jaykay Files, maka dalam tugas akhir ini akan melakukan penelitian terhadap pengendalian kualitas produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* secara multivariat menggunakan peta kendali T^2 Hotelling dan *Generalized Variance*. Penelitian yang berkaitan dengan peta kendali multivariat pernah dilakukan oleh Hermawan (2014), membahas tentang pengendalian kualitas produksi pakan ayam pedaging fase starter menggunakan peta kendali T^2 Hotelling dan *Generalized Variance* data individual. Penelitian lain dilakukan oleh Mufidah (2014), membahas tentang pengendalian kualitas pupuk phonska di PT. Petrokimia Gresik Tbk dengan peta kendali T^2 Hotelling dan *Generalized Variance* data individual, penelitian juga pernah dilakukan oleh Maharani (2015) tentang Pengendalian Kualitas

Pipa *Stainless Steel Ornament* dengan peta kendali multivariat data individual, dan penelitian yang dilakukan oleh Asti (2009), membahas tentang Pengontrolan Kualitas Proses Produksi Air di Sebuah Instalasi Pengolahan Air Surabaya menggunakan peta kendali T^2 Hotelling.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada PT Jaykay Files Indonesia tentang perbandingan peta kendali yang terbaik antara peta kendali $\bar{\chi} - R$ dengan peta kendali multivariat yaitu peta kendali T^2 Hotelling dan *Generalized Variance* untuk mengontrol kualitas produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO*. Perbandingan peta kendali dilihat dari banyaknya titik pengamatan yang keluar batas. Secara empiris dapat menggunakan metode ARL (*Average Run Length*) yang berfungsi untuk mendeteksi adanya *out of control* yang pertama pada peta kendali. Penelitian yang berkaitan dengan ARL pernah dilakukan oleh Asri (2015). Informasi dalam penelitian ini bisa dijadikan referensi oleh PT Jaykay Files dalam menentukan batas kendali yang sesuai untuk produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO*.

1.2 Rumusan Permasalahan

PT Jaykay Files Indonesia merupakan distributor produk *power tools* dari China. Dalam melakukan pemeriksaan kualitas, PT Jay Kay Files menggunakan peta kendali Univariat yaitu $\bar{\chi}$. Ada lima variabel yang digunakan sebagai variabel kualitas yaitu *current*, *noise*, *vibration*, *rotary*, dan *temperature*. Ketika pemeriksaan kualitas terdapat produk di luar batas kendali maka dilakukan *service* dan mencari penyebabnya. Hasilnya sebagian besar produk *power tools* terkendali namun masih ada beberapa keluhan dari pelanggan, oleh karena itu perlu melakukan analisis kapabilitas proses untuk mengetahui produk *power tools* itu sudah kapabel atau belum. Dalam hal ini karena antar variabel kualitas saling berhubungan maka dilakukan pula pengendalian kualitas secara multivariat menggunakan peta kendali *Generalized Variance* dan T^2 Hotelling. Dari kondisi tersebut, maka dapat dirumuskan masalahnya sebagai berikut.

1. Bagaimana pengendalian kualitas produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* di PT Jaykay Files dengan menggunakan peta kendali *Generalized Variance* dan peta kendali T^2 *Hotelling* dibandingkan dengan peta kendali $\bar{\chi} - R$?
2. Bagaimana kapabilitas proses secara univariat dan multivariat pada pengendalian kualitas produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* di PT Jaykay Files?
3. Bagaimana pergeseran proses pada produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* di PT Jaykay Files?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan batas kendali untuk produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* di PT Jaykay Files dengan menggunakan peta kendali *Generalized Variance* dan peta kendali T^2 *Hotelling* dan perbandingannya dengan peta kendali $\bar{\chi} - R$.
2. Mengetahui kapabilitas proses secara univariat maupun multivariat pada pengendalian kualitas produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* di PT Jaykay Files.
3. Mengetahui pergeseran proses pada produk *Power tools* tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* di PT Jaykay Files.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat digunakan sebagai referensi pihak PT Jaykay Files dalam menentukan batas kendali kualitas produk yang bersifat multivariat.
2. Dapat digunakan sebagai referensi dalam menganalisis pergeseran proses produk di PT Jaykay Files.

1.5 Batasan Masalah

Data yang dianalisis menunjukkan bahwa antar variabel saling berkorelasi secara teknis menurut pemaparan pihak QC di bagian produk *Power tools*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uji Korelasi Antar Variabel

Jika variabel x_1, x_2, \dots, x_p bersifat saling bebas, maka matriks korelasi antar variabel sama dengan matriks identitas. Sehingga untuk menguji kebebasan antar variabel tersebut digunakan uji *Bartlett* (Morrison, 1990). Uji *Bartlett* dapat dinyatakan dalam hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \boldsymbol{\rho} = \mathbf{I}$, antar variabel kualitas bersifat *independent*

$H_1 : \boldsymbol{\rho} \neq \mathbf{I}$, antar variabel kualitas bersifat *dependent*

Statistik uji korelasi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\chi_{hitung}^2 = - \left\{ n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right\} \ln |\mathbf{R}| \quad (2.1)$$

Keterangan :

n = jumlah observasi

p = banyaknya variabel karakteristik kualitas

\mathbf{R} = matriks korelasi dari masing – masing variabel

Jika nilai alpha (α) ditetapkan sebesar 0,05 maka H_0 ditolak ketika nilai $\chi^2 > \chi_{(\alpha; 1/2p(p-1))}^2$ atau *p-value* < 0,05. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel memiliki korelasi yang cukup kuat.

2.2 Uji Distribusi Normal Multivariat

Untuk memeriksa apakah suatu data mengikuti distribusi normal multivariat atau tidak, maka dilakukan pengujian distribusi normal multivariat. Salah satu cara yang digunakan yaitu menghitung jarak kuadrat untuk setiap pengamatan (Johnson & Wichern, 2007). Uji distribusi normal multivariat dapat dinyatakan dalam hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Data berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik uji distribusi normal multivariat dengan p variabel dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$r_Q = \frac{\sum_{j=1}^n (d_j^2 - \overline{d_j^2})(q_{(j)} - \overline{q})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (d_j^2 - \overline{d_j^2})^2} \sqrt{\sum_{j=1}^n (q_{(j)} - \overline{q})^2}}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Daerah Kritis: Tolak H_0 pada taraf α jika r_Q hitung \leq nilai r tabel yang diperoleh dari Q-Q plot koefisien korelasi. Sedangkan untuk pemeriksaan data berdistribusi normal multivariat dirumuskan sebagai berikut.

$$d_j^2 = (\mathbf{x}_j - \overline{\mathbf{x}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_j - \overline{\mathbf{x}}) \quad (2.3)$$

Keterangan:

\mathbf{x}_j : obyek pengamatan ke- j

d_j^2 : nilai kuadrat ke- j

\mathbf{S}^{-1} : invers matriks varian kovarian

q : nilai kuantil normal standart dengan tingkat probabilitas $(j-0,5)/n$

Hasil pemeriksaan data dikatakan normal multivariat apabila terdapat disekitar 50% nilai jarak $d_j^2 \leq \chi^2_{(p,0.5)}$.

2.3 Peta Kendali *Generalized Variance*

Peta kendali *Generalized Variance* didasarkan pada variansi sampel yang tergeneralisasi (*the sample generalized variance*) yang merupakan determinan dari matriks kovarians sampel. Digunakan untuk mengukur dispersi secara multivariat. Nilai determinan tersebut dapat dituliskan dengan $|S|$. Dimana meannya adalah $E(|S|)$ dan variansnya adalah $V(|S|)$ (Montgomery, 2009). Peta kendali *Generalized Variance* dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$W_i = -pn + pn \ln(n) - n \ln\left(\frac{|A_i|}{|\Sigma|}\right) + tr(\Sigma^{-1} A_i) \quad (2.4)$$

Estimasi atau taksiran dari *mean* dan varian dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$E(|S|) = b_1 |\Sigma| \quad (2.5)$$

$$V(|S|) = b_2 |\Sigma|^2 \quad (2.6)$$

dimana:

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i) \quad (2.7)$$

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[\prod_{j=1}^p (n-j+2) - \prod_{j=1}^p (n-j) \right] \quad (2.8)$$

dengan batas kontrol untuk peta kendali $|S|$ adalah sebagai berikut.

$$UCL = |\Sigma| (b_1 + 3b_2^{1/2}) = (|S|/b_1) (b_1 + 3b_2^{1/2}) \quad (2.9)$$

$$Center Line = b_1 |\Sigma| = |S| \quad (2.10)$$

$$LCL = |\Sigma| (b_1 - 3b_2^{1/2}) = (|S|/b_1) (b_1 - 3b_2^{1/2}) \quad (2.11)$$

apabila ternyata diperoleh nilai LCL lebih kecil dari 0 maka dianggap $LCL \approx 0$.

2.4 Peta Kendali T^2 Hotelling

Peta kendali T^2 Hotelling merupakan suatu pengendalian kualitas proses atau produksi secara multivariat. Metode ini digunakan untuk mengendalikan rata – rata proses dengan 2 atau lebih karakteristik kualitas yang diduga saling berhubungan (Montgomery, 2009). Peta kendali T^2 Hotelling untuk data individu dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$T^2 = (x - \bar{x})' S^{-1} (x - \bar{x}) \quad (2.12)$$

dengan batas kontrol peta kendali T^2 Hotelling sebagai berikut.

$$UCL = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp} F_{\alpha, p, m-p} \quad (2.13)$$

$$Center Line = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp} F_{0,5} (p, m-p) \quad (2.14)$$

$$LCL = 0 \quad (2.15)$$

Keterangan :

p : banyak variabel karakteristik kualitas

m : banyak sampel.

2.5 Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses serupa juga dengan keseragaman proses. Teknik statistika yang sangat membantu disepanjang proses produksi, termasuk aktivitas pengembangan sebelum produksi. Kapabilitas suatu produk dapat diukur melalui nilai C_p dan C_{pk} (Montgomery, 2009).

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad (2.16)$$

Dimana BSA merupakan batas spesifikasi atas suatu produk dan BSB adalah batas spesifikasi bawah suatu produk. Sedangkan C_{pk} dirumuskan sebagai berikut.

$$C_{pk} = \min \{CPU, CPL\} \quad (2.17)$$

Dimana,

$$CPU = \frac{BSA - \bar{\chi}}{3\sigma} \quad (2.18)$$

Dan

$$CPL = \frac{\bar{\chi} - BSB}{3\sigma} \quad (2.19)$$

Produk dikatakan sudah kapabel jika nilai C_p dan $C_{pk} \geq 1$.

Sedangkan indeks kapabilitas proses untuk kasus multivariat harus memenuhi asumsi multivariat dan peta kendali multivariat sudah dalam keadaan terkendali, dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$MC_p = \sum_{j=1}^p W_j C_p(X_j) \quad (2.20)$$

$$MC_{pk} = \sum_{j=1}^p W_j C_{pk}(X_j) \quad (2.21)$$

Dengan

$$C_p(X_j) = \frac{BSA - BSB}{6\sigma}, C_{pk}(X_j) = \min \{CPU, CPL\}$$

$$\sum_{j=1}^p W_j = 1$$

Dimana p adalah banyak variabel karakteristik kualitas. Proses dikatakan kapabel jika secara multivariat nilai $C_p \geq 1$.

2.6 Uji Homogenitas Matriks Kovarians

Salah satu asumsi yang dibuat ketika membandingkan dua atau lebih vektor *mean* multivariat adalah bahwa matriks kovarians populasi yang berpotensi berbeda adalah sama. Salah satu tes umum yang digunakan untuk menguji matriks kovarians yang sama adalah *Box's M-test* (Johnson & Wichern, 2007). *Box's M-test* dapat dinyatakan dalam hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g = \Sigma$, dimana Σ_l adalah matriks kovarians, $l = 1, 2, \dots, g$

H_1 : minimal ada satu $\Sigma_i \neq \Sigma_j$ untuk $i \neq j$.

Statistik uji:

$$C = (1 - u) \left\{ \left[\sum_l (n_l - 1) \right] \ln |\mathbf{S}_{pooled}| - \sum_l [(n_l - 1) \ln |\mathbf{S}_l|] \right\}$$

Dimana (2.22)

$$u = \left[\sum_l \frac{1}{(n_l - 1)} - \frac{1}{\sum_l (n_l - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right]$$
(2.23)

$$\mathbf{S}_{pooled} = \frac{1}{\sum_l (n_l - 1)} \left\{ (n_1 - 1)\mathbf{S}_1 + (n_2 - 1)\mathbf{S}_2 + \dots + (n_g - 1)\mathbf{S}_g \right\}$$
(2.24)

Keterangan :

g : banyak populasi

p : banyak variabel karakteristik kualitas

Tolak H_0 jika $C > \chi^2_{p(p+1)(g-1)/2; (\alpha)}$ atau jika $p\text{-value} < \alpha$.

2.7 Perbandingan Vektor Rata – Rata Dua Populasi

Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) merupakan teknik analisis yang digunakan untuk menguji tentang perbedaan beberapa vektor rata-rata populasi (Johnson & Wichern, 2007). Syarat menggunakan Uji MANOVA adalah matriks varian kovarians bersifat homogen. Ketika matriks varian kovarians tidak homogen maka uji vektor rata-rata bisa menggunakan statistik uji T^2 . Uji MANOVA dinyatakan dalam hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_g = 0$

H_1 : Minimal ada satu $\tau_l \neq 0$, dimana $l = 1, 2, \dots, g$

Statistik uji MANOVA dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\Lambda^* = \frac{|W|}{|B+W|} = \frac{\left| \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)(X_{ij} - \bar{X}_i) \right|}{\left| \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X})(X_{ij} - \bar{X}) \right|} \quad (2.25)$$

Tolak H_0 jika nilai $\Lambda^* > F_{p \sum_{i=1}^g n_i - p - 1}(\alpha)$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

Sedangkan statistik uji T^2 dinyatakan dalam hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Statistik uji T^2 dirumuskan sebagai berikut.

$$T^2 = [\bar{X}_1 - \bar{X}_2]' \left[\frac{1}{n_1} S_1 + \frac{1}{n_2} S_2 \right]^{-1} [\bar{X}_1 - \bar{X}_2] \quad (2.26)$$

Tolak H_0 jika nilai $T^2 > \chi^2_{p(\alpha)}$, dimana p merupakan banyak variabel karakteristik kualitas. Ketika keputusan Tolak H_0 , maka dapat disimpulkan bahwa vektor rata-rata dua populasi berbeda (Johnson & Wichern, 2007).

