



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

**PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIKA  
PROSES PRODUKSI *DIPLOMAT MILD*  
DI PT. GELORA DJAJA SURABAYA JAWA TIMUR**

**YUSUF MAWARDI  
NRP 1313 030 051**

**Dosen Pembimbing  
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**



**FINAL PROJECT - SS 145561**

**QUALITY CONTROL STATISTICS  
PRODUCTION PROCESS *DIPLOMAT MILD*  
IN PT. GELORA DJAJA SURABAYA EAST JAVA**

**YUSUF MAWARDI  
NRP 1313 030 051**

**Supervisor  
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

**DIPLOMA III STUDY PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK  
PROSES PRODUKSI *DIPLOMAT MILD*  
DI PT. GELORA DJAJA SURABAYA JAWA TIMUR**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada

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

Oleh :

**YUSUF MAWARDI**  
NRP. 1313 030 051

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

NIP. 19870602 201212 2 002



Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



**Dr. Suhartono**  
NIP. 19710929 199512 1 001



**SURABAYA, JUNI 2016**

**LEMBAR PERNYATAAN  
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Yusuf Mawardi  
Nrp. : 1313 030 051  
Jurusan / Fak. : DIII STATISTIKA / FMIPA  
Alamat kontak :  
a. Email : yusufmawardi1313@gmail.com  
b. Telp/HP : 0856 5536 7273

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*) kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pemendalan kualitas statistika Proses Produksi, Diplomasi  
Mawardi, PT. Bejara, Diageo Surabaya, Jawa Timur

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya  
Pada tanggal : 29 Juni 2016  
Yang menyatakan,

Dosen Pembimbing 1

Dra. Fitra Aksiana, M.Si

NIP. 19670602 201112 2 002

Yusuf Mawardi

Nrp. 1313 030 051

**KETERANGAN :**

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

**PENGENDALIAN KUALITAS STATISTIK  
PROSES PRODUKSI *DIPLOMAT MILD*  
DI PT. GELORA DJAJA  
SURABAYA JAWA TIMUR**

**Nama** : Yusuf Mawardi  
**NRP** : 1313 030 051  
**Jurusan** : Statistika  
**Program Studi** : Diploma III  
**Dosen Pembimbing** : Diaz Fitra Aksioma, M.Si

**Abstrak**

*PT. Gelora Djaja merupakan salah satu perusahaan milik swasta di Indonesia dan merupakan salah satu produsen rokok besar yang merupakan anak perusahaan PT. Wismilak Inti Makmur Tbk. Penting bagi perusahaan untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermutu tinggi agar dapat bersaing dan memiliki prospek keberhasilan jangka panjang. Untuk menjaga agar perusahaan tetap dapat bersaing dengan produsen rokok yang lain salah satu cara yang dilakukan adalah dengan menjaga dan meningkatkan stabilitas proses produksi melalui pengendalian kualitas proses produksinya. Salah satu departemen yang terdapat di PT. Gelora Djaja adalah departemen Secondary Production yang didalamnya terdapat divisi Quality Control. Pengendalian kualitas statistik dilakukan pada proses produksi Diplomat Mild dengan menggunakan hasil produksi pada Bulan Juli sampai Desember 2015. Karakteristik kualitas yang digunakan yaitu Berat, Pressure Drop (PD), Diameter, Ventilasi, Ovality, dan Roundness. Metode yang digunakan adalah Generalized Variance untuk mengontrol varians proses dan  $T^2$  Hotelling untuk mengontrol rata-rata proses. Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa proses produksi Diplomat Mild telah terkendali berdasarkan varians proses tetapi tidak terkendali berdasarkan rata-rata proses. Hal ini disebabkan karena kurangnya pengawasan terhadap proses produksi Diplomat Mild baik dari operator, setting mesin, bahan baku, lingkungan, dan penggunaan mesin yang telah tua, sehingga perlu dilakukan perbaikan dalam proses produksi.*

**Kata Kunci** : *Diplomat Mild, Generalized Variance, Pengendalian Kualitas,  $T^2$  Hotelling*

**QUALITY CONTROL OF DIPLOMAT MILD  
PRODUCTION PROCESS  
IN PT. GELORA DJAJA  
SURABAYA JAWA TIMUR**

**Student Name** : Yusuf Mawardi  
**NRP** : 1313 030 051  
**Department** : Statistika  
**Programme** : Diploma III  
**Academic Supervisor** : Diaz FitraAksioma, M.Si

**Abstract**

*PT. Gelora Djaja is a private company in Indonesia and one of the major cigarette manufacturer which is a subsidiary company of PT. Wisnilak Inti Makmur Tbk. It is important for the company to produce goods and services in high quality, in order to compete and have the prospect of long-term success by maintaining and improving the stability of the production process through the production process quality control in quality control division. According to the statement from quality division, the production process is already in between the specification limits, further, the division wants to know whether the process is in statistically control or not, so this study will discuss more about it by controlling the production process of Diplomat Mild from July-December 2015. The quality characteristics are used in the process are weight, Pressure Drop (PD), Diameter, Ventilation, Ovality, and Roundness. Generalized Variance and  $T^2$  Hotelling are used in this study, while General Variance is for controlling the variance process, and  $T^2$  Hotelling is for controlling the mean process. Based on the result, the production process of Diplomat Mild is statistically in control for the variance process, but in the mean process is not statistically in control. This is due to lack of Diplomat Mild production process control either from the operator, machine settings, raw materials, environment, and old machine, which means that the production process needs to be improved.*

**Keywords** : *Diplomat Mild, Generalized Variance, Quality Control,  $T^2$  Hotelling*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>COVER INDONESIA</b> .....	ii
<b>COVER INGGRIS</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Masalah .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Analisis Multivariat .....	5
2.1.1 Pengujian Dependensi Variabel .....	5
2.1.2 Distribusi Normal Multivariat .....	6
2.2 Peta Kendali .....	7
2.2.1 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> .....	8
2.2.2 Peta Kendali $T^2$ <i>Hotelling</i> .....	9
2.3 Diagram Sebab-Akibat ( <i>Ishikawa</i> ) .....	13
2.4 PT. Gelora Djaja .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	15
3.2 Variabel Penelitian .....	15

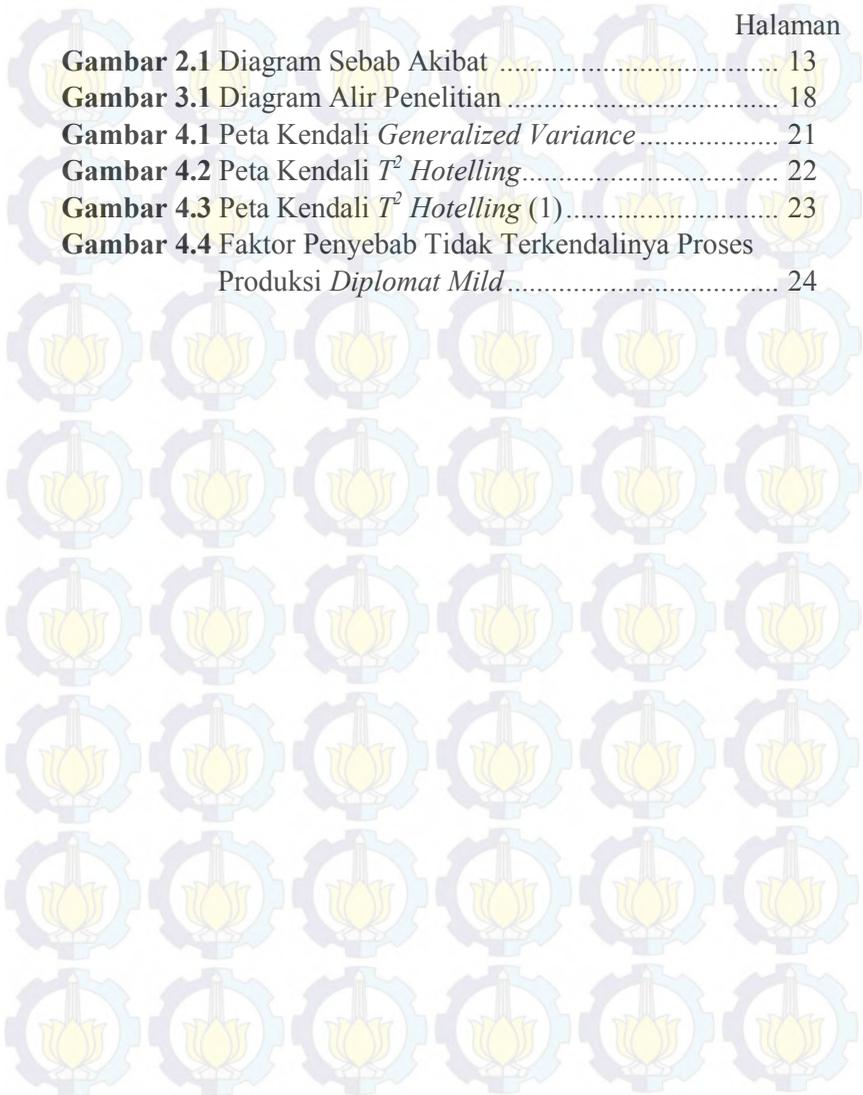
3.3 Langkah Analisis .....	16
3.4 Diagram Alir .....	18
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas .....	19
4.2 Pemeriksaan Asumsi .....	19
4.2.1 Pemeriksaan Dependensi Antar Karakteristik Kualitas .....	20
4.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat .....	20
4.3 Analisis Pengendalian <i>Mean</i> dan <i>Varians</i> .....	20
4.3.1 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> .....	21
4.3.2 Peta Kendali <i>T<sup>2</sup> Hotelling</i> .....	22
4.4 Identifikasi Penyebab Tidak Terkendalnya Proses.....	23
4.5 Diagram <i>Ishikawa</i> .....	24
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran.....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	31
<b>LAMPIRAN</b> .....	33

