



**TUGAS AKHIR - SS 145561**

**KAPABILITAS PROSES PRODUK PIL KB  
DI PT.X KOTA TANGERANG**

**Annisa Raina Nabilah Thufailah**  
NRP 1061150000033

Pembimbing  
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Program Studi Diploma III  
Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018





**TUGAS AKHIR - SS 145561**

**KAPABILITAS PROSES PRODUK PIL KB  
DI PT.X KOTA TANGERANG**

**Annisa Raina Nabilah Thufailah**  
**NRP 10611500000033**

**Pembimbing**  
**Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.**

**Program Studi Diploma III**  
**Departemen Statistika Bisnis**  
**Fakultas Vokasi**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2018**





**FINAL PROJECT - SS 145561**

**CAPABILITY PROCESS ANALYSIS PIL KB  
IN PT. X TANGERANG**

**Annisa Raina Nabilah Thufailah  
NRP 10611500000033**

Supervisor  
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

Study Programme of Diploma III  
Department of Business Statistics  
Faculty of Vocations  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



# LEMBAR PENGESAHAN

## ANALISIS KAPABILITAS PRODUK PIL KB DI PT.X KOTA TANGERANG

### TUGAS AKHIR

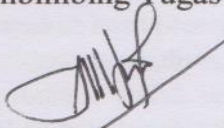
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya pada  
Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ANNISA RAINA NABILAH THUFAILAH**  
**NRP. 10611500000033**

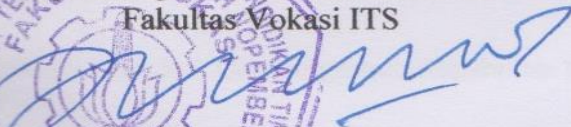
SURABAYA, 7 JUNI 2018

Menyetujui,  
Pembimbing Tugas Akhir

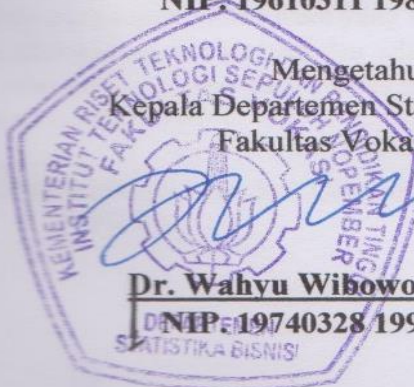


**Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**  
**NIP. 19610311 198701 2 001**

Mengetahui,  
Kepala Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi ITS



**Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si**  
**NIP. 19740328 199802 1 001**







## **KAPABILITAS PROSES PRODUK PIL KB DI PT.X KOTA TANGERANG**

**Nama Mahasiswa** : Annisa Raina Nabilah T  
**NRP** : 1061150000033  
**Departemen** : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

### **Abstrak**

Pemerintah Indonesia melakukan program KB atau Keluarga Berencana yang bertujuan menekan laju pertumbuhan penduduk karena jumlah penduduk dari tahun ke tahun semakin meningkat. Salah satu cara melakukan program KB adalah mengkonsumsi pil KB yang diproduksi di PT. X. Karakteristik kualitas pil KB adalah kadar Levonorgestrel (LEVO) dan Ethinyl Estradiol (EE) dimana kedua variabel saling berhubungan. Pengendalian kualitas perusahaan yang dilakukan selama ini dilakukan secara fisik, kimia dan biokimia, namun dari data yang dihasilkan belum dilakukan analisis secara statistik, sehingga jika terjadi ketidaksesuaian hasil proses produksi maka tidak diketahui penyebab secara spesifik yang berdampak pada kualitas pil KB, oleh karena itu akan dilakukan analisis kapabilitas untuk melihat apakah hasil proses produksi sudah kapabel atau belum. Dari hasil analisis didapatkan bahwa pada bulan Oktober 2016 dan November 2016 proses produksi sudah terkendali secara statistik dan didapatkan Cp sebesar 1,01 pada bulan Oktober 2016 dan November 2016 sebesar 0,50. Penyebab dari ketidaksesuaian dari bahan baku yang berasal dari pabrik pembuatan bahan baku yang berbeda, usia mesin yang terlalu tua, operator kurang konsentrasi dan teliti serta prosedur kalibrasi yang kurang jelas menyebabkan hasil proses produksi tidak sesuai atau keluar dari batas kendali.