2.8 Average Run Length

ARL (*Average Run Length*) adalah rata-rata jumlah titik pengukuran yang harus diplot sebelum suatu titik menunjukkan terjadinya kondisi tidak terkendali (Montgomery, 2009). ARL dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$ARL = \frac{1}{p} \quad (2.27)$$

Dimana p adalah probabilitas bahwa setiap titik melebihi batas kendali. Persamaan ini dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja peta kendali.

Misalkan α merupakan probabilitas suatu titik jatuh di luar batas ketika proses terkendali, maka ARL ketika proses dalam kondisi terkendali disebut ARL_0 . Dirumuskan sebagai berikut.

$$ARL_0 = \frac{1}{\alpha} \quad (2.28)$$

Sedangkan untuk ARL ketika proses dalam kondisi di luar kendali disebut ARL_1 . Dirumuskan sebagai berikut.

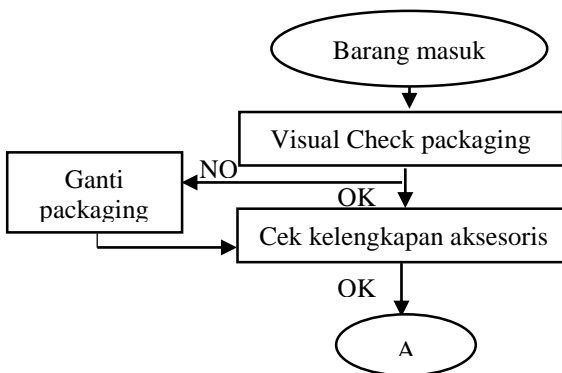
$$ARL_1 = \frac{1}{1-\beta} \quad (2.29)$$

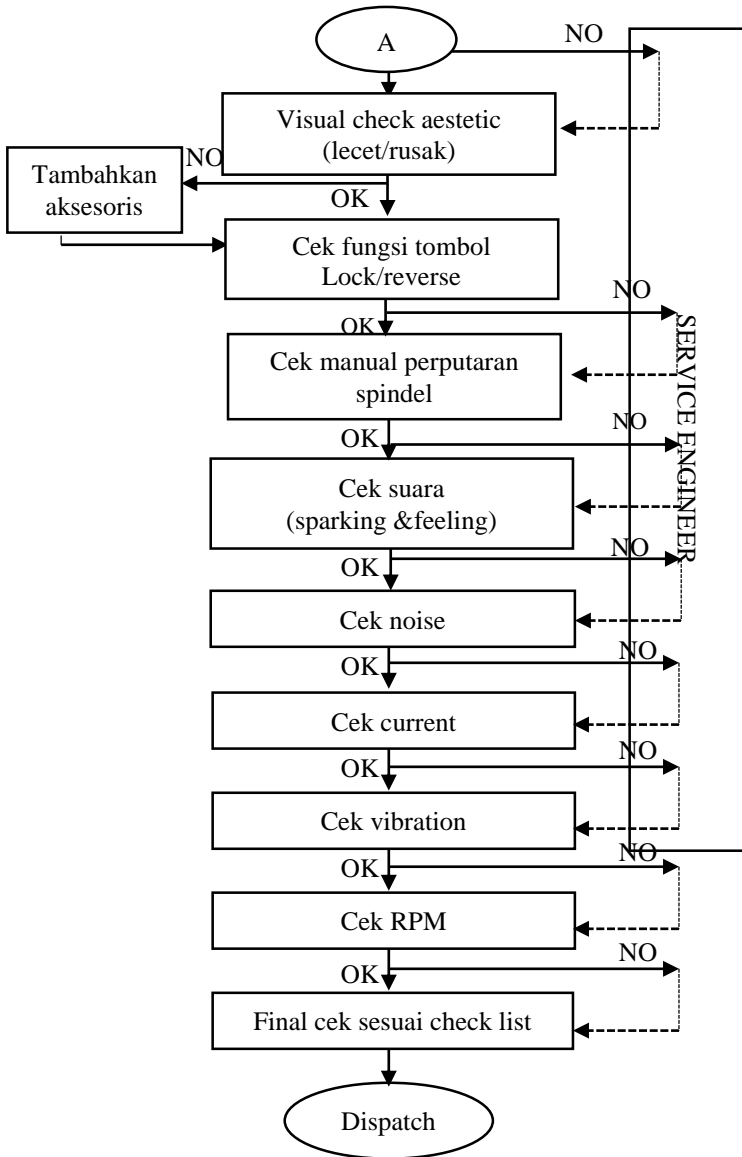
Nilai β adalah probabilitas bahwa sampel yang diberikan tidak memberikan sinyal *out of control* ketika rata-rata proses memang bergeser dari μ_0 ke nilai baru dari rata-rata μ_1 . Sehingga β dirumuskan sebagai berikut.

$$\beta = P(LCL < \bar{x} < UCL | \mu = \mu_1) \quad (2.30)$$

2.9 Proses Inspeksi Produk

Produk *Power Tools Tipe Angle Grinder JKAG100ECO* terdiri atas beberapa komponen yang harus diinspeksi agar kualitas produk tetap terjaga dengan baik saat sampai ke konsumen. Komponen yang harus diinspeksi antara lain: *visual check packaging*, cek kelengkapan aksesoris, *visual check aesthetic* (lecet/rusak), cek fungsi tombol, cek manual perputaran *spindle*, cek suara, cek mesin, cek sesuai *check list*. Pada pengecekan mesin terdapat 5 variabel yang harus diinspeksi yaitu cek *current*, cek *noise*, cek *vibration*, cek *rotation*, dan cek *temperature* mesin. Inspeksi yang dilakukan diawal adalah *visual check*, berhubungan dengan kondisi *box*, kelengkapan aksesoris, cek *aesthetic*. Kemudian cek *performance* yang berhubungan dengan *spindle rotation* dan cek suara. Dilanjutkan cek pada mesin yang berhubungan dengan kuat arus yang digunakan, *noise*, *temperature*, serta getaran yang dihasilkan dan kecepatan putar. Pengecekan mesin dilakukan menggunakan alat ukur digital. Berikut alur inspeksi produk *Power tools*.





Gambar 2.1 Diagram Alir Inspeksi Produk

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data hasil inspeksi produk *Power Tools* Tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* pada bulan Juni dan Oktober 2015 oleh pihak PT Jaykay Files. Data yang diambil sebanyak 60 sampel dari total produk sekali datang sebanyak 500 produk. Data yang digunakan untuk analisis merupakan data kedatangan produk *power tools* pada periode bulan Juni dan Oktober 2015 karena kedatangan produk yang tidak pasti setiap bulannya. Pengambilan sampel dilakukan secara acak sebanyak 12 koli, sedangkan dalam 1 koli berisi 5 unit produk.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan karakteristik kualitas produk *Power Tools* Tipe *Angle Grinder JKAG100ECO*. Ada 5 karakteristik kualitas yang diukur dalam proses inspeksi sebagai berikut.

1. *Current* (X_1)

Current atau arus listrik yang digunakan ketika menggunakan produk *Power Tools* Tipe *Angle Grinder JKAG100ECO*. Arus listrik yang dibutuhkan saat menggunakan produk tersebut harus sesuai dengan kondisi pemakaian listrik masyarakat Indonesia. Satuan untuk arus listrik adalah Ampere (A).

2. *Noise* (X_2)

Noise atau kebisingan suara yang ditimbulkan oleh mesin. Kebisingan memiliki korelasi dengan *vibration* atau getaran. Getaran yang ditimbulkan akibat gesekan atau ketidakseimbangan mesin secara terus menerus dapat memicu meningkatnya kebisingan. Satuan untuk *noise* adalah decibel (dB).

3. *Vibration* (X_3)

Vibration atau getaran yang ditimbulkan akibat ketidakseimbangan mesin. Getaran pada mesin mempengaruhi kenyamanan saat bekerja, semakin kecil getaran yang

dihasilkan semakin bagus. Satuan untuk *vibration* adalah mm/s^2 .

4. *Rotary* (X_4)

Rotary atau kecepatan cakram pada mesin saat berputar. Kecepatan yang konstan saat bekerja menandakan bahwa mesin itu bagus. Satuan untuk kecepatan menggunakan rpm.

5. *Temperature* (X_5)

Temperature atau suhu yang dihasilkan mesin saat bekerja. Mengukur seberapa panas suhu yang dihasilkan dalam waktu tertentu saat mesin bekerja. Karena produk *Angle Grinder* pemakaiannya dipegang dengan tangan, maka sebisa mungkin suhu yang dihasilkan tidak terlalu tinggi agar pemakaiannya tetap nyaman saat bekerja. Satuan untuk suhu adalah Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Menurut pemaparan pihak QC dibagian produk Power tools, secara teknis kelima variabel itu saling berhubungan. Arus listrik yang masuk akan menggerakkan *armature* pada mesin sehingga berotasi. Secara mekanik, rotasi mesin akan menghasilkan getaran, dan getaran yang dihasilkan akan menimbulkan *noise* atau kebisingan suara. Semakin besar getaran yang dihasilkan maka berdampak akan semakin besar pula *noise* yang diciptakan. Ketika perputaran mesin semakin lama dan getaran yang dihasilkan semakin besar maka akan menimbulkan kalor yang semakin besar pula.

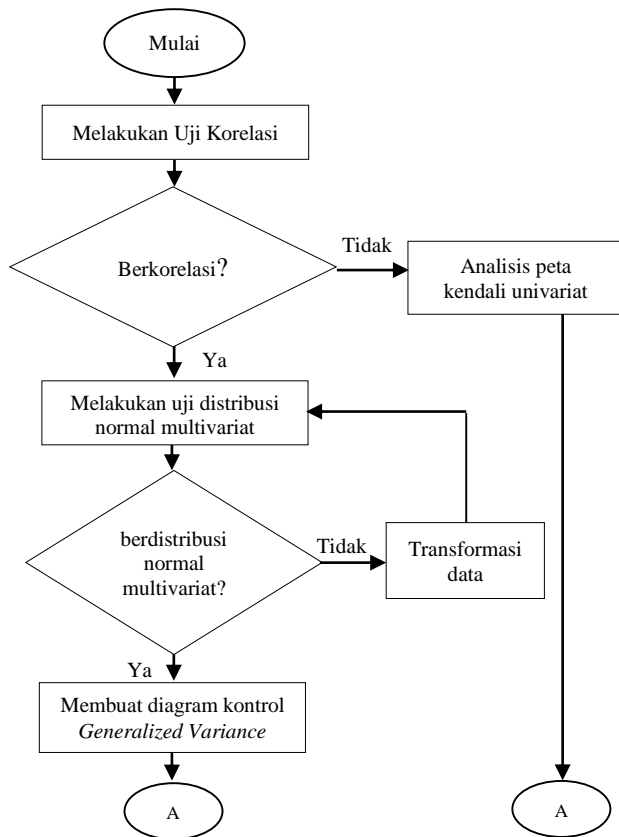
3.3 Langkah Analisis Data

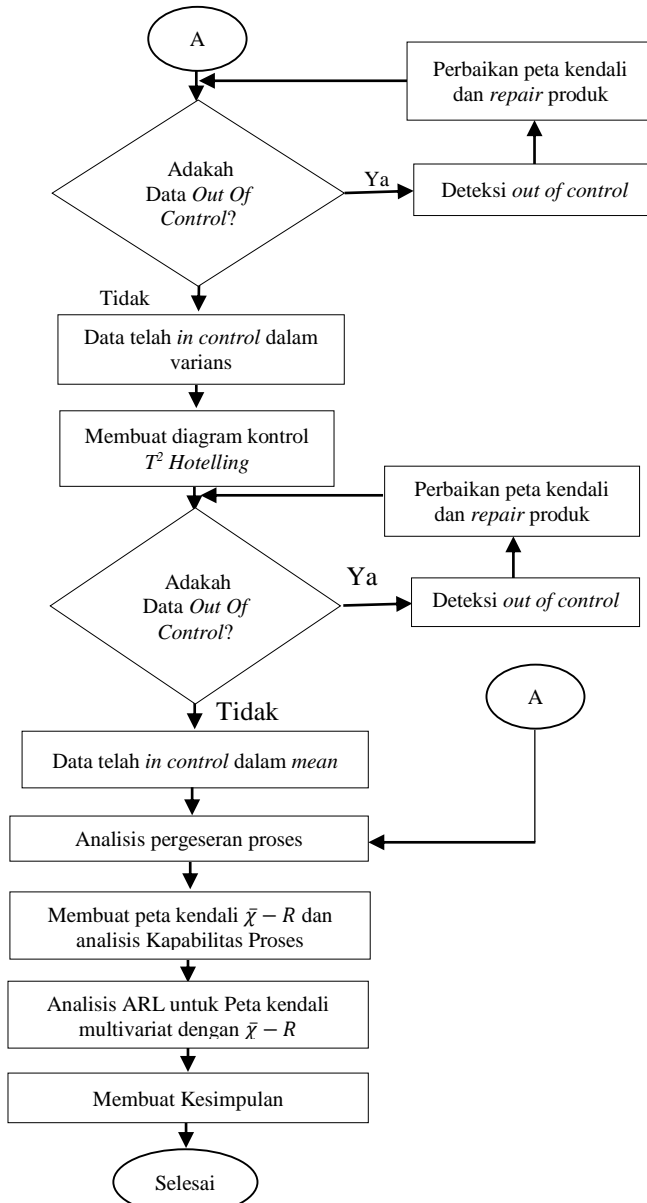
Langkah analisis data dalam pengendalian kualitas produk *Power Tools Tipe Angle Grinder JKAG100ECO* di PT Jaykay Files sebagai berikut.