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Strukur Data Peta Kendali $T^2$ Hotelling .....	12
<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian <i>Diplomat Mild</i> .....	15
<b>Tabel 4.1</b> Deskriptif Karakteristik Kualitas Proses Produksi <i>Diplomat Mild</i> .....	19
<b>Tabel 4.2</b> Identifikasi Variabel Penyebab Tidak Terkendalnya <i>Mean Process</i> pada Produk <i>Diplomat Mild</i> .....	23

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Diagram Sebab Akibat .....	13
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	18
<b>Gambar 4.1</b> Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> .....	21
<b>Gambar 4.2</b> Peta Kendali $T^2$ Hotelling.....	22
<b>Gambar 4.3</b> Peta Kendali $T^2$ Hotelling (1).....	23
<b>Gambar 4.4</b> Faktor Penyebab Tidak Terkendalinya Proses Produksi <i>Diplomat Mild</i> .....	24



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1</b> Data Proses Produksi <i>Diplomat Mild</i> PT. Gelora Djaja Bulan Juli-Desember Tahun 2015 Tidak Dapat Dilampirkan Karena Tidak Mendapatkan Ijin Dari Perusahaan .....	32
<b>Lampiran 2</b> <i>Macro Minitab</i> Uji Distribusi Normal Multivariat .....	34
<b>Lampiran 3</b> <i>Output Minitab</i> Uji Distribusi Normal Multivariat .....	35
<b>Lampiran 4</b> <i>Output SPSS</i> Uji <i>Bartlett's Test</i> .....	36



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini dunia industri memegang peran penting dalam era pembangunan di Indonesia. Munculnya industri kecil dan besar baik perusahaan milik swasta maupun perusahaan milik negara akan menjadi tonggak dalam pembangunan bangsa. Kemampuan perusahaan menghasilkan produk barang atau jasa yang bermutu tinggi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan agar tetap dapat bersaing dan memiliki prospek keberhasilan jangka panjangnya. PT. Gelora Djaja merupakan salah satu produsen rokok besar yang terdapat di Surabaya dan merupakan anak perusahaan PT. Wismilak Inti Makmur Tbk. Produk pertama PT. Gelora Djaja adalah sigaret kretek tangan (SKT) merek 'Galan' yang mulai diproduksi bulan September tahun 1962. Dalam perkembangan selanjutnya, produk-produk berkualitas lahir dari PT. Gelora Djaja misalkan *Galan*, *Kretek Slim*, *Wismilak Kretek Slim*, *Galan Mild*, dan *Diplomat Mild*. *Diplomat Mild* adalah puncak kejayaan pengalaman bertahun-tahun didorong oleh teknologi, keahlian, dan semangat untuk mencapai keunggulan yang menghasilkan sensasi rokok yang manis dan aromatik.

*Quality Control* merupakan divisi yang terdapat di PT. Gelora Djaja Surabaya. Divisi tersebut berada dalam naungan departemen *Secondary Production*. Pada departemen tersebut proses produksi sudah sesuai dengan batas spesifikasi yang sudah ditentukan perusahaan. Namun departemen *Secondary Production* ingin mengetahui apakah produksi yang dihasilkan sudah terkendali secara statistik atau tidak. Hal ini dilakukan karena perusahaan ingin agar proses produksi yang dilakukan pada produk *Diplomat Mild* sesuai spesifikasi perusahaan dan terkendali secara statistik. Karakteristik kualitas yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah Berat, *Pressure Drop* (PD), Diameter, Ventilasi, *Ovality*, dan *Roundness*. Karakteristik kualitas berat digunakan dalam penelitian ini karena jika rokok terlalu berat rokoknya maka

akan mengakibatkan sulit dihisap karena pada saat dihisap rokok terlalu berat yang mengakibatkan seseorang yang merokok fokus pada menahan berat rokok bukan ke hisapannya. Karakteristik kualitas *pressure drop* digunakan karena jika daya hidup rokok terlalu cepat maka akan mengakibatkan konsumen dirugikan. Sedangkan karakteristik kualitas *ovality* digunakan karena jika ujung rokok yang digunakan terlalu oval maka akan mengakibatkan sulit untuk dihisap karena bentuk rokok yang terlalu oval. Penelitian dilakukan hanya pada proses produksi *Diplomat Mild* saja. Karena produk *Diplomat Mild* merupakan produk baru yang baru dirilis dua tahun ini. Karena merupakan produk baru perusahaan hanya menggunakan analisis yang sederhana terhadap proses produksi *Diplomat Mild*. Sehingga banyak produk cacat yang sering dihasilkan dari proses produksi *Diplomat Mild*. Untuk mengurangi hal tersebut salah satu cara yang dapat dilakukan adalah mempunyai standar proses produksi pada produk *Diplomat Mild*. Selain itu pihak perusahaan ingin mengetahui apakah proses produksi yang terdapat pada produk *Diplomat Mild* sudah berjalan dengan baik atau tidak berdasarkan statistik.

Metode statistika yang seringkali digunakan dalam melakukan pemecahan masalah terhadap pengendalian kualitas proses produksi adalah peta kendali (*control chart*). Peta kendali adalah suatu alat yang digunakan untuk melihat kualitas hasil proses produksi apakah terkendali secara statistik. Peta kendali dibedakan menjadi peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Peta kendali variabel merupakan peta kendali yang digunakan untuk mengukur karakteristik kualitas yang terukur dengan mengendalikan *mean process* dan varians proses. Peta kendali dibedakan menjadi dua yaitu peta kendali univariat dan multivariat. Peta kendali univariat adalah peta kendali yang menggunakan satu karakteristik kualitas. Peta kendali multivariat adalah peta kendali dimana karakteristik kualitas yang digunakan lebih dari satu.

Penelitian tentang rokok juga pernah dilakukan oleh (Salam, 2015) diperoleh hasil proses perusahaan harus menerapkan

SOP yang berlaku untuk meningkatkan kualitas kerja dan perusahaan harus memiliki prioritas dalam melakukan perbaikan. Penelitian lainnya yaitu oleh (Haryanti, 2006) diperoleh hasil bahwa proporsi kerusakan yang terjadi di bulan februari terlalu tinggi sebesar 1.2% dan pelaksanaan pengendalian kualitas di PT. X kurang optimal. Penelitian lainnya yaitu oleh (Nursanti, 2007) diperoleh hasil bahwa peta kendali  $p$  untuk kecacatan produk rokok SKT menunjukkan bahwa proses berada dalam kondisi *in control* akan tetapi memiliki nilai  $Cpk$  sebesar 0.21 yang artinya proses produksi belum kapabel dan perlu dilakukan proses perbaikan.