**Kata Kunci** : Ethinyl Estradiol, Levonorgestrel, Kapabilitas Proses, Pil KB



## **CAPABILITY PROCESS ANALYSIS PIL KB IN PT. X TANGERANG**

**Name** : Annisa Raina Nabilah T  
**NRP** : 1061150000033  
**Departement** : Business Statistics Faculty of Vocations ITS  
**Supervisor** : Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.

### **Abstract**

*The Government of Indonesia conducts the program called Program KB or “Keluarga Berencana” programs aimed at curbing the population growth rate as the population from year to year increases. One way to do the family planning program is to consume birth control pills produced at PT. X. Pill quality characteristics are Levonorgestrel (LEVO) and Ethinyl Estradiol (EE) levels in which both variables are related. The quality control of the company conducted during this time is done physically, chemically and biochemically, but from the data that has not been done statistically analysis, so if there is nonconformity of result of production process hence not known the specific cause that impact on quality of birth control pill, a capability analysis is conducted to see if the production process is capable or not. From the analysis results obtained that in October 2016 and November 2016 the production process was statistically controlled and obtained Cp of 1.01 in October 2016 and November 2016 of 0.50. Causes of nonconformity of raw materials originating from different raw material manufacturing factories, age of machines that are too old, operator lack of concentration and teliri as well as unclear calibration procedures cause the production process results are not appropriate or out of control limits*

**Keywords** : *Capability Process, Ethinyl Estradiol, Levonorgestrel, Pil KB*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pil KB di PT. X Kota Tangerang**”. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan serta dukungan bagi penulis hingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku dosen penguji dan Ibu Mike Prastuti, S.Si., M.Si selaku dosen penguji sekaligus validator yang telah memberikan motivasi dan saran untuk Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si, selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis yang telah memberi dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si selaku Sekretaris Departemen Statistika Bisnis yang telah memberi dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi Diploma III yang telah memberi semua informasi dan memberi motivasi penulis selama menjadi mahasiswa.
6. Ibu Dra. Destri Susilaningrum, M.Si, selaku dosen wali yang telah memberikan nasehat, serta motivasi selama menempuh pendidikan.
7. Seluruh dosen Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan bekal ilmu dan pengalaman, beserta seluruh karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah membantu kelancaran dan kemudahan kepada penulis.
8. Ibu Sri Hartati selaku pembimbing lapangan di PT. X Tangerang yang selalu memberikan bimbingan dan

membagi pengalaman bagi penulis selama pengambilan data untuk Tugas Akhir.

9. Almarhum mbah, eyang, orang tua, kedua adik serta keluarga besar atas iringan doa, dukungan semangat dan menjadi sosok inspiratif kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan mudah dan lancar.
10. Luluk Yumna, Dina Widya, Hilda Hikmawati, Afidah Hikmatunisa, Malinda Vania Syadifa, Stephanie Ayu, Umniyyah Taufiqoh, Alya Zukhruvina, Yola Argatha dan Nesia Dwiasta yang telah senantiasa memberikan motivasi serta membantu kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir dan selama perkuliahan ini.
11. Kakak kelas D3 Statistika Bisnis, keluarga besar HIMADATA-ITS dan keluarga “HEROES” Statistika Bisnis ITS angkatan 2015 yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu selama penulis menempuh masa perkuliahan, serta memberikan pengalaman dan kenangan yang berharga bagi penulis.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat dan dapat menambah wawasan keilmuan bagi semua pihak.