1. Melakukan pengujian korelasi antar variabel dengan menggunakan uji *Bartlett*.
2. Melakukan pengujian distribusi Normal multivariat pada semua variabel.
3. Membuat peta kendali *Generalized Variance* dan T^2 *Hotelling* pada data periode Juni dan Oktober 2015 untuk mengendalikan varians dan rata - rata proses.

4. Mendeteksi pergeseran proses pada produk *Power Tools* Tipe *Angle Grinder JKAG100ECO* dengan menggunakan uji perbandingan vektor rata-rata dua populasi.
5. Membuat peta kendali $\bar{\chi} - R$ dan analisis kapabilitas proses.
6. Analisis *Average Run Length* untuk peta kendali $\bar{\chi} - R$ dan peta kendali *Generalized Variance* dan T^2 *Hotelling*.
7. Membuat kesimpulan dan saran.

Secara umum, langkah analisis disajikan pada Gambar 3.1 sebagai berikut.





Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Eksplorasi Data

Data hasil pengukuran produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO menunjukkan bahwa ada 5 karakteristik kualitas antara lain *current*, *noise*, *vibration*, *rotation*, dan *temperature*. Sebelum melakukan analisis pengendalian kualitas, terlebih dahulu dilakukan eksplorasi data untuk mengetahui karakteristik data hasil pengamatan. Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 menyajikan deskripsi dari kelima variabel penelitian pada data bulan Juni dan Oktober 2015 yang ada di Lampiran 1 dan Lampiran 2.

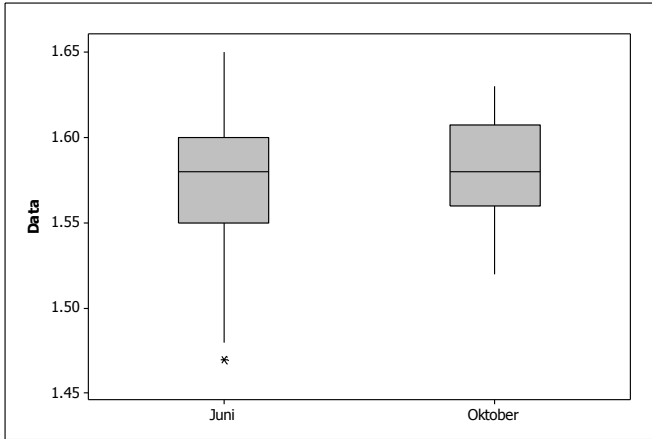
Tabel 4.1 Karakteristik Kualitas Variabel Bulan Juni 2015

Variabel	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
<i>Current (A)</i>	1,5738	0,00155	1,47	1,65
<i>Noise (dB)</i>	107,82	0,152	107	108
<i>Vibration (mm/s²)</i>	29,53	85,81	10	42
<i>Rotation (rpm)</i>	8788,6	23182,4	8284	9103
<i>Temperature (°C)</i>	41,933	2,199	40	49

Tabel 4.2 Karakteristik Kualitas Variabel Bulan Oktober 2015

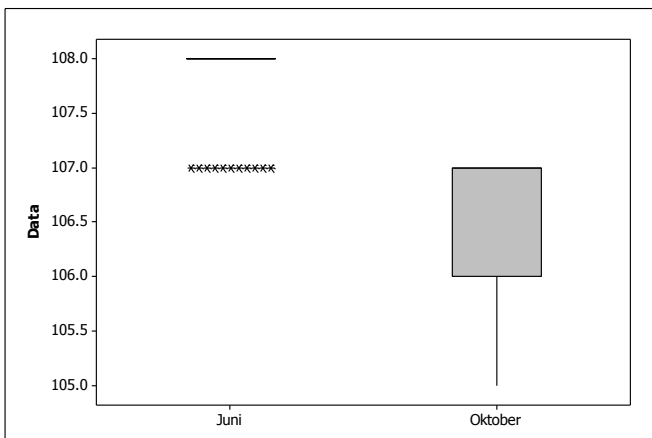
Variabel	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
<i>Current (A)</i>	1,5802	0,00096	1,52	1,63
<i>Noise (dB)</i>	106,55	0,319	105	107
<i>Vibration (mm/s²)</i>	31,8	26,536	15	40
<i>Rotation (rpm)</i>	10174	31735	9754	10613
<i>Temperature (°C)</i>	38,467	1,134	35	41

Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa terjadi perbedaan rata-rata yang cukup besar antara bulan Juni ke bulan Oktober pada variabel *rotation* dan *temperature*. Hal ini bisa menjadi indikasi adanya pergeseran rata-rata proses pada produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO. Deskripsi variabel juga ditunjukkan pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.5.



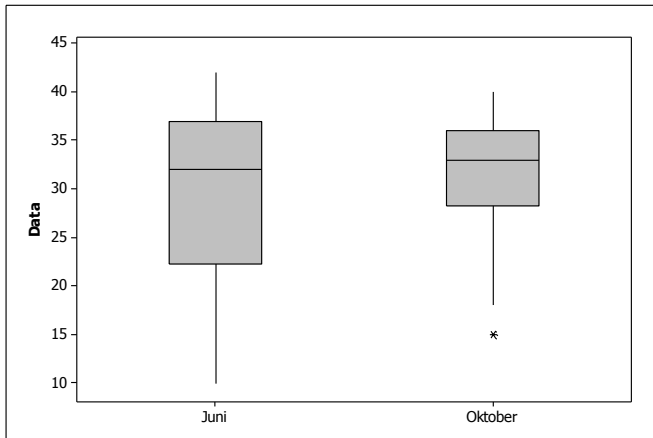
Gambar 4.1 Box Plot Variabel *Current* Bulan Juni dan Oktober 2015

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa arus listrik (*current*) yang digunakan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni dan Oktober memiliki varians yang berbeda. Pada bulan Juni, produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO menggunakan arus listrik lebih beragam daripada bulan Oktober. Namun rata – rata arus listrik yang digunakan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO cenderung sama antara bulan Juni dan Oktober.



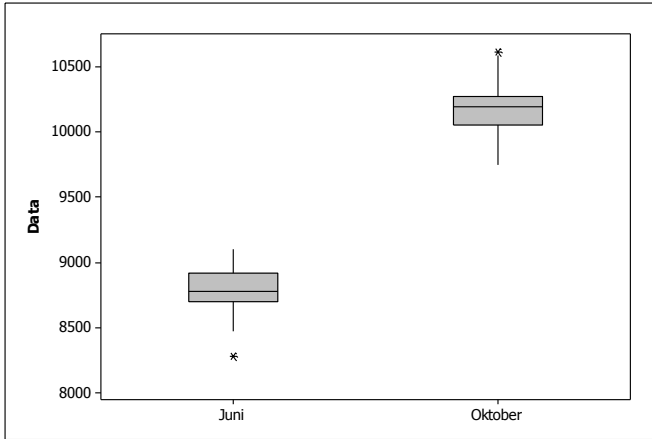
Gambar 4.2 Box Plot Variabel *Noise* Bulan Juni dan Oktober 2015

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa kebisingan (*noise*) yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni dan Oktober memiliki varians yang cenderung sama. Namun rata – rata kebisingan yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO antara bulan Juni dan Oktober berbeda. Pada bulan Juni kebisingan yang dihasilkan lebih besar daripada bulan Oktober.



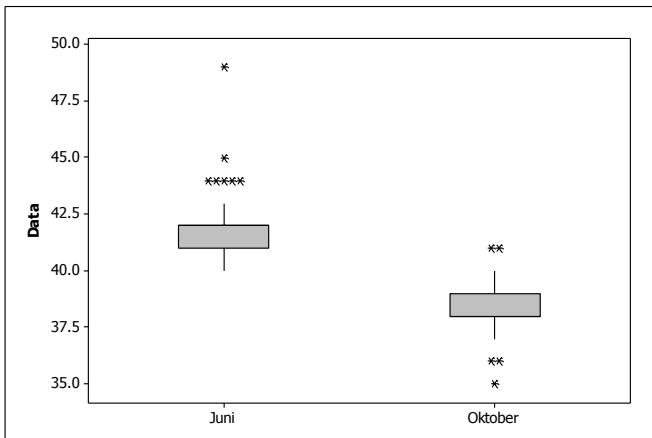
Gambar 4.3 Box Plot Variabel Vibration Bulan Juni dan Oktober 2015

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa getaran (*vibration*) yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni dan Oktober memiliki varians yang berbeda. Pada bulan Juni, getaran yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO lebih besar daripada bulan Oktober. Namun rata – rata getaran yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO antara bulan Juni dan Oktober cenderung sama.



Gambar 4.4 Box Plot Variabel *Rotation* Bulan Juni dan Oktober 2015

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa perputaran (*rotation*) cakram mesin produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni dan Oktober memiliki varians kecepatan yang cenderung sama. Namun rata – rata kecepatan putar cakram mesin yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO antara bulan Juni dan Oktober berbeda. Pada bulan Oktober kecepatan putar yang dihasilkan lebih besar daripada bulan Juni.



Gambar 4.5 Box Plot Variabel *Temperature* Bulan Juni dan Oktober 2015

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa panas (*temperature*) yang dihasilkan mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni dan Oktober memiliki varians yang cenderung sama. Namun rata – rata panas yang dihasilkan mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO antara bulan Juni dan Oktober berbeda. Pada bulan Juni, panas mesin yang dihasilkan lebih besar daripada bulan Oktober.

Berdasarkan hasil eksplorasi data terhadap masing – masing karakteristik kualitas produk, dapat diketahui bahwa terjadi perubahan rata – rata dari kelima variabel penelitian pada bulan Juni ke bulan Oktober. Terjadi peningkatan kecepatan rotasi pada cakram mesin, sedangkan untuk *noise* dan *temperature* pada mesin mengalami penurunan. Namun arus listrik yang digunakan mesin untuk berputar dan getaran yang dihasilkan oleh mesin saat berputar cenderung sama secara rata - rata dari bulan Juni ke bulan Oktober.

4.2 Uji Korelasi

Uji korelasi untuk mendeteksi dependensi antar variabel dan termasuk asumsi yang harus terpenuhi dalam analisis multivariat. Uji korelasi menggunakan statistik uji *Barlett* dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berdasarkan *output* di Lampiran 4.

Tabel 4.3 Hasil Uji Korelasi Produk *Power Tools* Tipe *Angle Grinder* JKAG100ECO Bulan Juni dan Oktober

Data bulan	<i>p-value</i>	Daerah kritis	Keputusan	Kesimpulan
Juni	0,850	0,05	Gagal Tolak H_0	Tidak ada korelasi antar variabel
Oktober	0,025	0,05	Tolak H_0	Antar variabel berkorelasi

Tabel 4.3 merupakan hasil uji korelasi antar variabel yaitu *current*, *noise*, *vibration*, *rotation*, dan *temperature*. Berdasarkan nilai *p-value*, data pada bulan Juni menghasilkan keputusan gagal tolak H_0 sedangkan data pada bulan Oktober menghasilkan

keputusan tolak H_0 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran pada bulan Juni tidak memenuhi asumsi dependensi karena secara uji statistik menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antar variabel. Hal ini berbeda keadaan nyata di lapangan. Menurut pihak *Quality Control* di bagian produk *Power tools*, secara mekanis terdapat hubungan diantara variabel penelitian. Arus listrik yang masuk akan menggerakkan *armature* pada mesin sehingga berotasi. Secara mekanik, rotasi mesin akan menghasilkan *vibration*, dan *vibration* yang dihasilkan akan menimbulkan *noise*. Semakin besar *vibration* yang dihasilkan maka berdampak akan semakin besar pula *noise* yang diciptakan. Ketika perputaran mesin semakin lama dan getaran yang dihasilkan semakin besar maka akan menghasilkan *temperature* yang semakin besar pula. Oleh karena itu, akan diasumsikan bahwa kelima variabel saling berkorelasi sehingga dapat dilakukan analisis multivariat. Sedangkan hasil pengukuran pada bulan Oktober menunjukkan bahwa secara uji statistik telah memenuhi asumsi dependensi dimana antar variabel saling berkorelasi. Agar dapat melanjutkan analisis multivariat maka data pada bulan Juni diasumsikan bahwa antar variabel saling berkorelasi karena pada bulan Oktober terbukti bahwa antar variabel penelitian saling berkorelasi.

4.3 Uji Distribusi Normal Multivariat

Uji distribusi normal multivariat merupakan asumsi kedua yang harus terpenuhi dalam analisis multivariat. Identifikasi distribusi normal multivariat untuk data produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni dan Oktober menggunakan koefisien korelasi dengan perhitungan pada Lampiran 5 dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Distribusi Normal Mutivariat Data Bulan Juni dan Oktober

Data bulan	Nilai r_Q hitung	Daerah kritis	Keputusan	Kesimpulan
Juni	0,8567*	0,9801**	Tolak H_0	Data tidak berdistribusi normal multivariat
Oktober	0,9595*	0,9801**	Tolak H_0	

* p (jumlah variabel) =5

**Tarf Signifikansi $\alpha=0,05$ dan $n=60$

Tabel 4.4 memberikan informasi hasil uji distribusi normal multivariat produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO di PT Jaykay Files. Berdasarkan nilai statistik uji menghasilkan keputusan tolak H_0 , baik pada bulan Juni maupun Oktober karena didapatkan nilai r_Q hitung yang diperoleh dari persamaan 2.2 sebesar 0,8567 dan 0,9595 sedangkan nilai r tabel Q-Q plot koefisien korelasi pada Lampiran 6 didapatkan 0,9801. Nilai r_Q hitung < nilai r tabel sehingga keputusannya adalah tolak H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal multivariat.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan untuk mengidentifikasi data berdistribusi normal multivariat sesuai persamaan 2.3. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

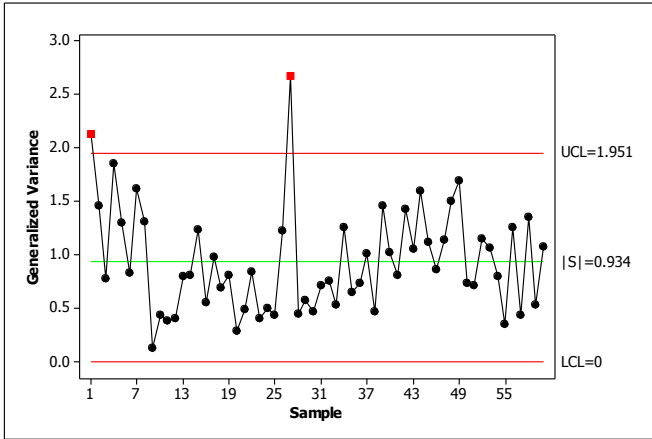
Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Distribusi Normal Mutivariat Data Bulan Juni dan Oktober

Data bulan	Nilai t	Daerah kritis	Keputusan	Kesimpulan
Juni	0,5667	0,5	Gagal tolak H_0	Data berdistribusi normal multivariat
Oktober	0,533	0,5	Gagal tolak H_0	

Tabel 4.5 memberikan informasi hasil pemeriksaan distribusi normal multivariat produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO di PT Jaykay Files. Berdasarkan nilai t , dimana nilai t berada disekitar 0,5 maka menghasilkan keputusan gagal tolak H_0 , baik data pada bulan Juni maupun Oktober. Sehingga pemeriksaan distribusi normal multivariat menghasilkan kesimpulan bahwa data berdistribusi normal multivariat. Maka analisis multivariat bisa dilakukan.