## 1.2 Rumusan Masalah

PT. Gelora Djaja Surabaya melakukan pengendalian kualitas proses produksi *Diplomat Mild* hanya melihat karakteristik kualitas berdasarkan batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan. Selain itu *Diplomat Mild* merupakan produk baru yang belum memiliki standar proses produksi yang baik. Berdasarkan hal itu dapat dilihat bahwa analisis yang dilakukan oleh PT. Gelora Djaja Surabaya sangat sederhana dan proses produksi juga memerlukan standar proses yang baik. Gambaran permasalahan diatas membuat perusahaan harus melakukan analisis proses produksi agar proses tetap terkendali dengan baik. Berdasarkan permasalahan diatas yang dibahas dalam penelitian ini adalah apakah hasil proses produksi *Diplimat Mild* sudah terkendali secara statistik atau tidak dan apakah penyebab hasil proses produksi tidak terkendali secara statistik.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah masalah diatas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui hasil proses produksi *Diplomat Mild* sudah terkendali secara statistik atau tidak.
2. Mengetahui penyebab tidak terkendalinya hasil proses produksi.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan masalah di atas, tujuan yang dicapai pada penelitian ini adalah untuk memberikan evaluasi proses produksi pada perusahaan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

PT. Gelora Dajaja mempunyai 9 produk. Batasan masalah dalam periode penelitian ini adalah hanya menggunakan satu produk yaitu *Diplomat Mild*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Analisis Multivariat

Analisis multivariat merupakan analisis statistika pada data yang terdiri dari banyak variabel dan antar variabel saling berhubungan (Johnson & Wichern, 2007). Konsep dasar dari analisis multivariat adalah variabel harus berkorelasi dengan variabel lainnya dan data berdistribusi normal multivariat.

#### 2.1.1 Pengujian Dependensi Variabel

Pengamatan dengan  $p$  variabel, yaitu vektor  $X_1, X_2, \dots, X_p$  dikatakan independen jika matriks korelasi antar variabel sama dengan matriks identitas (Morrison, 1990). Untuk mengetahui apakah variabel-variabel saling independen maka digunakan metode *Barlett's Test* dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$  (Karakteristik kualitas saling independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$  (Karakteristik kulaitas saling dependen)

Statistik Uji *Chi square* :

$$\chi^2 = - \left[ n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}| \quad 2.1$$

Keterangan :

$n$  : jumlah observasi

$p$  : jumlah variabel dan

$\mathbf{R}$  : matrik korelasi dari masing-masing variabel

$|\mathbf{R}|$  : Determinan matrik korelasi

Daerah penolakan :

$H_0$  ditolak jika nilai  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{(\alpha; \frac{1}{2}p(p-1))}$

$\chi^2_{(\alpha; \frac{1}{2}p(p-1))}$  adalah nilai distribusi *chi-square* dengan tingkat kepercayaan sebesar  $\alpha$  dan derajat bebas  $\frac{1}{2}p(p-1)$ . Matrik korelasi  $\mathbf{R}$  diberikan oleh (Walpole, 1995).

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$r_{jh} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ih} - \bar{x}_h)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 (x_{ih} - \bar{x}_h)^2}} \quad 2.2$$

Dimana :

$r_{jh}$  = nilai korelasi antara karakteristik kualitas ke- $j$  dan karakteristik kualitas ke- $h$

$i$  = sampel karakteristik kualitas ke- $i$  ( $i=1,2,\dots,n$ )

$n$  = jumlah observasi

$x_{ij}$  = sampel karakteristik kualitas ke- $i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) karakteristik kualitas ke- $j$  ( $j=1,2,\dots,p$ )

$x_{ih}$  = sampel karakteristik kualitas ke- $i$  sampai karakteristik kualitas ke- $h$  ( $h=1,2,\dots,p$ )

$\bar{x}_h$  = Rata-rata karakteristik kualitas ke- $h$  ( $h=1,2,\dots,p$ )

$\bar{x}_j$  = Rata-rata karakteristik kualitas ke- $j$  ( $j=1,2,\dots,p$ )

$\mathbf{R}$  = matriks korelasi dari masing-masing karakteristik kualitas

### 2.1.2 Distribusi Normal Multivariat

Suatu pengamatan  $X_1, X_2, \dots, X_p$  mempunyai distribusi normal multivariat dengan fungsi densitas/kepadatan peluang adalah sebagai berikut (Montgomery, 2012).

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)\Sigma^{-1}(x-\mu)} \quad 2.3$$

Untuk mengetahui apakah karakteristik kualitas pengamatan berdistribusi normal multivariat maka dilakukan pemeriksaan menggunakan Persamaan 2.4

$$d_i^2 = (X_{jk} - \bar{X}_j)' S^{-1} (X_{jk} - \bar{X}_j) \quad 2.4$$

Dimana:  $X_{jk} = \bar{X}_{jk} = \begin{bmatrix} X_{npj} \\ X_{npk} \\ X_{npm} \end{bmatrix}$  dan  $X_j = \bar{X}_j = \begin{bmatrix} \bar{X}_{jp1} \\ \bar{X}_{jp2} \\ \bar{X}_{jpm} \end{bmatrix}$

Nilai matriks varians kovarian  $S$  ditunjukkan pada Persamaan 2.5 sebagai berikut.

$$s_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \quad 2.5$$

$s_{jh}$  dapat dicari dengan Persamaan 2.6 sebagai berikut.

$$s_{jh} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)(X_{ih} - \bar{X}_h) \quad 2.6$$

Sehingga apabila terdapat kurang dari 50% jarak  $d_j^2 \leq \chi^2_{(p,0.05)}$  maka data berdistribusi multivariat normal.

dimana:

$x_{jk}$  = unit pengamatan pada sampel ke- $i$ , karakteristik kualitas ke- $j$ , dan subgroup ke- $k$

$x_{ij}$  = unit pengamatan pada sampel ke- $i$ , karakteristik kualitas ke- $j$

$x_{ih}$  = unit pengamatan pada sampel ke- $i$ , karakteristik kualitas ke- $h$

$i$  = 1,2,...,n jumlah sampel tiap subgroup

$j$  = 1,2,...,p adalah jumlah karakteristik kualitas

$k$  = 1,2,...,m adalah jumlah subgroup

$S^{-1}$  = invers matrik varian kovarian  $S$

$\bar{X}$  = jumlah rata-rata karakteristik kualitas tiap subgroup ke- $i$

## 2.2 Peta Kendali

Pengendalian kualitas statistika merupakan suatu metode untuk mengevaluasi kualitas produk hasil produksi dengan menggunakan metode-metode statistik, salah satu metode statistik yang akan digunakan adalah peta kendali. Terdapat dua jenis karakteristik kualitas, yaitu variabel dan atribut. Karakteristik

kualitas variabel adalah karakteristik kualitas produk yang dinyatakan melalui besaran yang dapat diukur, misalnya, panjang, lebar, temperatur, dll. Karakteristik kualitas atribut adalah karakteristik kualitas suatu produk yang dinyatakan dengan kategori tertentu, misalnya baik dan buruk, seperti produk cacat atau produk baik, jenis-jenis, dan lainnya.

Apabila karakteristik kualitas atribut, maka digunakan peta kendali atribut, tetapi jika karakteristik kualitas variabel digunakan peta kendali variabel. Peta kendali atribut antara lain, peta p, peta np, peta c, dan peta u. Peta kendali variabel ada beberapa macam, jika karakteristik kualitas hanya satu, maka digunakan peta kendali peta  $\bar{x} - R$ , peta  $\bar{x} - S$ , dan peta individu, tetapi jika karakteristik kualitas lebih dari satu dan antar karakteristik kualitas saling berkorelasi maka digunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling dan *Generalized Variance* (Montgomery, 2012).

### 2.2.1 Peta Kendali *Generalized Variance*

Suatu produk jika karakteristik kualitas lebih dari satu variabel dimana antar karakteristik kualitas tersebut saling dependen maka peta kendali yang digunakan adalah peta kendali multivariat. Terdapat dua jenis peta kendali yang digunakan untuk mengontrol kualitas dimana karakteristik kualitasnya multivariat yaitu pertama mengontrol varian proses dan kedua mengontrol *mean* proses. Diagram Kontrol *generalized variance* digunakan untuk mengontrol varians dari proses. Varians proses digambarkan dari matriks varian kovarian  $\Sigma$  berukuran  $p \times p$  dimana elemen diagonal utama adalah varians dan elemen yang lain adalah kovarians (Montgomery, 2012). Jika menggunakan pendekatan ini, plot pada peta kendali sampel ke- $i$  adalah:

$$W_k = -pn + pn \ln(n) - n \ln \left( \frac{|A_k|}{b_1} \right) + \text{tr} \left( S^{-1} A_k \right) \quad 2.7$$

dimana  $A_k = (n-1) S_k$ , dimana  $S_k$  adalah matrik kovarian subgroup ke- $k$ , dan  $\text{tr}$  adalah *trace operator* (jumlah elemen diagonal utama).

Metode yang digunakan untuk mengontrol variabilitas proses adalah peta kendali *generalized variance* ( $|S|$ ) dimana

determinan dari sampel varian kovarian matriks secara luas digunakan untuk mengukur penyebaran multivariat. Aproksimasi asimtotik normal digunakan untuk mengembangkan diagram kontrol untuk  $|\mathbf{S}|$ , sehingga dalam menaksir *mean* dan varians dari  $|\mathbf{S}|$  adalah sebagai berikut (Montgomery, 2009).

$$E(|\mathbf{S}|) = b_1 \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \quad 2.8$$

dan

$$V(|\mathbf{S}|) = b_2 \frac{|\mathbf{S}|^2}{b_2} \quad 2.9$$

dimana

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i) \quad 2.10$$

dan

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[ \prod_{i=1}^p (n-i+2) - \prod_{i=1}^p (n-i) \right] \quad 2.11$$

Sehingga batas kendali diagram kontrol untuk  $|\mathbf{S}|$  adalah

$$\text{BKA} = \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \left( b_1 + 3b_2^{1/2} \right)$$

$$\text{Garis Tengah} = b_1 \frac{|\mathbf{S}|}{b_1}$$

$$\text{BKB} = \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \left( b_1 - 3b_2^{1/2} \right) \quad 2.12$$

### 2.2.2 Peta Kendali $T^2$ Hotelling

Peta kendali  $T^2$  Hotelling adalah suatu diagram yang digunakan untuk mengetahui apakah *mean* proses produksi terkendali secara statistik atau tidak dimana terdapat dua atau lebih karakteristik kualitas yang saling berhubungan. Karakteristik

kualitasnya terdiri dari  $p$  variabel, yaitu  $X_1, X_2, \dots, X_p$ . Diagram kontrol  $T^2$  Hotelling mempunyai subgrup berukuran  $m$ , dimana ukuran tiap-tiap subgrup adalah  $n$  dan  $p$  adalah jumlah karakteristik kualitas yang diamati pada tiap-tiap sampel. Nilai  $S$  menjadi matriks kovarians. Struktur data pada analisis diagram kontrol  $T^2$  hotelling dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Montgomery, 2012). Untuk mencari rata-rata sampel dan varian adalah sebagai berikut.

$$\bar{x}_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ijk} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, p \\ k = 1, 2, \dots, m \end{array} \right. \quad 2.13$$

$$s^2_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{jk})^2 \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, p \\ k = 1, 2, \dots, m \end{array} \right. \quad 2.14$$

Dimana  $x_{ijk}$  adalah sampel ke- $i$  pada karakteristik kualitas ke- $j$  dan pada subgrup ke- $k$ . Kovarians diantara karakteristik kualitas ke- $j$  dan karakteristik kualitas ke- $h$  ( $h=1, 2, \dots, p$ ) pada subgrup ke- $k$  adalah

$$s_{jkh} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{jk})(x_{ihk} - \bar{x}_{hk}) \quad \left\{ \begin{array}{l} k = 1, 2, \dots, m \\ j \neq h \end{array} \right. \quad 2.15$$

Matriks kovarian yang dilambangkan dengan  $S$  ditunjukkan sebagai berikut.

$$S = \begin{bmatrix} \bar{s}_1^2 & \bar{s}_{12} & \bar{s}_{13} & \cdots & \bar{s}_{1p} \\ & \bar{s}_2^2 & \bar{s}_{23} & \cdots & \bar{s}_{2p} \\ & & \bar{s}_3^2 & \cdots & \bar{s}_{3p} \\ & & & \ddots & \vdots \\ & & & & \bar{s}_p^2 \end{bmatrix} \quad 2.16$$

Dimana :

$\bar{s}_1^2$  : Kovarian karakteristik kualitas ke-1

$\bar{s}_{12}$  : Kovarian karakteristik kualitas ke-1 dan ke-2

$\bar{s}_p^2$  : Kovarian karakteristik kualitas ke-1 sampai ke- $p$

Adapun nilai diagram kontrol  $T^2$  Hotelling adalah sebagai berikut.

$$T^2 = n(\bar{\bar{x}} - \bar{\bar{x}}) S^{-1}(\bar{\bar{x}} - \bar{\bar{x}}) \quad 2.17$$

Dimana :

$\bar{\bar{x}}$  : Nilai rata-rata karakteristik kualitas setiap subgroup

$\bar{\bar{x}}$  : Jumlah nilai rata-rata semua subgroup

Apabila  $n=1$  maka batas kontrol fase I seperti di bawah ini.

$$BKA = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn - m - p + 1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad 2.18$$

$$BKB = 0$$

Dimana

$p$  = banyaknya karakteristik kualitas

$m$  = jumlah subgroup

$n$  = jumlah sampel setiap subgroup

Nilai  $F_{\alpha, p, mn-m-p+1}$  merupakan nilai yang didapatkan dari tabel distribusi F dengan  $\alpha$  ditetapkan oleh peneliti dan derajat bebas  $p, mn-m-p+1$ . Struktur data pada Tabel 2.1. Pendekatan yang digunakan untuk menentukan karakteristik kualitas pada titik yang *out of control* adalah dengan mendekomposisi  $T^2$  menjadi komponen-komponen yang menggambarkan kontribusi dari masing-masing variabel. Jika  $T^2$  adalah suatu nilai tertentu dan  $T_i^2$  adalah nilai untuk semua variabel proses kecuali variabel ke- $i$ . Maka  $d_i$  adalah

$$d_i = T^2 - T_{(i)}^2 \quad 2.19$$

Keterangan :

$d_i$  = indikator kontribusi relatif dari karakteristik kualitas ke- $i$  untuk keseluruhan statistik

$T^2$  = nilai statistik dari semua karakteristik kualitas proses

$T_{(i)}^2$  = nilai statistik dari semua karakteristik kualitas proses tanpa karakteristik ke- $i$

Nilai  $d_i$  ( $i=1,2,\dots,p$ ) dan nilai  $d_i$  dibandingkan dengan nilai  $\chi_{(\alpha,1)}^2$ .

Jika nilai  $T_i^2 > \chi_{\alpha,1}^2$  maka karakteristik kualitas ke- $i$  tersebut yang menjadi penyebab *out of control*.

**Tabel 2.1** Struktur Data Peta Kendali  $T^2$  Hotelling

Subgrup (k)	Sampel tiap subgrup (i)	Karakteristik Kualitas (j)				
		$X_1$	...	$X_j$	...	$X_p$
1	1	$x_{111}$	...	$x_{1j1}$	...	$x_{1p1}$
	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
	i	$x_{i11}$	...	$x_{ij1}$	...	$x_{ip1}$
	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
	n	$x_{n11}$	...	$x_{nj1}$	...	$x_{np1}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.11}$	...	$\bar{x}_{.j1}$	...	$\bar{x}_{.p1}$
$S^2$	$S^2_{.11}$	...	$S^2_{.j1}$	...	$S^2_{.p1}$	
k	1	$x_{11k}$	...	$x_{1jk}$	...	$x_{1pk}$
	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
	i	$x_{i1k}$	...	$x_{ijk}$	...	$x_{ipk}$
	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
	n	$x_{n1k}$	...	$x_{njk}$	...	$x_{npk}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.1k}$	...	$\bar{x}_{.jk}$	...	$\bar{x}_{.pk}$
$S^2$	$S^2_{.1k}$	...	$S^2_{.jk}$	...	$S^2_{.pk}$	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
m	1	$x_{11m}$	...	$x_{1jm}$	...	$x_{1pm}$
	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
	i	$x_{i1m}$	...	$x_{ijm}$	...	$x_{ipm}$
	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
	n	$x_{n1m}$	...	$x_{njm}$	...	$x_{npm}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.1m}$	...	$\bar{x}_{.jm}$	...	$\bar{x}_{.pm}$
$S^2$	$S^2_{.1m}$	...	$S^2_{.jm}$	...	$S^2_{.pm}$	
<b>Rata-rata Keseluruhan</b>		$\bar{\bar{x}}_{.1}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.j}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.p}$
<b>Varians Keseluruhan</b>		$S^2_{.1}$	...	$S^2_{.j}$	...	$S^2_{.p}$

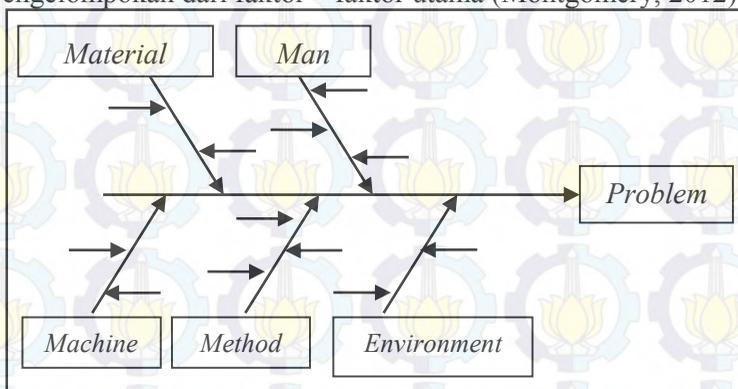
### Keterangan

- $i$  = ukuran subgrup ;  $i = 1,2,\dots,n$   
 $j$  = karakteristik kualitas ;  $j = 1,2,\dots,p$   
 $k$  = jumlah subgrup ;  $k = 1,2,\dots,m$

### 2.3 Diagram Sebab-Akibat (*Ishikawa*)

Diagram sebab akibat disebut juga diagram tulang ikan karena bentuknya yang mirip tulang ikan. Biasa juga disebut sebagai diagram *Ishikawa* karena ditemukan oleh orang Jepang yang bernama *Ishikawa*. Diagram ini menggambarkan hubungan antara masalah atau akibat dengan faktor-faktor yang menjadi penyebabnya sehingga lebih mudah dalam penanganannya karena dapat melukiskan dengan jelas berbagai produk cacat.