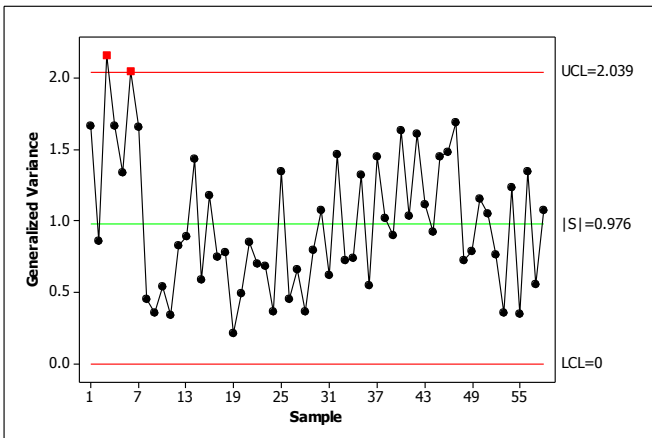
4.4 Peta Kendali *Generalized Variance* Periode Juni

Setelah uji asumsi terpenuhi selanjutnya melakukan analisis pengendalian kualitas produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO. Pengendalian variabilitas proses menggunakan peta kendali *Generalized Variance* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



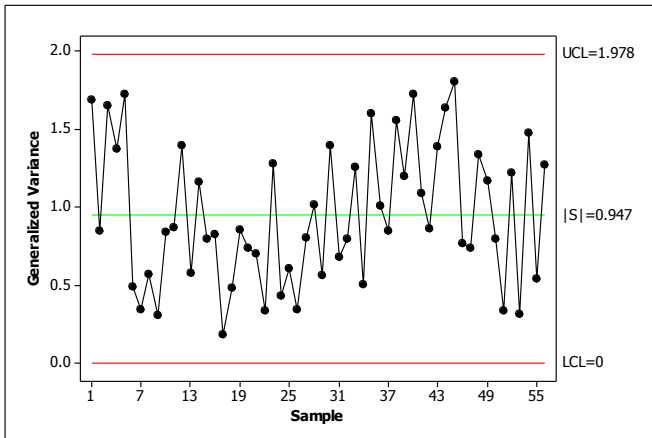
Gambar 4.6 Peta Kendali *Generalized Variance* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa variabilitas proses produksi *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO belum terkendali karena ada dua titik yang jatuh di luar batas kendali (*out of control*) yaitu data ke 1 dan 27. Sehingga perlu adanya perbaikan (*service*) pada sampel produk ke 1 dan 27. Selanjutnya membuat peta kendali *Generalized Variance* perbaikan dengan menghilangkan data yang *out of control*.



Gambar 4.7 Peta Kendali *Generalized Variance* Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Pertama

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa peta kendali *Generalized Variance* pada perbaikan pertama masih terdapat dua titik yang *out of control* yaitu pada titik ke 3 dan 6, maka berdasarkan data awal yang *out of control* adalah data ke 4 dan 7. Sehingga sampel produk ke 4 dan 7 perlu dilakukan perbaikan. Selanjutnya membuat peta kendali *Generalized Variance* perbaikan dengan menghilangkan data yang *out of control*. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.8.



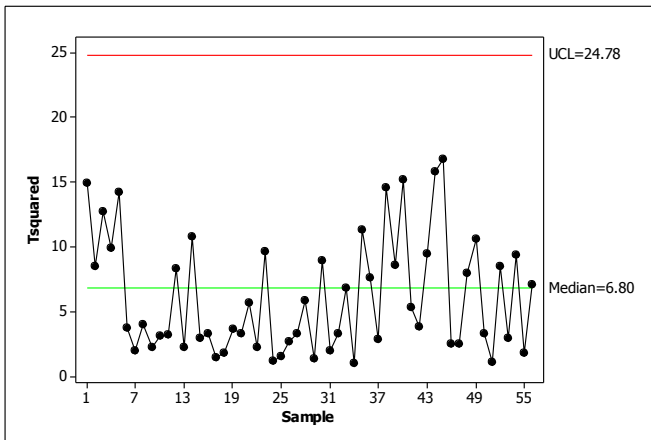
Gambar 4.8 Peta Kendali *Generalized Variance* Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Kedua

Gambar 4.8 memberikan informasi bahwa variabilitas produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO telah terkendali secara statistik. Semua titik berada dalam batas kendali dengan nilai batas kendali bawah sebesar 0 dan batas kendali atas sebesar 1,978. Jadi dapat disimpulkan bahwa variabilitas produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni telah terkendali, setelah melakukan perbaikan pada sampel ke 1, 4, 7, dan 27.

4.5 Peta Kendali T^2 Hotelling Periode Juni

Setelah variabilitas proses pada produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO telah terkendali secara statistik, selanjutnya pengendalian kualitas produk berdasarkan rata - rata proses.

Pengendalian kualitas rata-rata proses menggunakan peta kendali T^2 Hotelling. Hasilnya bisa dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Peta Kendali T^2 Hotelling Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa rata-rata proses pada produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni telah terkendali secara statistik. Semua titik jatuh di dalam batas kendali dengan nilai batas kendali atas sebesar 24,78. Jadi dapat disimpulkan bahwa produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni sudah terkendali secara variabilitas maupun rata – rata proses.

4.6 Analisis Pergeseran Proses

Analisis pergeseran proses produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO menggunakan uji MANOVA dengan beberapa asumsi yang harus terpenuhi diantaranya data hasil pengukuran berdistribusi Normal Multivariat dan matriks varian kovarians bersifat homogen. Ketika matriks varian kovarians tidak homogen maka menggunakan uji T^2 . Data yang digunakan adalah hasil pengukuran pada bulan Juni dan Oktober tahun 2015 dapat dilihat di Lampiran 1 dan Lampiran 2. Pada Tabel 4.4 telah dijelaskan bahwa data pengamatan pada bulan Juni dan Oktober tidak memenuhi asumsi berdistribusi Normal Multivariat. Namun hasil pemeriksaan ditunjukkan pada Tabel 4.5 menghasilkan kesimpulan bahwa data memenuhi asumsi berdistribusi normal

multivariat. Selanjutnya dapat dilakukan uji asumsi homogenitas matriks kovarians dengan *Box's M-test*. Berdasarkan *output Box's M-test* pada Lampiran 7, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Homogenitas Matriks Kovarians Pada Data Bulan Juni dan Oktober

<i>p-value</i>	Daerah kritis	Keputusan	Kesimpulan
0,000	0,05	Tolak H_0	Tidak Homogen

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa asumsi homogenitas matriks varian kovarians tidak terpenuhi. Karena nilai *p-value* lebih kecil dari 0,05 maka keputusannya tolak H_0 . Sehingga untuk melakukan uji perbandingan vektor rata-rata tidak dapat dilakukan menggunakan uji MANOVA. Oleh karena itu, perbandingan vektor rata-rata menggunakan statistik uji T^2 . Sesuai persamaan 2.17 didapatkan hasil statistik uji T^2 sebagai berikut.

Tabel 4.7 Hasil Uji T^2 Pada Data Bulan Juni dan Oktober

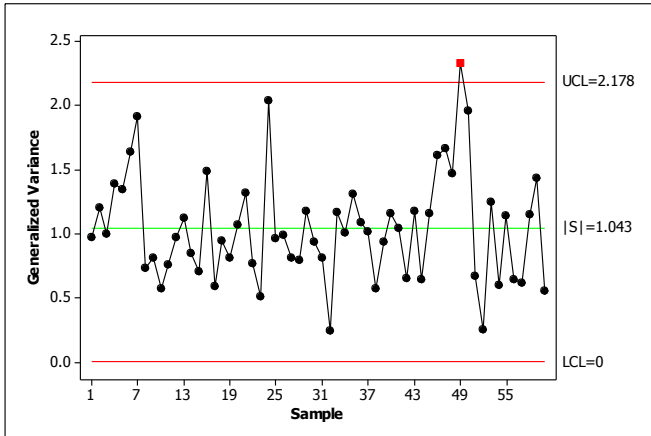
T^2	<i>Chisquare</i>	Keputusan	Kesimpulan
2656,777	11,0705	Tolak H_0	Ada pergeseran proses

Tabel 4.7 merupakan uji T^2 yang menghasilkan keputusan tolak H_0 . Karena nilai T^2 lebih besar dari daerah kritis $\chi^2_{5(0,05)}$. Jadi kesimpulannya ada pergeseran proses dimana ada perbedaan yang signifikan antara produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni dan Oktober. Sehingga peta kendali T^2 *Hotelling* pada periode Juni yang telah *in control* tidak dapat digunakan untuk membuat peta kendali pada periode Oktober. Maka benar bahwa PT Jaykay Files selalu membuat peta kendali baru pada setiap periode. Selanjutnya melakukan analisis untuk mendeteksi variabel – variabel yang menyebabkan terjadinya perbedaan yang signifikan dengan melihat hasil analisis peta kendali $\bar{\chi} - R$ untuk masing-masing variabel kualitas.

4.7 Peta Kendali *Generalized Variance* Periode Oktober

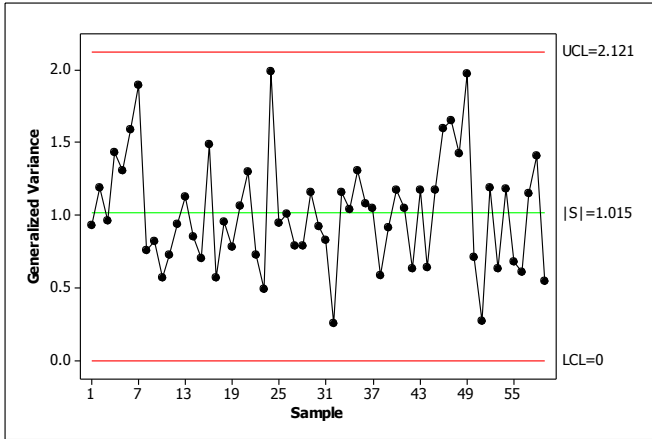
Peta kendali yang sudah *in control* pada bulan Juni tidak bisa digunakan untuk pengendalian kualitas pada periode Oktober karena terjadi pergeseran proses pada produk *power tools* tipe

angle grinder JKAG100ECO sesuai hasil pada Tabel 4.6. Maka untuk mengendalikan variabilitas proses pada bulan Oktober perlu membuat peta kendali *Generalized Variance* yang baru. Peta kendali *Generalized Variance* pada bulan Oktober menggunakan data pada Lampiran 2 dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Peta Kendali *Generalized Variance* Data Bulan Oktober 2015

Gambar 4.10 menjelaskan bahwa variabilitas proses produksi *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Oktober belum terkendali karena ada satu titik yang jatuh di luar batas kendali (*out of control*) yaitu data ke 49. Sehingga perlu adanya perbaikan (*service*) pada sampel produk ke 49. Selanjutnya membuat peta kendali *Generalized Variance* perbaikan dengan menghilangkan data yang *out of control*. Peta kendali *Generalized Variance* perbaikan dapat dilihat pada Gambar 4.11.

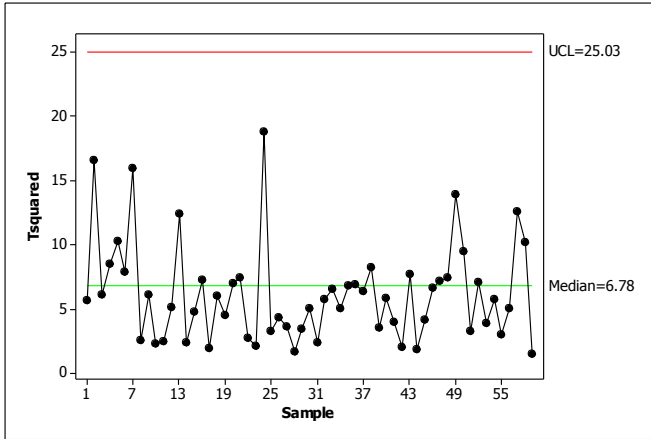


Gambar 4.11 Peta Kendali *Generalized Variance* Data Bulan Oktober 2015 Perbaikan Pertama

Gambar 4.11 memberikan informasi bahwa variabilitas produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO telah terkendali secara statistik. Semua titik berada dalam batas kendali dengan nilai batas kendali bawah sebesar 0 dan batas kendali atas sebesar 2,121. Jadi dapat disimpulkan bahwa variabilitas produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Oktober telah terkendali, setelah melakukan perbaikan pada sampel ke 49.