Dalam pembuatan diagram ishikawa, akibat dituliskan sebagai moncong kepala sedangkan tulang ikan di isi oleh sebab – sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Faktor – faktor penyebab lama dapat dikembangkan melalui stratifikasi ke dalam pengelompokan dari faktor – faktor utama (Montgomery, 2012).



Gambar 2.1 Diagram Sebab Akibat

## 2.4 PT. Gelora Djaja

PT. Gelora Djaja merupakan salah satu produsen rokok besar yang terdapat di Surabaya dan merupakan anak perusahaan PT. Wisnilak Inti Makmur Tbk. Dengan visi yang di jalankan yaitu “Berupaya menjadi pelaku industri kelas dunia dengan keunggulan kualitas produk dan jasa yang dihasilkan dengan pertumbuhan berkesinambungan yang diperoleh melalui integritas, kerjasama tim, pengembangan yang berkelanjutan serta inovasi”, PT. Gelora Djaja terus tumbuh dan berkembang hingga saat ini. Produk pertama PT. Gelora Djaja adalah sigaret kretek tangan (SKT) merek ‘Galan’ yang mulai diproduksi bulan September tahun 1962. Setahun kemudian PT. Gelora Djaja meluncurkan produk ‘Wisnilak Kretek Spesial’. Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi pembuatan rokok PT. Gelora Djaja meluncurkan produk ‘Diplomat’ pada tahun 1989. Dalam perkembangan selanjutnya, produk-produk berkualitas lahir dari PT. Gelora Djaja misalkan *Galan*, *Kretek Slim*, *Wisnilak Kretek Slim*, *Galan Mild*, dan *Diplomat Mild*. *Diplomat Mild* adalah puncak kejayaan pengalaman bertahun-tahun didorong oleh teknologi, keahlian, dan semangat untuk mencapai keunggulan yang menghasilkan sensasi rokok yang manis dan aromatik (PT. Gelora Djaja Surabaya, 2014).

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari divisi *Quality Control* (QC) hasil produksi *Diplomat Mild* pada Bulan Agustus - Desember 2015. Pengukuran data dilakukan pada *making process* dengan menggunakan alat QTM. Sampel yang digunakan adalah data proses produksi *Diplomat Mild* sebanyak 500 dengan subgrup hari sebanyak 50 dan sampel setiap subgrup sebanyak 10. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara sampling acak karena melihat waktu produksi *Diplomat Mild* yang dilakukan perusahaan.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan di PT. Gelora Djaja Surabaya terdapat 6 variabel. 6 variabel tersebut dapat dilihat pada (Tabel 3.1).

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian *Diplomat Mild*

Var.	Keterangan	Definisi Operasional	Batas Spesifikasi		Satuan
			Bawah	Atas	
X <sub>1</sub>	Berat Rokok	Berat Rokok Dari Setiap Batang	0,96	1,04	Gram
X <sub>2</sub>	<i>Pressure Drop</i>	Daya Hidup Rokok Selama Di hisap	97,00	117,0	mmWG
X <sub>3</sub>	Diameter Rokok	Lebar Lingkaran Batang Rokok	6,94	7,04	mm
X <sub>4</sub>	Ventilasi Rokok	Aliran Udara pada Setiap Batang Rokok	29,00	39,00	%
X <sub>5</sub>	<i>Ovality</i>	Bentuk Keovalan Setiap Batang Rokok	-	-	%

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian *Diplomat Mild* (Lanjutan)

Var.	Keterangan	Definisi Operasional	Batas Spesifikasi		Satuan
			Bawah	Atas	
X <sub>6</sub>	<i>Roundness</i>	Bentuk Kebulatan Setiap Batang Rokok	-	-	%

### 3.3 Langkah Analisis

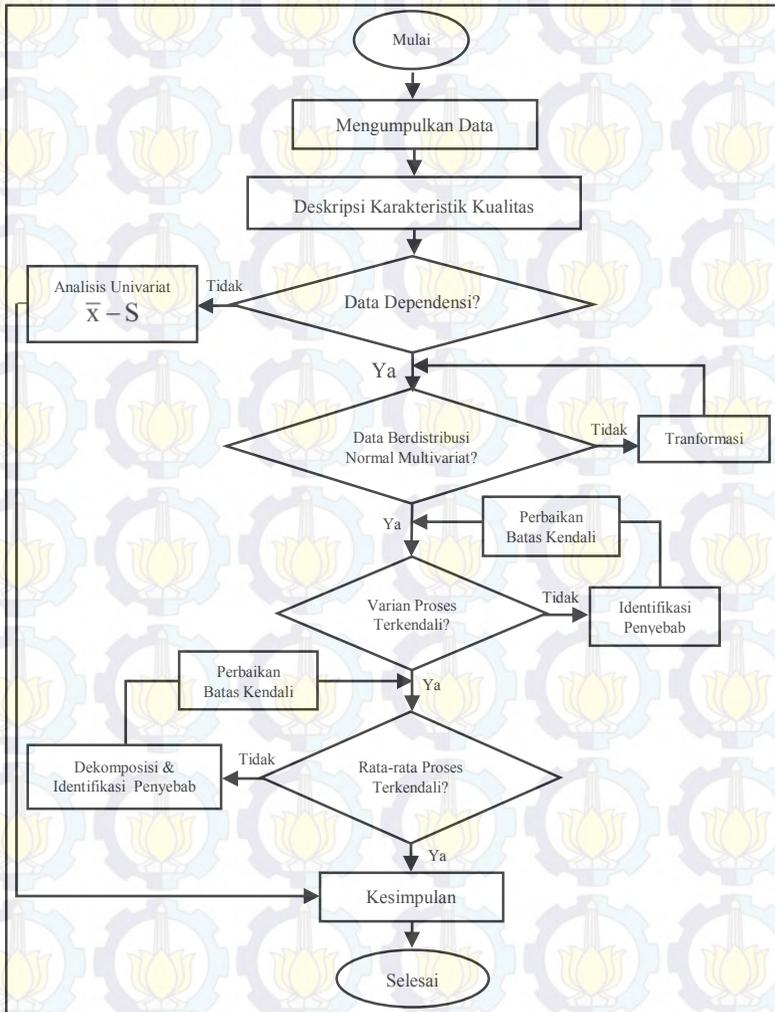
Langkah analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan analisis statistika deskriptif untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari data proses produksi *Diplomat Mild*.
- b. Melakukan pengujian dependensi antar karakteristik kualitas untuk mengetahui apakah antar masing-masing karakteristik kualitas saling berhubungan.
- c. Melakukan pengujian distribusi normal multivariat untuk mengetahui apakah data dari karakteristik kualitas yang diamati telah mengikuti pola distribusi normal multivariat.
- d. Membuat peta kendali *generalized variance* dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:
  1. Menentukan nilai  $|S|$  melalui Persamaan (2.16)
  2. Menentukan nilai  $b_1$  dan  $b_2$  melalui Persamaan (2.10) dan (2.11)
  3. Menentukan nilai  $A_k$  melalui Persamaan (2.7)
  4. Menentukan BKA melalui Persamaan (2.12)
  5. Menentukan garis tengah melalui Persamaan (2.12)
  6. Menentukan BKA melalui Persamaan (2.12)
  7. Menentukan nilai  $w_k$  melalui Persamaan (2.7)
  8. Memasukkan titik plot pengamatan pada peta kendali *generalized variance*

9. Membuat batas kendali baru jika terdapat plot pengamatan yang *out off control* dengan syarat penyebab sudah diketahui
- e. Membuat peta kendali  $T^2$  Hotelling.
  1. Membuat peta kendali  $T^2$  Hotelling dengan titik pengamatan didapat melalui Persamaan (2.17) serta BKA dan BKB melalui Persamaan (2.18)
  2. Jika proses tidak terkendali maka dilakukan dekomposisi untuk menentukan karakteristik kualitas yang menjadi penyebabnya melalui Persamaan (2.19)
  3. Setelah karakteristik kualitas penyebab tidak terkendali diketahui, maka dilakukan perbaikan dengan cara membuang observasi yang berada diluar batas kendali (asumsi bahwa penyebab variabel *out off control* dapat dan telah diperbaiki)
- f. Membuat diagram sebab akibat dengan langkah sebagai berikut :
  1. Membuat kerangka diagram *ishikawa*
  2. Merumuskan masalah utama yang terjadi
  3. Mencari faktor-faktor utama yang berpengaruh atau berakibat pada permasalahan
  4. Menentukan penyebab untuk masing-masing faktor utama penyebab masalah
  5. Menggambarkan diagram *ishikawa*
- g. Menginterpretasikan, Kesimpulan dan saran

### 3.4 Diagram Alir

Diagram alir langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas

Deskripsi karakteristik kualitas dilakukan untuk mengetahui karakteristik data pada variabel berat, PD, diameter, ventilasi, *ovality*, dan *roundness* pada data proses produksi *Diplomat Mild* Bulan Agustus-Desember tahun 2015 di PT. Gelora Djaja Surabaya.