4.8 Peta Kendali T^2 Hotelling Periode Oktober

Setelah variabilitas proses pada produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Oktober telah terkendali secara statistik, selanjutnya pengendalian kualitas produk berdasarkan rata - rata proses. Berdasarkan hasil pada Tabel 4.6, terjadi pergeseran proses sehingga pengendalian rata – rata proses produk bulan Oktober menggunakan peta kendali T^2 Hotelling yang baru. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.12.

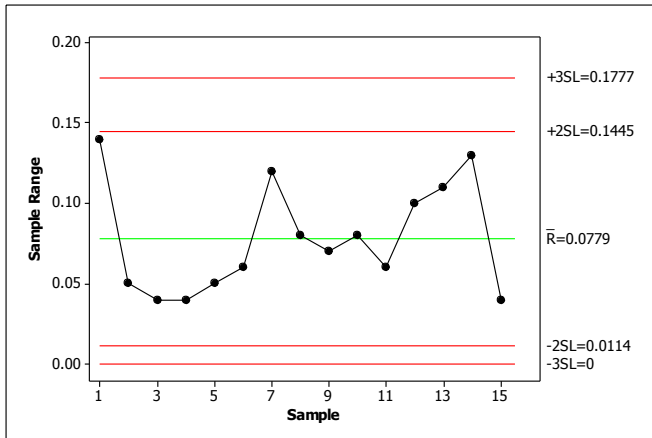


Gambar 4.12 Peta Kendali T^2 Hotelling Data Bulan Oktober 2015

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa rata-rata proses pada produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Oktober telah terkendali secara statistik. Semua titik jatuh di dalam batas kendali dengan nilai batas kendali atas sebesar 25,03. Jadi dapat disimpulkan bahwa produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Oktober sudah terkendali secara variabilitas maupun rata – rata proses.

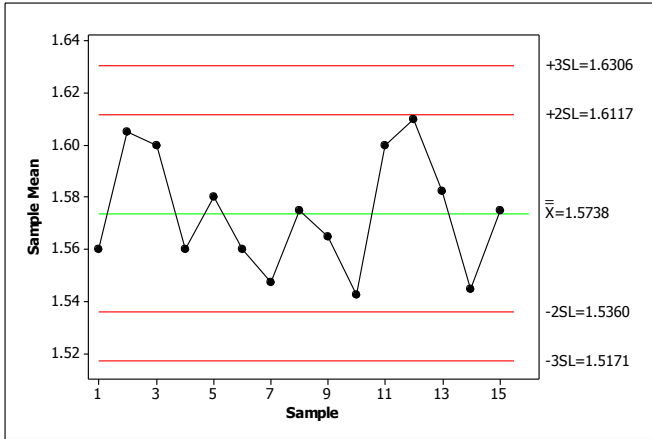
4.9 Peta Kendali $\bar{\chi} - R$ Periode Juni

Sebelum melakukan perbandingan kinerja peta kendali multivariat dengan peta kendali univariat, selanjutnya membuat peta kendali univariat dahulu. Agar dapat membuat peta kendali $\bar{\chi} - R$ maka data pengamatan harus dibentuk menjadi subgrup – subgrup. Sesuai dengan hasil pembentukan subgrup yang dilakukan oleh pihak QC dibidang produk *power tools*, subgrup yang terbentuk sebanyak 15 subgrup dan masing – masing subgrup terdapat 4 data pengamatan sesuai pada Lampiran 3. Selanjutnya peta kendali $\bar{\chi} - R$ untuk pengendalian produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni 2015 berdasarkan masing – masing variabel dapat dilihat pada Gambar 4.13 sampai 4.25.



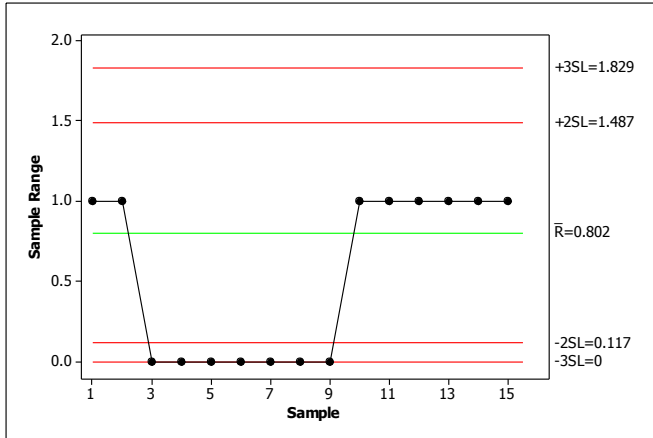
Gambar 4.13 Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel *Current* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa variabilitas proses produksi berdasarkan arus listrik yang digunakan produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni telah terkendali secara statistik. Semua titik jatuh di dalam batas kendali 2 sigma maupun 3 sigma. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 0,1777 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 0. Jadi dapat disimpulkan bahwa arus listrik produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni sudah terkendali secara variabilitas proses artinya tidak ada masalah pada variasi proses. Setelah variabel *current* terkendali secara varians, selanjutnya pengendalian rata - rata proses dengan peta kendali $\bar{\chi}$ dapat dilihat pada Gambar 4.14.



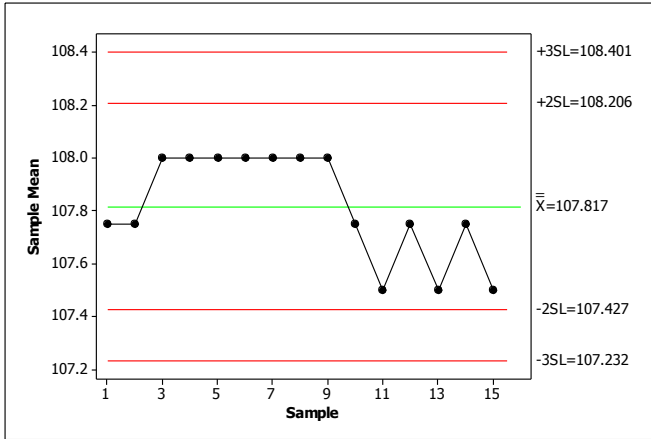
Gambar 4.14 Peta Kendali \bar{X} Berdasarkan Variabel *Current* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa rata - rata proses produksi berdasarkan arus listrik yang digunakan produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni telah terkendali secara statistik. Semua titik jatuh di dalam batas kendali 2 sigma maupun 3 sigma. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 1,6306 dan batas kendali bawah untuk 2 sigma sebesar 1,5171. Jadi dapat disimpulkan bahwa arus listrik produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni sudah terkendali secara variabilitasnya maupun rata – rata proses. Setelah variabel *current*, selanjutnya pengendalian kebisingan yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO dapat dilihat pada Gambar 4.15.



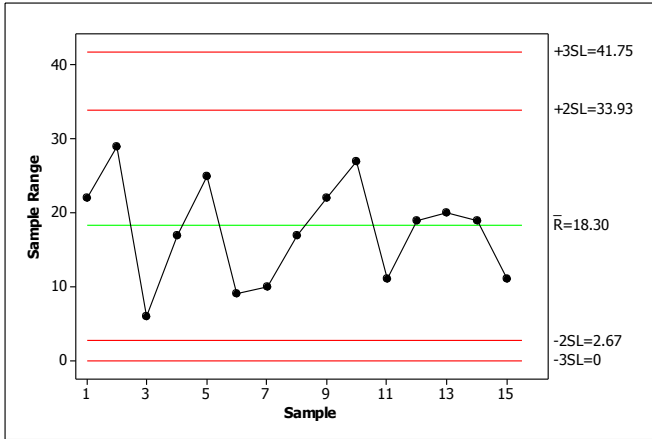
Gambar 4.15 Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel *Noise* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa kebisingan yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni terdapat 7 pengamatan yang berada di daerah *warning limit*, yaitu pengamatan yang berada di antara batas 2 sigma dan 3 sigma. Pengamatan yang masuk ke daerah *warning limit* dapat dikatakan bahwa pengamatan tersebut mendekati daerah *out of control*. Jika ada sedikit saja pergeseran proses maka akan sangat mudah terjadi *out of control*. Sehingga perusahaan perlu memberikan perhatian khusus terhadap pengamatan – pengamatan tersebut dalam hal kebisingan yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 1,829 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 0. Selanjutnya pengendalian rata - rata proses terhadap variabel *noise* dengan peta kendali $\bar{\chi}$ dapat dilihat pada Gambar 4.16.



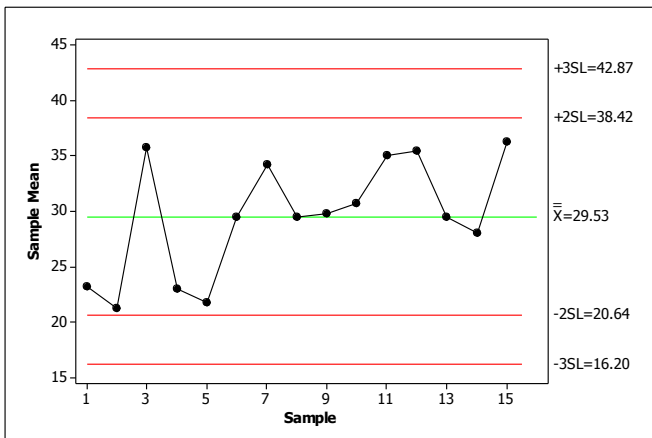
Gambar 4.16 Peta Kendali $\bar{\bar{x}}$ Berdasarkan Variabel *Noise* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa rata - rata proses produksi berdasarkan kebisingan yang dihasilkan produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni telah terkendali secara statistik. Semua titik jatuh di dalam batas kendali 2 sigma maupun 3 sigma. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 108,401 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 107,232. Jadi dapat disimpulkan bahwa kebisingan yang dihasilkan produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni sudah terkendali secara rata – rata proses meskipun ada beberapa pengamatan yang masuk daerah *warning limit* saat pengendalian variabilitas proses. Setelah variabel *current* dan *noise*, selanjutnya pengendalian terhadap getaran yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO dapat dilihat pada Gambar 4.17.



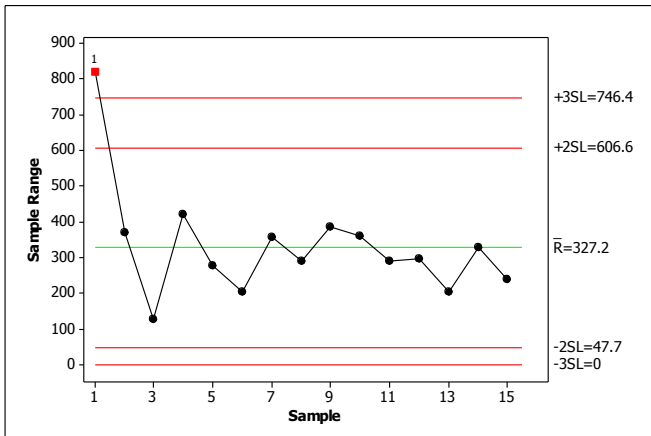
Gambar 4.17 Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel *Vibration* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa getaran yang dihasilkan oleh produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni telah terkendali secara variabilitas proses. Semua titik jatuh di dalam batas kendali 2 sigma maupun 3 sigma. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 41,75 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 0. Selanjutnya pengendalian rata – rata proses.



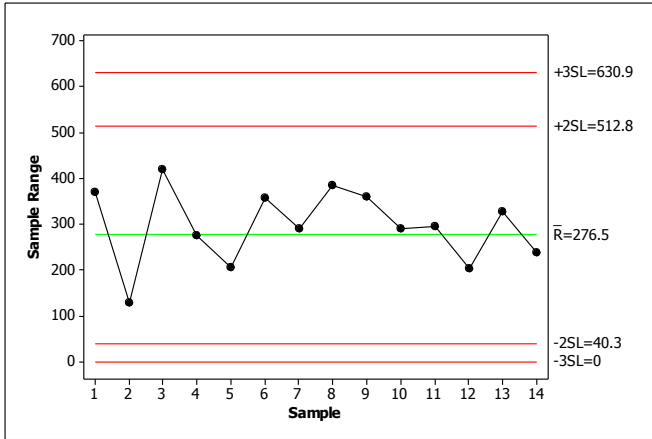
Gambar 4.18 Peta Kendali \bar{X} Berdasarkan Variabel *Vibration* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.18 menunjukkan bahwa rata - rata proses produksi berdasarkan getaran yang dihasilkan produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni telah terkendali secara statistik. Semua titik jatuh di dalam batas kendali 2 sigma maupun 3 sigma. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 42,87 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 16,20. Sehingga dapat disimpulkan bahwa getaran yang dihasilkan produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni sudah terkendali secara variabilitas maupun rata – rata proses. Setelah variabel *current* , *noise*, dan *vibration*, selanjutnya pengendalian terhadap perputaran yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO dapat dilihat pada Gambar 4.19.



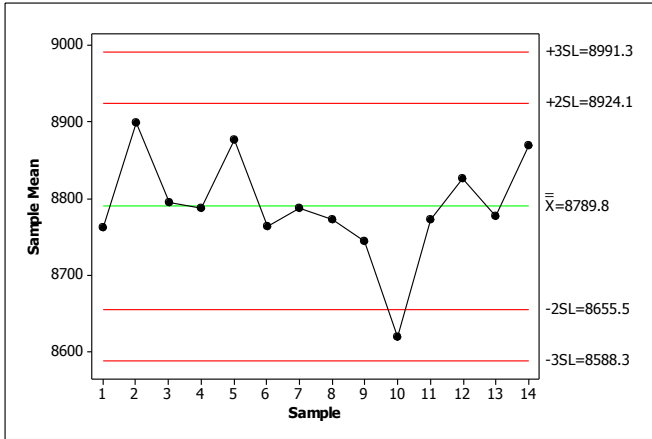
Gambar 4.19 Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel *Rotation* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.19 menunjukkan bahwa perputaran yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni belum terkendali secara variabilitas proses. Ada satu titik yang jatuh di luar batas kendali atas 3 sigma yaitu data pada pengamatan pertama. Sehingga perlu adanya perbaikan (*service*) pada sampel produk dalam subgroup pertama. Selanjutnya membuat peta kendali \bar{R} perbaikan dengan menghilangkan data yang *out of control*. Peta kendali \bar{R} perbaikan dapat dilihat pada Gambar 4.20.



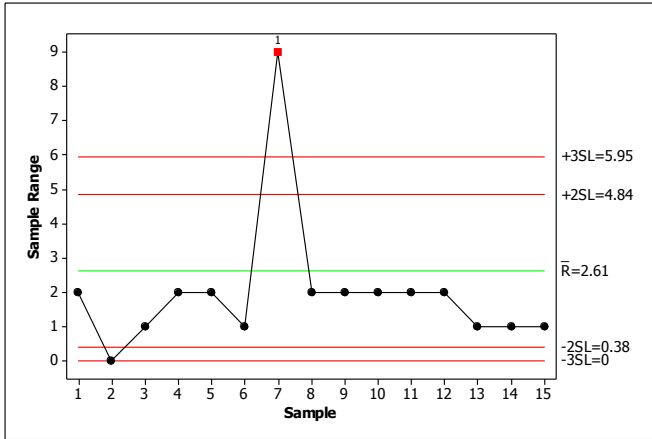
Gambar 4.20 Peta Kendali \bar{R} Berdasarkan Variabel *Rotation* Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Pertama

Gambar 4.20 memberikan informasi bahwa variabilitas perputaran yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO telah terkendali secara statistik. Semua titik berada dalam batas kendali 2 sigma maupun 3 sigma. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 630,9 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 0. Jadi dapat disimpulkan bahwa variabilitas perputaran yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni telah terkendali, setelah melakukan perbaikan pada pengamatan pertama. Setelah variabel *rotation* terkendali secara varians, selanjutnya pengendalian terhadap rata - rata proses dengan peta kendali \bar{x} dapat dilihat pada Gambar 4.21.



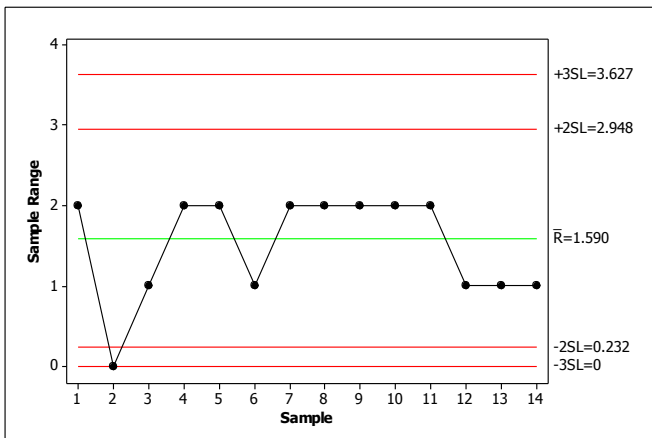
Gambar 4.21 Peta Kendali \bar{X} Berdasarkan Variabel *Rotation* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.21 menunjukkan bahwa rata - rata proses produksi berdasarkan perputaran yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni terdapat satu pengamatan yang jatuh di daerah *warning limit*, yaitu pengamatan ke 10. Pengamatan yang masuk ke daerah *warning limit* dapat dikatakan bahwa pengamatan tersebut mendekati daerah *out of control*. Jika ada sedikit saja pergeseran proses maka akan sangat mudah terjadi *out of control*. Sehingga perusahaan perlu memberikan perhatian khusus terhadap pengamatan tersebut dalam hal kecepatan putar yang dihasilkan mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 8991,3 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 8588,3. Jadi dapat disimpulkan bahwa perputaran yang dihasilkan mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni sudah terkendali secara variabilitas namun perlu ada perhatian khusus terhadap pengamatan ke 10 karena jatuh di daerah *warning limit* saat pengendalian terhadap rata – rata proses. Selanjutnya pengendalian variabilitas proses terhadap kalor yang dihasilkan oleh mesin dapat dilihat pada Gambar 4.22.



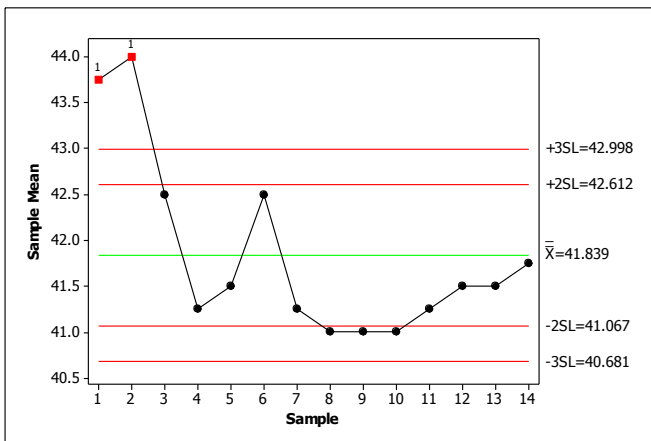
Gambar 4.22 Peta Kendali \bar{R} Pada Variabel *Temperature* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.22 menunjukkan bahwa suhu atau kalor yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni belum terkendali secara variabilitas proses. Ada satu titik yang jatuh di luar batas kendali atas yaitu data pada pengamatan ke 7. Sehingga perlu adanya perbaikan (*service*) pada sampel produk dalam subgroup ke 7.



Gambar 4.23 Peta Kendali \bar{R} Pada Variabel *Temperature* Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Pertama

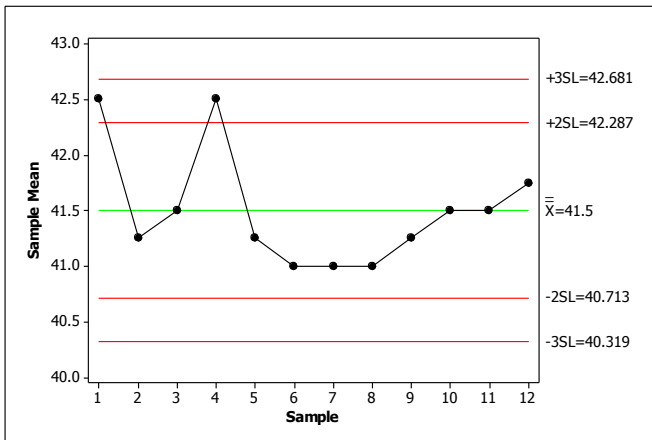
Gambar 4.23 memberikan informasi bahwa variabilitas suhu atau kalor yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO terdapat satu titik pengamatan yang jatuh di daerah *warning limit*, yaitu pada pengamatan ke 2. Sehingga perusahaan perlu memberikan perhatian khusus terhadap sampel produk dalam subgrup ke 2. Jika ada sedikit saja pergeseran proses maka akan sangat mudah terjadi *out of control*. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 630,9 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 0. Jadi dapat disimpulkan bahwa variabilitas perputaran yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni masih perlu memperhatikan pengamatan ke 2 karena jatuh di daerah *warning limit*. Selanjutnya pengendalian terhadap rata - rata proses dengan peta kendali $\bar{\chi}$ dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Peta Kendali $\bar{\chi}$ Pada Variabel *Temperature* Data Bulan Juni 2015

Gambar 4.24 menunjukkan bahwa suhu atau kalor yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO bulan Juni belum terkendali secara rata - rata proses. Ada dua titik yang jatuh di luar batas kendali atas 3 sigma yaitu data pada pengamatan ke 1 dan 2. Sehingga sampel produk dalam subgrup 1 dan 2 perlu dilakukan perbaikan (*service*). Dan juga ada 3 pengamatan yang jatuh di daerah *warning limit*, yaitu pengamatan ke 8, 9 dan 10. Selanjutnya membuat peta kendali $\bar{\chi}$

perbaikan dengan menghilangkan data yang *out of control*. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Peta Kendali $\bar{\bar{x}}$ Pada Variabel *Temperature* Data Bulan Juni 2015 Perbaikan Kedua

Gambar 4.25 memberikan informasi bahwa setelah melakukan perbaikan pada pengamatan ke 1 dan 2, rata – rata proses pada suhu atau kalor yang dihasilkan oleh mesin *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO masih terdapat dua titik yang jatuh di daerah *warning limit*, yaitu pengamatan ke 4 dan 6 jika berdasarkan data awal. Perusahaan perlu memberikan perhatian khusus terhadap pengamatan – pengamatan tersebut. Nilai batas kendali atas untuk 3 sigma sebesar 42,681 dan batas kendali bawah untuk 3 sigma sebesar 40,319.

4.10 Analisis Kapabilitas Proses

Analisis kapabilitas proses produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO untuk peta kendali $\bar{\bar{x}} - R$ menggunakan nilai C_p dan C_{pk} pada masing – masing variabel kualitas. Hasil *output* analisis kapabilitas proses dapat dilihat di Lampiran 8. Sebagai contoh perhitungan C_p dan C_{pk} untuk variabel *current* sebagai berikut.

$$C_{p \text{ current}} = \frac{BSA - BSB}{6\sigma}$$

$$C_{p\ current} = \frac{1,6306-1,5171}{6 \times 0,0378409}$$

$$C_{p\ current} = 0,4999$$

Diperoleh hasil nilai Cp untuk variabel *current* sebesar 0,4999. Selanjutnya menghitung nilai Cpk untuk variabel *current*. Sebelumnya terlebih dahulu menghitung nilai CPU dan CPL.

$$CPU_{current} = \frac{BSA-\bar{\chi}}{3\sigma}$$

$$CPU_{current} = \frac{1,6306-1,5738}{3 \times 0,0378409}$$

$$CPU_{current} = 0,50034$$

Kemudian menghitung nilai CPL.

$$CPL_{current} = \frac{\bar{\chi}-BSB}{3\sigma}$$

$$CPL_{current} = \frac{1,5738-1,5171}{3 \times 0,0378409}$$

$$CPL_{current} = 0,499753$$

Sehingga,

$$Cpk = \min \{CPU, CPL\}$$

$$Cpk = 0,499753$$

Hasil perhitungan nilai Cp dan Cpk masing – masing variabel kualitas untuk peta kendali $\bar{\chi} - R$ dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Indeks Kapabilitas Untuk Semua Variabel Pada Data Bulan Juni 2015

	<i>Current</i>	<i>Noise</i>	<i>Vibration</i>	<i>Rotation</i>	<i>Temperature</i>
$\bar{\chi}$	1,5738	107,817	29,53	8789,8	41,5
BSA	1,6306	108,401	42,87	8991,3	42,681
BSB	1,5171	107,232	16,2	8588,3	40,319
Cp	0,4999	0,500271	0,500082	0,500096	0,500096
Cpk	0,499753	0,500128	0,500019	0,500087	0,500096

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni 2015 dengan batas kendali 3 sigma belum kapabel karena nilai indeks kapabilitas Cp dan Cpk < 1. Sedangkan berdasarkan analisis kapabilitas proses secara multivariat didapatkan hasil sebagai berikut.

$$MC_p = \sum_{j=1}^5 W_j C_p(X_j)$$

$$\begin{aligned}
 MC_p &= (0,2)(0,4999) + (0,2)(0,500271) + (0,2)(0,500082) \\
 &\quad + (0,2)(0,500096) + (0,2)(0,500096) \\
 MC_p &= 0,500089
 \end{aligned}$$

Dan nilai MC_{pk} didapatkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 MC_{pk} &= \sum_{j=1}^5 W_j C_{pk}(X_j) \\
 MC_{pk} &= (0,2)(0,499753) + (0,2)(0,500128) \\
 &\quad + (0,2)(0,500019) + (0,2)(0,500087) \\
 &\quad + (0,2)(0,500096) \\
 MC_{pk} &= 0,500017
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis kapabilitas proses secara multivariat menunjukkan kesimpulan yang sama yaitu belum kapabel karena nilai MC_p dan $MC_{pk} < 1$. Hasil ini sekaligus menjawab bahwa salah satu penyebab adanya keluhan dari beberapa pelanggan karena produk *power tools tipe angle grinder JKAG100ECO* masih belum kapabel.

4.11 Perbandingan Peta Kendali Multivariat Dengan $\bar{\chi} - R$

Perbandingan pengendalian kualitas oleh peta kendali Multivariat dan $\bar{\chi} - R$ dapat dilihat dari banyak titik pengamatan yang dinyatakan *out of control*. Hasil perbandingan titik yang *out of control* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perbandingan Peta Kendali Multivariat dan $\bar{\chi} - R$ Pada Data Bulan Juni 2015

Peta Kendali		Banyak <i>out of control</i>
Xbar	<i>Current</i>	0
	<i>Noise</i>	0
	<i>Vibration</i>	0
	<i>Rotation</i>	1
	<i>Temperature</i>	3
Thoteling & Generalized Variance		4

Pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa peta kendali $\bar{\chi} - R$ untuk variabel *current*, *noise*, dan *vibration* semua titik pengamatan terkendali secara statistik. Hanya ada satu titik pengamatan yang *out of control* pada variabel *rotation* dan 3 titik pengamatan yang

out of control pada variabel *temperature*. Sedangkan pada peta kendali multivariat dapat mendeteksi 4 titik pengamatan yang *out of control* sekaligus. Hal ini menunjukkan bahwa peta kendali multivariat lebih sensitif dalam mendeteksi adanya *out of control* daripada peta kendali $\bar{\chi} - R$.