**Tabel 4.1** Deskripsi Karakteristik Kualitas Proses Produksi *Diplomat Mild*

Variabel	Satuan	Mean	Varians	Min	Max	Spesifikasi
Berat	Gram	1,0050	0,00058	0,944	1,09	0,96-1,04
PD	mmWG	106,88	38,26	92,00	132	97,0-117,0
Diameter	Mm	6,9846	0,00063	6,89	7,06	6,94-7,04
Ventilasi	%	35,449	18,554	20,9	49,2	29,0-39,0
<i>Ovality</i>	%	0,5312	0,0092	0,23	0,87	-
<i>Roundness</i>	%	92,396	1,89	87,5	96,7	-

Tabel 4.1 dapat disimpulkan pada karakteristik kualitas berat nilai minimal dan maksimal berada diluar batas spesifikasi. Hal ini menunjukkan secara visual karakteristik kualitas berat tidak sesuai dengan batas spesifikasi. Pada karakteristik kualitas PD juga ditemukan nilai minimal dan maksimal berada diluar batas spesifikasi yang ditentukan perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik kualitas PD tidak sesuai dengan batas spesifikasi perusahaan. Pada karakteristik kualitas diameter dan ventilasi nilai minimal dan maksimal juga berada diluar batas spesifikasi perusahaan. Hal ini menunjukkan secara visual bahwa proses produksi *Diplomat Mild* tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan.

### 4.2 Pemeriksaan Asumsi

Pemeriksaan asumsi lakukan untuk menganalisis peta kendali karena diperlukan beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu analisis dependensi antar karakteristik kualitas dan distribusi normal multivariat. Pemeriksaan asumsi dilakukan pada data proses produksi *Diplomat Mild* di PT. Gelora Djaja Bulan Agustus-

Desember tahun 2015. Hasil pemeriksaan asumsi yang dilakukan adalah sebagai berikut.

#### 4.2.1 Pemeriksaan Dependensi Antar Karakteristik Kualitas

Pemeriksaan asumsi yang pertama dilakukan dan harus dipenuhi adalah pengujian dependensi antar karakteristik kualitas. Pengujian dependensi antar karakteristik kualitas dilakukan untuk mengetahui apakah antar karakteristik kualitas saling dependen. Pengujian dependensi dilakukan dengan menggunakan metode *Barlett's test* diperoleh hasil nilai  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 4316,350 yang ditunjukkan pada lampiran 4. Nilai selang kepercayaan yang digunakan adalah sebesar 0,05 dan derajat bebas  $\frac{1}{2}6(6-1) = 15$  diperoleh nilai  $\chi^2_{(0.05; \frac{1}{2}6(6-1))}$  sebesar 24,996. Dengan

membandingkan kedua nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa matrik korelasi tidak sama dengan matriks identitas atau terdapat hubungan antar karakteristik kualitas satu dengan yang lainnya.

#### 4.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

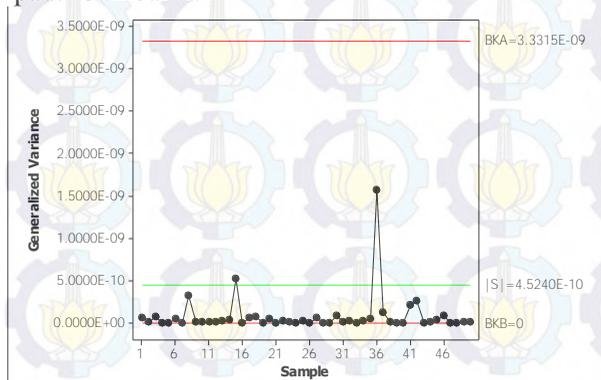
Pemeriksaan asumsi yang selanjutnya adalah pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat. Pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat harus dipenuhi untuk dapat melanjutkan ke analisis selanjutnya. Tujuan dilakukan pemeriksaan distribusi normal multivariat adalah untuk mengetahui apakah data proses produksi *Diplomat Mild* di PT.Gelora Djaja Bulan Agustus - Desember tahun 2015 berdistribusi normal multivariat atau tidak, dengan menggunakan *macro* minitab yang terdapat pada lampiran 2 dan Persamaan 2.4 menghasilkan t sebesar 0,522 yang dapat dilihat pada Lampiran 3 dimana terdapat lebih dari 50% nilai  $d_1^2$  lebih dari  $\chi^2_{(60,0.5)}$ , maka dapat disimpulkan bahwa data data proses produksi *Diplomat Mild* di PT.Gelora Djaja Bulan Agustus-Desember tahun 2015 mengikuti distribusi normal multivariat sehingga pemeriksaan asumsi sudah terpenuhi maka dapat dilanjutkan pada analisis berikutnya.

### 4.3 Analisis Pengendalian *Mean* dan *Varians*

Analisis pengendalian *mean* dan *varians* proses merupakan sebuah analisis yang dilakukan untuk mengetahui *mean* dan *varians* proses sudah terkendali secara statistik atau tidak. Analisis pengendalian *mean* dan *varians* proses dilakukan dengan menggunakan peta kendali. Berikut merupakan analisis pengendalian *mean* dan *varians* proses.

#### 4.3.1 Peta Kendali *Generalized Variance*

Analisis pengendalian *varians* proses dilakukan menggunakan peta kendali *generalized variance*. Analisis dilakukan menggunakan data proses produksi *Diplomat Mild* di PT. Gelora Djaja Bulan Agustus-Desember tahun 2015 dengan menggunakan karakteristik kualitas berat rokok, *pressure drop*, diameter, ventilasi, *ovality*, dan *roundness*, hasilnya ditunjukkan melalui pada Gambar 4.1

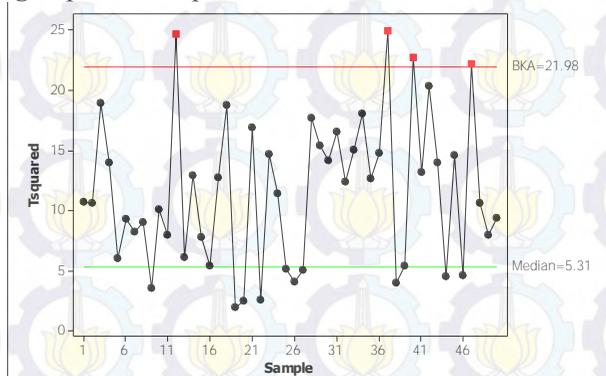


Gambar 4.1 Peta Kendali *Generalized Variance*

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa peta kendali diatas menunjukkan bahwa *varians* data proses produksi *Diplomat Mild* telah terkendali secara statistik karena semua sampel titik pengamatan berada dalam batas kendali. Setelah *varians* proses terkendali secara statistik maka dapat dilakukan analisis selanjutnya menggunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling untuk melihat *mean process* pada data produksi *Diplomat Mild* di PT. Gelora Djaja Surabaya.