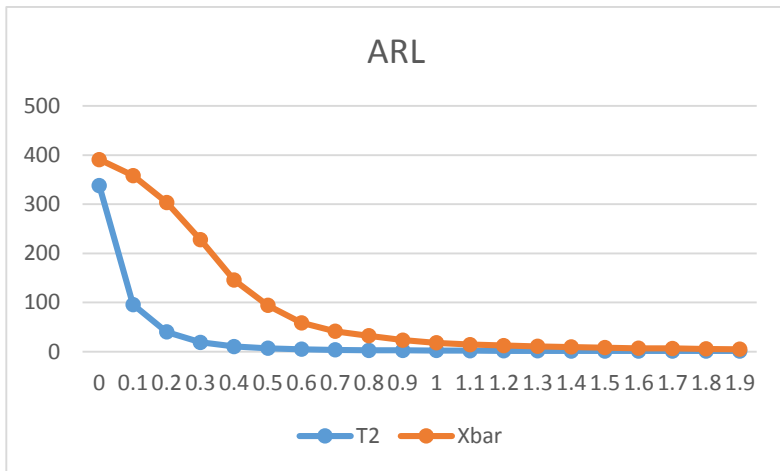
Berdasarkan hasil analisis menggunakan ARL (*Average Run Length*) diperoleh hasil yang sama yaitu peta kendali multivariat T^2 Hotelling lebih cepat mendeteksi adanya *out of control* yang pertama dibandingkan peta kendali univariat $\bar{\chi}$. Hasil perhitungan ARL untuk peta kendali T^2 Hotelling dan $\bar{\chi}$ dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 ARL Untuk Peta Kendali T^2 Hotelling dan $\bar{\chi}$

Rata-rata proses	ARL		Rata-rata proses	ARL	
	T^2 Hotelling	$\bar{\chi}$		T^2 Hotelling	$\bar{\chi}$
0	337,646	390,955	1,0	2,208	17,929
0,1	95,894	358,168	1,1	1,89	14,46
0,2	40,268	303,409	1,2	1,754	12,419
0,3	18,98	227,522	1,3	1,712	10,94
0,4	10,586	145,69	1,4	1,478	9,617
0,5	7,004	94,138	1,5	1,348	8,142
0,6	4,912	58,547	1,6	1,294	7,046
0,7	3,662	41,46	1,7	1,306	6,509
0,8	2,836	32,185	1,8	1,262	5,469
0,9	2,558	23,592	1,9	1,224	5,051

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa pada level 3 sigma didapatkan nilai ARL_0 sebesar 337,646 untuk peta kendali T^2 Hotelling dan ARL_0 sebesar 390,955 untuk peta kendali $\bar{\chi}$. Artinya bahwa ketika proses dalam kondisi stabil dan parameter yang dinilai sesuai standard, maka peta kendali T^2 Hotelling akan mengeluarkan sinyal adanya *out of control* rata-rata setiap 337 sampel sekali sedangkan peta kendali $\bar{\chi}$ rata-rata setiap 390 sampel sekali. Misal ketika ada pergeseran rata-rata proses sebesar 0,1 maka didapatkan nilai ARL_1 untuk peta kendali T^2 Hotelling sebesar 95,894, artinya bahwa

terjadinya *out of control* yang pertama akan terdeteksi pada sampel pengamatan ke 95. Sedangkan untuk peta kendali $\bar{\chi}$ dapat mendeteksi terjadinya *out of control* yang pertama pada sampel pengamatan ke 358. Simulasi ARL menggunakan data bangkitan sebanyak 1000 data berdistribusi normal dan melakukan penggeseran proses sebesar 0,1. Proses perhitungan menggunakan matlab dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil ARL dapat ditampilkan dalam bentuk plot dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Plot ARL Untuk Peta Kendali T^2 Hotelling dan $\bar{\chi}$

Gambar 4.26 menunjukkan bahwa kurva T^2 Hotelling lebih curam yang artinya lebih cepat mendeteksi adanya *out of control* yang pertama dibandingkan peta kendali $\bar{\chi}$. Nilai ARL_1 peta kendali T^2 Hotelling sebesar 95,894 artinya bahwa peta kendali T^2 Hotelling akan membutuhkan 95 sampel untuk mendeteksi pergeseran proses secara rata – rata. Sedangkan peta kendali $\bar{\chi}$ membutuhkan 358 sampel untuk mendeteksi adanya pergeseran proses secara rata – rata, dapat dilihat pada nilai ARL_1 sebesar 358,168. Hal ini menunjukkan bahwa peta kendali T^2 Hotelling lebih cepat mendeteksi adanya pergeseran proses dibandingkan peta kendali $\bar{\chi}$.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Bulan Juni 2015

Current	Noise	Vibration	Rotation	Temperature
1.56	108	33	8284	45
1.48	108	14	8763	43
1.58	108	34	9103	43
1.62	107	12	8937	44
1.63	108	39	8561	44
1.60	108	24	8768	44
1.58	107	10	8788	44
1.61	108	12	8931	44
1.60	108	36	8871	43
1.60	108	32	8960	42
1.62	108	38	8832	43
1.58	108	37	8936	42
1.57	108	17	8872	41
1.58	108	28	8557	42
1.55	108	15	8977	40
1.54	108	32	8776	42
1.58	108	13	8655	40
1.55	108	17	8703	42
1.60	108	19	8931	42
1.59	108	38	8863	42
1.55	108	31	8863	42
1.53	108	24	8916	42
1.59	108	30	8761	43
1.57	108	33	8966	43
1.59	108	34	8972	42

Lampiran 1. Data Bulan Juni 2015 (Lanjutan)

Current	Noise	Vibration	Rotation	Temperature
1.48	108	28	8615	40
1.52	108	38	8721	49
1.60	108	37	8749	42
1.56	108	31	8879	41
1.62	108	39	8910	42
1.54	108	22	8620	42
1.58	108	26	8744	40
1.56	108	32	8842	41
1.53	108	40	8546	40
1.57	108	29	8931	41
1.60	108	18	8770	42
1.58	108	41	8713	40
1.56	108	27	8792	41
1.53	107	41	8916	42
1.50	108	14	8556	41
1.58	108	41	8689	41
1.62	108	30	8476	40
1.57	107	34	8767	41
1.63	107	35	8546	42
1.64	108	42	8637	42
1.54	108	35	8933	41
1.62	108	42	8816	40
1.64	107	23	8704	42
1.65	107	39	8716	41
1.58	108	19	8918	42
1.54	108	36	8763	41
1.56	107	24	8911	42

Lampiran 1. Data Bulan Juni 2015 (Lanjutan)

Current	Noise	Vibration	Rotation	Temperature
1.53	107	36	8645	41
1.60	108	21	8972	42
1.58	108	37	8776	42
1.47	108	18	8717	41
1.60	108	41	8936	42
1.56	107	35	8972	41
1.57	108	39	8735	42
1.57	107	30	8837	42

:

Lampiran 2. Data Bulan Oktober 2015

Current	Noise	Vibration	Rotation	Temperature
1.57	106	32	10306	37
1.56	105	27	10128	38
1.57	106	37	10056	37
1.58	107	18	10275	38
1.57	106	35	10219	36
1.57	107	34	10393	36
1.58	105	37	10244	40
1.58	107	28	10070	39
1.63	107	34	10243	38
1.59	106	31	10046	38
1.57	106	36	10231	38
1.60	106	36	10356	38
1.62	106	36	10353	40
1.61	106	33	10120	39
1.62	107	35	10232	38
1.54	107	25	10509	39
1.58	106	34	10090	38
1.54	106	27	10258	39
1.56	107	36	10415	39
1.62	106	31	10352	38
1.54	106	40	10347	39
1.57	106	35	10275	38
1.58	106	31	10190	38
1.56	106	37	10359	35
1.58	106	39	10055	38
1.55	107	24	10233	38

Lampiran 2. Data Bulan Oktober 2015 (Lanjutan)

Current	Noise	Vibration	Rotation	Temperature
1.57	107	37	10068	38
1.59	106	33	10028	39
1.53	107	33	10366	38
1.58	107	30	10081	37
1.55	107	29	10219	39
1.56	106	27	10023	38
1.52	107	35	10148	38
1.62	107	26	10221	38
1.52	107	38	10279	39
1.54	107	36	10014	39
1.61	107	29	10084	40
1.63	107	37	10198	39
1.55	107	38	10188	38
1.56	107	28	10053	40
1.53	107	31	10242	39
1.58	106	35	10093	38
1.53	107	36	10035	39
1.57	106	32	10118	39
1.61	106	27	9908	39
1.63	106	32	9775	39
1.63	106	33	9754	39
1.56	107	29	10613	38
1.63	107	15	10055	41
1.60	107	23	9881	41
1.62	107	32	10258	40
1.60	107	34	10223	39

Lampiran 2. Data Bulan Oktober 2015 (Lanjutan)

Current	Noise	Vibration	Rotation	Temperature
1.57	107	35	10591	38
1.60	107	29	10321	39
1.62	107	24	10128	38
1.60	107	28	10231	39
1.60	107	38	10104	39
1.56	107	24	9834	38
1.62	107	36	9816	39
1.58	107	31	10140	38

Lampiran 3. Struktur Data Untuk Peta Kendali $\bar{\chi} - R$ Periode Juni

Subgrup ke	Variabel Current			
1	1.56	1.48	1.58	1.62
2	1.63	1.60	1.58	1.61
3	1.60	1.60	1.62	1.58
4	1.57	1.58	1.55	1.54
5	1.58	1.55	1.60	1.59
6	1.55	1.53	1.59	1.57
7	1.59	1.48	1.52	1.60
8	1.56	1.62	1.54	1.58
9	1.56	1.53	1.57	1.60
10	1.58	1.56	1.53	1.50
11	1.58	1.62	1.57	1.63
12	1.64	1.54	1.62	1.64
13	1.65	1.58	1.54	1.56
14	1.53	1.60	1.58	1.47
15	1.60	1.56	1.57	1.57
Subgrup ke	Variabel Noise			
1	108.00	108.00	108.00	107.00
2	108.00	108.00	107.00	108.00
3	108.00	108.00	108.00	108.00
4	108.00	108.00	108.00	108.00
5	108.00	108.00	108.00	108.00
6	108.00	108.00	108.00	108.00
7	108.00	108.00	108.00	108.00
8	108.00	108.00	108.00	108.00
9	108.00	108.00	108.00	108.00
10	108.00	108.00	107.00	108.00
11	108.00	108.00	107.00	107.00
12	108.00	108.00	108.00	107.00
13	107.00	108.00	108.00	107.00
14	107.00	108.00	108.00	108.00
15	108.00	107.00	108.00	107.00

Lampiran 3. Struktur Data Untuk Peta Kendali $\bar{x} - R$ Periode Juni
(Lanjutan)

Subgrup ke	Variabel Vibration			
1	33.00	14.00	34.00	12.00
2	39.00	24.00	10.00	12.00
3	36.00	32.00	38.00	37.00
4	17.00	28.00	15.00	32.00
5	13.00	17.00	19.00	38.00
6	31.00	24.00	30.00	33.00
7	34.00	28.00	38.00	37.00
8	31.00	39.00	22.00	26.00
9	32.00	40.00	29.00	18.00
10	41.00	27.00	41.00	14.00
11	41.00	30.00	34.00	35.00
12	42.00	35.00	42.00	23.00
13	39.00	19.00	36.00	24.00
14	36.00	21.00	37.00	18.00
15	41.00	35.00	39.00	30.00
Subgrup ke	Variabel Rotation			
1	8284.00	8763.00	9103.00	8937.00
2	8561.00	8768.00	8788.00	8931.00
3	8871.00	8960.00	8832.00	8936.00
4	8872.00	8557.00	8977.00	8776.00
5	8655.00	8703.00	8931.00	8863.00
6	8863.00	8916.00	8761.00	8966.00
7	8972.00	8615.00	8721.00	8749.00
8	8879.00	8910.00	8620.00	8744.00
9	8842.00	8546.00	8931.00	8770.00
10	8713.00	8792.00	8916.00	8556.00
11	8689.00	8476.00	8767.00	8546.00
12	8637.00	8933.00	8816.00	8704.00
13	8716.00	8918.00	8763.00	8911.00
14	8645.00	8972.00	8776.00	8717.00
15	8936.00	8972.00	8735.00	8837.00

Lampiran 3. Struktur Data Untuk Peta Kendali $\bar{\chi} - R$ Periode Juni
(Lanjutan)

Subgrup ke	Variabel Temperature			
1	45.00	43.00	43.00	44.00
2	44.00	44.00	44.00	44.00
3	43.00	42.00	43.00	42.00
4	41.00	42.00	40.00	42.00
5	40.00	42.00	42.00	42.00
6	42.00	42.00	43.00	43.00
7	42.00	40.00	49.00	42.00
8	41.00	42.00	42.00	40.00
9	41.00	40.00	41.00	42.00
10	40.00	41.00	42.00	41.00
11	41.00	40.00	41.00	42.00
12	42.00	41.00	40.00	42.00
13	41.00	42.00	41.00	42.00
14	41.00	42.00	42.00	41.00
15	42.00	41.00	42.00	42.00

Lampiran 4. Uji Korelasi Antar Variabel

Data Bulan Juni 2015

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.445
	Approx. Chi-Square	5.575
Bartlett's Test of Sphericity	df	10
	Sig.	0.850

Data bulan Oktober 2015

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.603
	Approx. Chi-Square	20.470
Bartlett's Test of Sphericity	df	10
	Sig.	0.025

Lampiran 5. Uji Distribusi Normal Multivariat

<pre> macro qq x.1-x.p mconstant i n p t chis mcolumn d x.1-x.p dd pi q ss tt mmatrix s sinv ma mb mc md let n=count(x.1) cova x.1-x.p s invert s sinv do i=1:p let x.i=x.i-mean(x.i) enddo do i=1:n copy x.1-x.p ma; use i. transpose ma mb multiply ma sinv mc multiply mc mb md copy md tt let t=tt(1) let d(i)=t enddo </pre>	<pre> set pi 1:n end let pi=(pi-0.5)/n sort d dd invcdf pi q; chis p. plot q*dd invcdf 0.5 chis; chis p. let ss=dd<chis let t=sum(ss)/n print t dd q endmacro </pre>
---	---