#### 4.3.2 Peta Kendali $T^2$ Hotelling

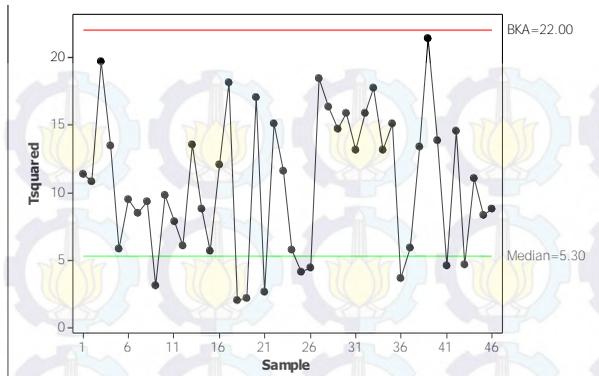
Setelah dilakukan analisis pengendalian varians proses dan proses sudah dalam keadaan terkendali maka selanjutnya dilakukan pengendalian terhadap *mean process*. Hasil pengendalian *mean process* menggunakan peta kendali  $T^2$  Hotelling dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Peta Kendali  $T^2$  Hotelling

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa terdapat 4 sampel pengamatan yang keluar dari batas kendali atas. Sampel yang keluar batas kendali atas adalah sampel pengamatan ke 12, 37, 40 dan 47. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses produksi *Diplomat Mild* belum terkendali dalam *mean process* sehingga permasalahan ini perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan mengidentifikasi penyebab tidak terkendalinya *mean process* dan mengetahui faktor penyebabnya.

Pada Gambar 4.3 setelah peta kendali  $T^2$  Hotelling diketahui faktor yang menyebabkan *mean process* tidak terkendali. Perbaikan batas kendali dilakukan pada *mean process* dengan membuang sampel pengamatan yang berada diluar batas kendali karena penyebabnya telah diketahui. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa sampel pengamatan tidak ada yang keluar dari batas kendali dengan batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa *mean process Diplomat Mild* telah terkendali secara statistik.



Gambar 4.3 Peta Kendali  $T^2$  *Hotelling* (1)

#### 4.4 Identifikasi Penyebab Tidak Terkendalinya Proses

Faktor-faktor penyebab tidak terkendalinya proses dan identifikasi variabel dibutuhkan untuk evaluasi bagi perusahaan yang akan digunakan untuk memperbaiki sistem dan dapat meningkatkan kualitas. Karakteristik kualitas penyebab tidak terkendalinya proses ditunjukkan pada Tabel 4.2

**Tabel 4.2** Identifikasi Karakteristik Kualitas Penyebab Tidak Terkendalinya *Mean Process* pada Produk *Diplomat Mild*

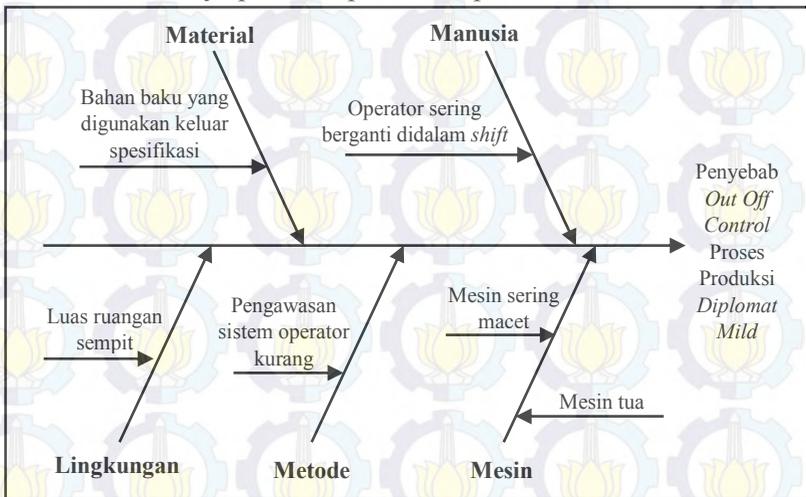
Subgrup	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$\chi^2(0,05;1)$
12	1,99	3,33	3,49	0,08	0,02	0,01	
37	7,05	0,01	2,01	6,38	1,60	1,58	3,84
40	0	5,18	0,56	0,58	6,35	6,47	
47	0,94	0	0,04	0	2,50	2,73	

Tabel 4.2. menunjukkan karakteristik kualitas tidak terkendalinya *mean process* pada produk *Diplomat Mild* dari masing-masing subgrup yang berada di luar batas kendali. Karakteristik kualitas  $X_1$  ditunjukkan oleh  $a_1$ , karakteristik kualitas  $X_2$  ditunjukkan oleh  $a_2$ , karakteristik kualitas  $X_3$  ditunjukkan oleh  $a_3$ , karakteristik kualitas  $X_4$  ditunjukkan oleh  $a_4$ , karakteristik kualitas  $X_5$  ditunjukkan oleh  $a_5$ , karakteristik kualitas  $X_6$  ditunjukkan oleh  $a_6$ . Berdasarkan Gambar 4.2 terdapat nilai  $a_i > \chi^2(0,05;1) = 3,84$ . Nilai  $a_i > \chi^2_{\text{tabel}}$  diberikan tanda warna kuning yang artinya karakteristik kualitas yang dominan menyebabkan tidak terkendalinya proses produksi adalah karakteristik kualitas berat

rokok ( $X_1$ ), *pressure drop* ( $X_2$ ), ventilasi rokok ( $X_4$ ), *Ovality* ( $X_5$ ) dan *roundness* ( $X_6$ ). Sedangkan karakteristik kualitas yang tidak menyebabkan tidak terkendalinya proses produksi adalah diameter rokok ( $X_3$ )

#### 4.5 Diagram *Ishikawa*

Diagram *Ishikawa* digunakan untuk menjelaskan faktor-faktor penyebab tidak terkendalinya proses yang digambarkan dalam bentuk diagram tulang ikan. Hasil penjelasan dari penyebab tidak terkendalinya proses dapat dilihat pada Gambar 4.4



**Gambar 4.4** Faktor Penyebab Tidak Terkendalinya Proses Produksi *Diplomat Mild*

Gambar 4.4 menunjukkan tentang faktor penyebab *out of control* proses produksi *Diplomat Mild* yang dilihat dari material, manusia, lingkungan, metode, dan mesin. Penjelasan lebih detail penyebab data pengamatan proses produksi *Diplomat Mild* banyak yang berada diluar batas kendali adalah sebagai berikut:

1. Material
  - a. *Raw material* yang digunakan keluar spek *Raw material* adalah semua bahan yang diperlukan dalam pembuatan produksi rokok. *Raw material* terdiri

dari tembakau, saus, bahan tambahan (glukosa, air, dll), Penyedap (cengkeh dan minyak cengkeh). Dari semua *raw material* tersebut ada beberapa bahan yang tidak sesuai dengan spek dari pabrik yang telah ditentukan. Sebagai contoh jika spek tembakau terlalu kering akan mengakibatkan aroma rokok berkurang dan daya hidup rokok akan semakin cepat habis yang mengakibatkan konsumen dirugikan. Hal ini mengharuskan perusahaan agar lebih teliti dalam memilih *raw material* dan juga perlu menggandeng beberapa produsen yang sesuai dengan spek yang ditentukan perusahaan.

b. *Raw material* kurang *supporting*

*Raw material* kurang *supporting* salah satu contohnya adalah permintaan yang tinggi tidak didukung dengan jumlah *raw material* yang banyak juga. Sehingga saat terjadi kekurangan material mengakibatkan perusahaan menggabungkan beberapa material lama dengan material baru dengan kondisi material yang kurang baik.

2. Manusia

Manusia adalah orang yang berperan sebagai tenaga kerja didalam sebuah perusahaan. Permasalahan yang terjadi di PT. Gelora Djaja yang berkaitan dengan manusia adalah operator sering berganti-ganti karena adanya *shift* dalam menjalankan proses produksi. Sehingga sering mengakibatkan perbedaan perlakuan dalam proses produksi *Diplomat Mild*. Perusahaan juga memiliki calon pengganti karyawan lama atau penambahan karyawan. Pelatihan calon pengganti karyawan perlu dilakukan sebuah *trainer*. *Trainer* ini juga mengakibatkan proses produksi berubah-ubah karena sering terjadi kesalahan pada saat karyawan baru. Perusahaan harus mengambil langkah terkait kejadian ini agar kualitas manusia di perusahaan tidak mengalami penurunan.

### 3. Lingkungan

#### a. Luas ruangan sempit

Luas ruangan produksi yang sempit mengakibatkan ruang gerak terbatas. Sehingga pekerja sering meninggalkan ruang kerja untuk mencari ruang gerak atau sekedar menghirup udara. Hal ini mengakibatkan proses produksi rokok tidak diawasi secara bertahap. Ada beberapa proses produksi yang tidak terawasi pada saat itu, sehingga jika terjadi kesalahan akan terlewatkan dan tidak diatasi pada saat itu.

#### 4. Metode

Dalam proses produksi terdapat seorang *leader* yang bertugas mengawasi karyawan lainnya yang bekerja dalam proses produksi *Diplomat Mild*. Hal ini bertujuan agar jika ada kesalahan yang dilakukan oleh karyawan dapat segera di cari solusinya dan juga untuk menjaga kedisiplinan serta tanggung jawab karyawan. Namun karena *Diplomat Mild* merupakan produk baru maka seorang *leader* yang bertugas lebih sering fokus mengawasi terhadap produk lama karena dari segi permintaan juga jauh lebih tinggi produk lama. Sehingga pada saat tidak dalam pengawasan *leader* karyawan yang bertugas sering menyepelekan tanggung jawab yang telah diberikan. Kekurangan SDM juga merupakan salah satu penyebab, karena jika SDM seorang *leader* sesuai dengan jumlah karyawan maka proses produksi akan lebih berjalan sesuai yang direncanakan.

#### 5. Mesin

#### a. Mesin sering *trouble*

Setiap minggu produksi *Diplomat Mild* sebanyak 6.720.00 batang. Produksi sepenuhnya dilakukan oleh mesin. Mesin yang digunakan merupakan mesin yang sudah lama yang dimiliki oleh pabrik. Sehingga dengan produksi sebanyak itu setiap minggu mengakibatkan mesin sering mengalami *trouble*. *Trouble* adalah

keadaan dimana mesin mengalami gagal operasi atau mesin mengalami gangguan. Sehingga proses produksi harus terhenti jika sudah dalam keadaan *trouble* untuk dilakukan perawatan pada mesin tersebut.

b. Mesin tua

Mesin yang digunakan merupakan mesin yang sudah lama. Mesin sudah digunakan selama 4 tahun. Sehingga perusahaan harus melakukan perawatan pada mesin. Sehingga pada saat waktu perawatan proses produksi harus dihentikan karena mesin tidak dapat digunakan.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil analisis yang telah dilakukan menghasilkan sebuah kesimpulan yang dapat diambil adalah varians dan rata-rata proses produksi *Diplomat Mild* pada Bulan Agustus-Desember tahun 2015 telah terkendali secara statistik. Berdasarkan Analisis diagram *ishikawa* menunjukkan bahwa penyebab terjadinya proses produksi yang berada diluar batas kendali disebabkan karena beberapa hal sebagai berikut.

- a. *Raw material* yang digunakan keluar spesifikasi
- b. Operator sering berganti
- c. Suhu ruangan produksi *Diplomat Mild* terlalu dingin
- d. Luas ruangan produksi *Diplomat Mild* terlalu sempit
- e. Pengawasan sistem operator kurang
- f. Mesin yang digunakan sudah cukup tua (4 tahun) sehingga sering mengalami gagal operasi

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan berdasarkan analisis yang dilakukan adalah PT. Gelora Djaja Surabaya perlu melakukan perbaikan pada proses produksi *Diplomat Mild* serta pengambilan sampel bisa dilakukan secara terus-menerus (tiap jam) untuk mengecek proses produksi yang terus berjalan dan memastikan proses produksi terkendali secara statistik.



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Haryanti, T. (2006). *Analisis Pengendalian Kualitas Rokok Clas Mild Pada Tahap Proses Maker, Packer dan Wrapper di Departemen Produksi Sigaret Kretek Mesin (SKM) Pada PT. Nojorono Tobacco International di Kudus*. 1-98.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. United States of America: Pearson Education Inc.
- Montgomery, D. C. (2012). *Statistical Quality Control*. United States of America: John Wiley & Sons Inc.
- Morrison, D. F. (1990). *Multivariate Data Analysis*. United States of America: McGraw-Hill Publishing Company.
- Nursanti, I. (2007). *Aplikasi SPC (Statistical Process Control) dan Quality Improvement Tool di Bagian Giling dan Batil Rokok SKT PT. Djarum Kudus*. 1-9.
- Salam, A. M. (2015). *Peningkatan Kualitas Produk Rokok Sigaret Kretek Tangan dengan Pendekatan Six Sigma di PR. Gagak Hitam Bondowoso*. 1-115.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistik*. Edisi Ke-3. Terjemahan Bambang Sumantri. Jakarta: Gramedia.
- Wismilak Grup. (2014). *Wismilak Group*. Retrieved from Wismilak Group: <http://www.wismilak.com/#>. Diakses pada 12 April 2016 pukul 19.43 WIB

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data Proses Produksi *Diplomat Mild* PT. Gelora Djaja Bulan Agustus-Desember Tahun 2015 Tidak Dapat Dilampirkan Karena Tidak Mendapatkan Ijin Dari Perusahaan

Subgrup	Sampel	Berat	PD	Diameter	Ventilasi	Ovality	Roundness
1	1	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*
2	1	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*
⋮	1	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*
⋮	1	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	*

**Lampiran 1.** Data Proses Produksi *Diplomat Mild* PT. Gelora Djaja Bulan Agustus-Desember Tahun 2015 Tidak Dapat Dilampirkan Karena Tidak Mendapatkan Ijin Dari Perusahaan (Lanjutan)

Subgrup	Sampel	Berat	PD	Diameter	Ventilasi	Ovality	Roundness
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*
	1	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*
50	1	*	*	*	*	*	*
	2	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	⋮	*	*	*	*	*	*
	9	*	*	*	*	*	*
	10	*	*	*	*	*	*

Keterangan : \* Data Tidak Dapat Ditampilkan

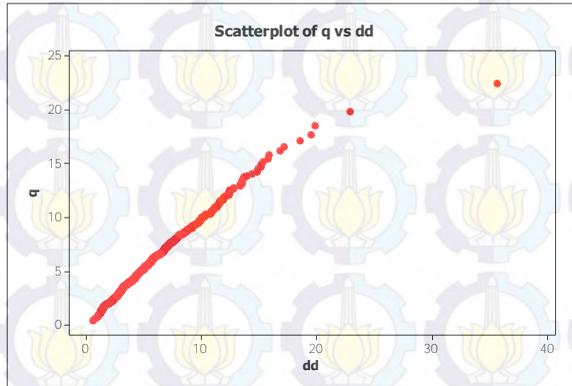
## Lampiran 2. Macro Minitab Uji Distribusi Normal Multivariat

```

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
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
if t>0.5
    note distribusi data multinormal
endif
if t<=0.5
    note distribusi data bukan multinormal
endif
endmacro

```

### Lampiran 3. Output Minitab Uji Distribusi Normal Multivariat



$$t = 0.522000$$

Tabel Nilai  $d_j^2$  untuk Distribusi Normal Multivariat.

No	$d_j^2$								
1	9.91	5	11.6	9	6.84	13	3.13	17	11.18
2	4.92	6	2.26	10	1.79	14	8.03	18	4.23
3	4.33	7	4.83	11	4.59	15	6.59	19	3.69
4	3.88	8	9.29	12	3.58	16	4.04	20	4.39
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
486	4.07	489	4.27	492	13.57	495	1.47	498	6.13
487	9.59	490	3.19	493	2.05	496	2.62	499	3.30
488	4.79	491	1.57	494	7.18	497	5.25	500	8.39

**Lampiran 4. Output SPSS Uji Bartlett's Test**

Bartlett's Test			
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square		4316.350
	df		15
	Sig.		.000



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Yusuf Mawardi yang biasa dipanggil Yusuf lahir di Lamongan, 12 Desember 1994. Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara oleh pasangan Mochtar Zuhairi dan Airlina. Pendidikan yang telah diselesaikan adalah pendidikan di TK Ibu Sadar, SDN Made IV, SMP Negeri 1, dan SMA Negeri 1 Lamongan. Setelah lulus dari SMA penulis diterima di Program Studi Diploma III Jurusan Statistika ITS dengan NRP 1313 030 051. Selama perkuliahan penulis aktif dalam beberapa organisasi antara lain sebagai anggota UKM Sepak Bola ITS, sebagai Staff Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HIMADATA-ITS periode 2014/2015 dan sebagai Ketua Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa HIMADATA-ITS periode 2015/2016. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti kepanitiaan seperti Pekan Raya Statistika ITS 2015 sebagai koordinator perlengkapan, *National Futsal Championship* 2014 sebagai koordinator perlengkapan, *Steering Committee* Pekan Raya Statistika ITS 2016. Berdasarkan pengalaman yang telah didapatkan dari perlombaan penulis berhasil menjadi Juara 1 Futsal *Statistics Days* IHMSI (Ikatan Himpunan Mahasiswa Statistika Seluruh Indonesia) Wilayah IV. Penulis mendapatkan kesempatan kerja praktek di PT. Bridgestone Tire Indonesia Bekasi pada akhir semester 4. Segala kritik dan saran akan diterima penulis untuk perbaikan kedepannya. Jika ada keperluan ingin berdiskusi dengan penulis dapat dihubungi melalui email [yusufmawardi19@gmail.com](mailto:yusufmawardi19@gmail.com).