Lampiran 6. Tabel r Q-Q Plot Koefisien Korelasi untuk Uji Normalitas Data

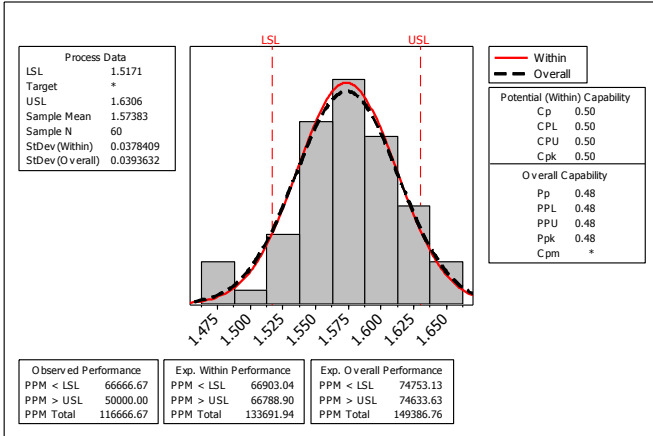
Ukuran Sampel (n)	Tingkat Signifikansi α		
	0,10	0,05	0,01
5	0,8299	0,8788	0,9032
10	0,8801	0,9198	0,9351
15	0,9126	0,9389	0,9503
20	0,9269	0,9508	0,9604
25	0,9410	0,9591	0,9665
30	0,9479	0,9652	0,9715
35	0,9538	0,9682	0,9740
40	0,9599	0,9726	0,9771
45	0,9632	0,9749	0,9792
50	0,9671	0,9768	0,9809
55	0,9695	0,9787	0,9822
60	0,9720	0,9801	0,9836
75	0,9771	0,9838	0,9866
100	0,9822	0,9873	0,9895
150	0,9879	0,9913	0,9928
200	0,9905	0,9931	0,9942
300	0,9935	0,9953	0,9960

Lampiran 7. Uji Homogenitas Matriks Kovarians**Box's Test of Equality of Covariance****Matrices^a**

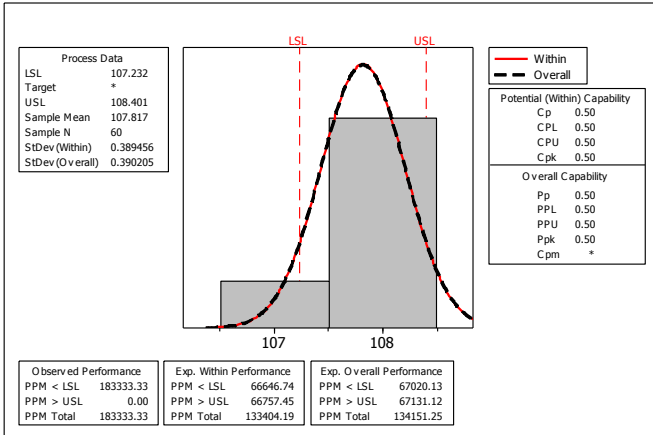
Box's M	55.668
F	3.542
df1	15
df2	56062.4
	21
Sig.	.000

Lampiran 8. Analisis Kapabilitas Proses

1. Variabel *Current*

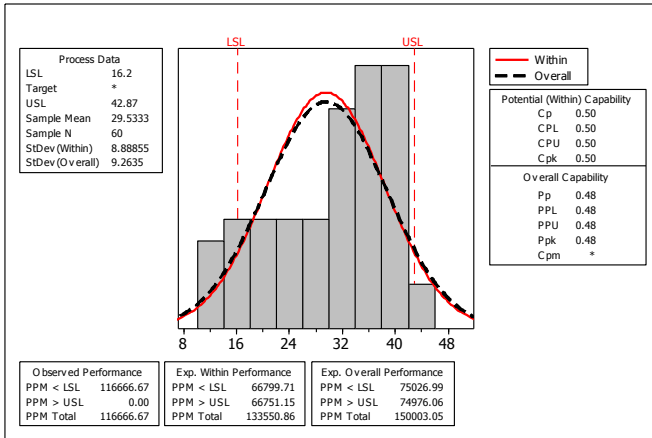


2. Variabel *Noise*

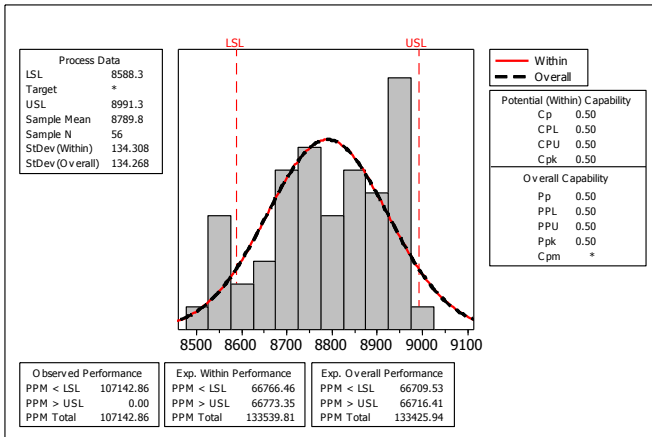


Lampiran 8. Analisis Kapabilitas Proses (Lanjutan)

3. Variabel Vibration

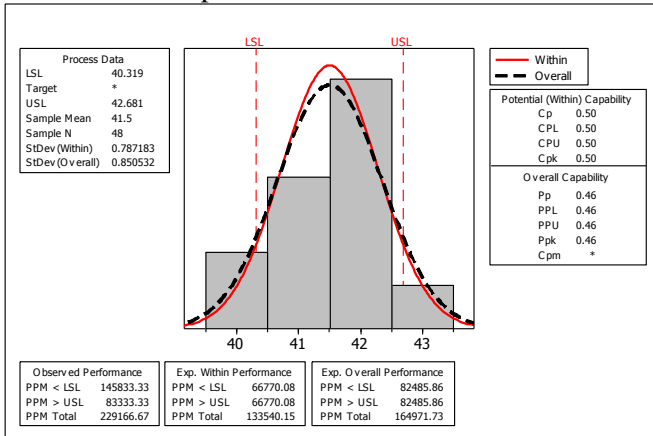


4. Variabel Rotation



Lampiran 8. Analisis Kapabilitas Proses (Lanjutan)

5. Variabel Temperature



Lampiran 9. Program Perhitungan ARL

1. ARL untuk peta kendali T^2 Hotelling

```

clear;
clc;
mu=[0 0 0 0 0];
sig=[1 0 0 0 0; 0 1 0 0 0; 0 0 1 0 0; 0 0 0 1 0;
0 0 0 0 1];
n=1000;
p=5;
ftab=finv(1-0.0027,p,n-p);
UCL0=(p*(n+1)*(n-1)*ftab)/(n^2-n*p);
iUCL=ones(n,1);
UCL=UCL0.*iUCL;
for ar=1:20
    for k=1:500;
        M=mvnrnd(mu,sig,n);
xbarx=[];
for rr=1:5;
xbar(rr)=mean(M(:,rr));
id=ones(n,1);
iM=M(:,rr);
mxbar=xbar(rr).*id;
xbarx1=iM-mxbar;
xbarx=[xbarx xbarx1];
end
s0=xbarx'*xbarx;
s=(1/(n-1)).*s0;
t2=[];
for nn=1:n
t2h=xbarx(nn,:)*s*xbarx(nn,:)' ;
t2=[t2,t2h];
end
for j=1:n;
a=t2(j);
if a < UCL

```

```

t = 0;
p(j)=t;
else
t=1;
p(j)=t;
end
end
for q = 1:n;
if (p(q)==1)
break
end
end
lr(k)=q;
end
arl(ar)=mean(lr)
%mu=mu + [1 1 1 1 1];
sig=sig+[0.1 0 0 0 0; 0 0.1 0 0 0; 0 0 0.1 0
0; 0 0 0 0.1 0; 0 0 0 0 0.1];
end
plot(arl)

```

2. ARL untuk peta kendali \bar{x}

```

clear;
clc;
m=5;
mu=0;
sigma=1;
%a2=0.729;
%for rr=1:10
%for ii=1:1000;
%xi= normrnd(mu, sigma, [1 m]);
%r=range(xi);
%xbar(ii)=mean(xi);
%end
%xbar2=mean(xbar);
%rbar=mean(r);
%ucl(rr)=xbar2+a2*rbar;

```

```

%lcl(rr)=xbar2-a2*rbar;
    %X=(1:n);
    %plot(X,cl,'-',X,ucl,'-',X,lcl,'-',X,zi)
%end
ucl1=1.7142;
lcl1=-1.7145;

for i=1:20
for k=1:1000
for ku=1:400
xi= normrnd(mu,sigma,[1 m]);
r=range(xi);
xbar(ku)=mean(xi);
end

for y1=1:ku;
a1=xbar(y1);
if a1 < ucl1 & a1>lcl1
t1 = 0;
p1(y1)=t1;
else
t1=1;
p1(y1)=t1;
end
end
for u1 = 1:ku;
if(p1(u1)==1)
break
end
end
lr1(k)=u1;
end
%mu=mu+0.1
sigma=sigma+0.1
ARL(i)=mean(lr1)
end
plot(ARL)

```


SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMIPA-ITS dengan identitas berikut :

Nama : SUHARTONO

NRP : 1312100086

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : PT JAYKAY FILES INDONESIA

Divisi/ bagian : QUALITY CONTROL

sejak tanggal 2 FEBRUARI sampai dengan 2 MEI untuk keperluan Tugas Akhir/ Thesis Semester Gasal/Genap* 2015/ 2016.

2. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/ Thesis mahasiswa Statistika yang akan di simpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. Tidak Keberatan/~~Keberatan~~* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E journal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Surabaya, 19 Juli 2016
Head Of Quality Assurance



PT. JAYKAY FILES INDONESIA
Heny Wahjono, ST

*(coret yang tidak perlu)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengendalian kualitas produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO pada bulan Juni di PT Jaykay Files dengan peta *Generalized Variance* diperoleh batas kendali atas sebesar 1,978 dan batas kendali bawah sebesar 0. Sedangkan untuk peta kendali T^2 *Hotelling* diperoleh batas kendali atas sebesar 24,78 dan batas kendali bawah sebesar 0. Sedangkan pengendalian kualitas produk pada data bulan Oktober diperoleh batas kendali atas sebesar 25,3 dan batas kendali bawah sebesar 0 untuk peta kendali T^2 *Hotelling* dan batas kendali atas untuk peta kendali *Generalized Variance* sebesar 2,121 dengan batas kendali bawah sebesar 0. Hasil perbandingan peta kendali multivariat T^2 *Hotelling* dan peta kendali univariat $\bar{\chi}$ diperoleh hasil bahwa peta kendali T^2 *Hotelling* lebih sensitif dalam mendeteksi banyaknya titik pengamatan yang *out of control* dibandingkan peta kendali $\bar{\chi}$.
2. Hasil analisis kapabilitas proses secara univariat maupun multivariat menunjukkan bahwa produk masih belum kapabel karena nilai C_p dan $C_{pk} < 1$. Sehingga perlu adanya peningkatan kualitas.
3. Berdasarkan hasil analisis pergeseran proses menggunakan statistik uji T^2 dapat diketahui bahwa produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO mengalami pergeseran proses antara bulan Juni dengan bulan Oktober. Sehingga perlu membuat ulang peta kendali *Generalized Variance* dan T^2 *Hotelling* pada bulan Oktober.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada perusahaan agar mencoba menggunakan peta kendali multivariat yaitu peta kendali *Generalized Variance* dan peta kendali T^2 *Hotelling* dalam melakukan pengendalian kualitas produk *power tools* tipe *angle grinder* JKAG100ECO. Karena terjadi pergeseran proses pada produk maka perlu membuat batas kendali baru setiap kedatangan produk. Pada penelitian ini dikarenakan keterbatasan waktu maka saran untuk penelitian selanjutnya jika menggunakan peta kendali *Generalized Variance* dan peta kendali T^2 *Hotelling*, data sebaiknya memenuhi asumsi berdistribusi normal multivariat berdasarkan hasil uji, tidak hanya hasil pemeriksaan. Selanjutnya bisa dicoba menggunakan peta kendali MEWMA dan MEWMV, karena *robust* terhadap asumsi data berdistribusi normal multivariat dan mampu mendeteksi adanya pergeseran proses yang sangat kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Asri, M. M. (2015). *Perbandingan Peta Kendali Atribut Dalam Pengendalian Kualitas Produk Di PT. Arika Kharisma Agung*. Makassar: UNHAS
- Asti, F. (2009). *Pengontrolan Kualitas Proses Produksi Air di Sebuah Instalasi Pengolahan Air Surabaya*. Surabaya: ITS
- Hermawan, J. (2014). *Pengendalian Proses Produksi Pakan Ayam Pedaging Fase Starter Di PT.Sierad Produce Tbk Sidoarjo*. Surabaya: ITS
- Johnson, R.A. dan Winchern, D.W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis (6th ed.)*. New Jersey: Pearson Prentice Hall
- Maharani, N. (2015). *Pengendalian kualitas Pipa Stainless Steel Ornament di PT XYZ*. Surabaya: ITS
- Montgomery, D.C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control Sixth Edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc
- Morrison, D.C. (1990). *Multivariate Statistical Methodes (3rd ed.)*. USA: McGraw-Hil, Inc
- Mufidah, A. S. (2014). *Pengendaian Kualitas Statistik Produk Pupuk Phonska Di PT Petrokimia Gresik Tbk*. Surabaya: ITS

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Jombang pada 9 Mei 1994 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari TK, SD Negeri Darurejo 1, SMP Negeri 2 Plandaan, SMA Negeri Ploso dan melanjutkan studinya di Program Sarjana Jurusan Statistika ITS melalui SNMPTN Tulis sebagai penerima beasiswa Bidik Misi. Sejak kecil sampai sekarang ini penulis tertarik pada dunia desain dan sastra puisi. Desain dan sastra puisi adalah salah satu cara yang indah untuk mengekspresikan diri. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan di JMMI ITS diantaranya GMAIL, RDK34, PSI, MUQIM, dll. Penulis pernah menjadi staff Syiar di JMMI ITS. Selain itu, penulis bergabung dalam keluarga UKM Kopma dr.Angka ITS sebagai staff Personalia di tahun 2012/2013. Di jurusan Statistika ITS, penulis menjadi bagian dari keluarga Kabinet Sahabat Inspiratif FORSIS-ITS 1435-1436 H. Penulis juga berkesempatan menjadi mentor sebagai media dakwah di kampus ITS. Saat ini, penulis mulai mengembangkan bisnis jasa konsultan statistik dan jasa desain grafis. Jika ingin berdiskusi lebih lanjut, dapat menghubungi penulis via email: suhartono.msd@gmail.com.