Surabaya, Juni 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>TITLE PAGE</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Peta Kendali .....	5
2.1.1 Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> .....	5
2.1.2 Peta Kendali <i>T<sup>2</sup> Hotelling</i> .....	6
2.2 Analisis Multivariat.....	9
2.2.1 Uji Indenpensi .....	9
2.2.2 Distribusi Normal Multivariat.....	10
2.2.3 Homogenitas Matriks Varian Kovarians.....	11
2.2.4 <i>Multivariate Analysis of Variance</i> .....	12
2.3 Indeks Kapabilitas Proses.....	14
2.4 Diagram <i>Ishikawa</i> .....	15
2.5 Pil KB.....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Variabel Penelitian .....	19

3.2	Teknik Pengambilan Sampel.....	19
3.3	Langkah Analisis Data .....	20
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pil KB	
	Fase I .....	25
4.1.1	Dependensi Variabel LEVO dan EE	
	Fase I.....	25
4.1.2	Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat Variabel LEVO dan EE Fase I.....	26
4.1.3	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Pil KB Fase I.....	27
4.1.4	Peta $T^2$ <i>Hotelling</i> Pil KB Fase I.....	27
4.1.5	Faktor Penyebab <i>Out of Control</i> .....	28
4.1.6	Peta $T^2$ <i>Hotelling</i> Perbaikan Pil KB Fase I.....	29
4.1.7	Indeks Kapabilitas Pil KB Fase I.....	30
4.1.8	Uji Perbandingan Fase Produk Pil KB .....	31
4.2	Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pil KB	
	Fase II.....	31
4.2.1	Dependensi Variabel LEVO dan EE Fase II .....	32
4.2.2	Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat Variabel LEVO dan EE Fase II .....	32
4.2.3	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Pil KB Fase II .....	33
4.2.4	Peta $T^2$ <i>Hotelling</i> Pil KB Fase II.....	34
4.2.5	Indeks Kapabilitas Pil KB Fase II .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran.....	37



## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1</b> Struktur Data Peta Kendali $T^2$ <i>Hotelling</i> .....	7
<b>Tabel 2.2</b> MANOVA .....	12
<b>Tabel 2.3</b> Distribusi <i>Wilk's Lambda</i> .....	13
<b>Tabel 3.1</b> Struktur Data Penelitian Fase I dan Fase II.....	20



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b>	Contoh Diagram <i>Ishikawa</i> ..... 15
<b>Gambar 2.2</b>	Peta Proses Produksi..... 17
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir..... 22
<b>Gambar 4.1</b>	<i>Chi-square Plot</i> Data Produksi Pil KB Fase I ..... 26
<b>Gambar 4.2</b>	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase I.... 27
<b>Gambar 4.3</b>	Peta Kendali $T^2$ <i>Hotelling</i> Fase I ..... 28
<b>Gambar 4.4</b>	Diagram <i>Ishikawa</i> ..... 29
<b>Gambar 4.5</b>	Peta Kendali $T^2$ <i>Hotelling</i> Perbaikan ke-1 Fase I ..... 30
<b>Gambar 4.6</b>	<i>Chi-square Plot</i> Data Produksi Pil KB Fase II ..... 33
<b>Gambar 4.7</b>	Peta Kendali <i>Generalized Variance</i> Fase II ..... 34
<b>Gambar 4.8</b>	Peta Kendali $T^2$ <i>Hotelling</i> Fase II..... 35



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran 1.1</b> Data Produksi Pil KB Bulan Oktober 2016 ...	41
<b>Lampiran 1.2</b> Data Produksi Pil KB Bulan November 2016 .....	41
<b>Lampiran 2.1</b> Pengujian Independensi Fase I .....	42
<b>Lampiran 2.2</b> Pengujian Independensi Fase II .....	42
<b>Lampiran 3.1</b> Syntax Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat .....	43
<b>Lampiran 3.2</b> <i>Output</i> Distribusi Normal Multivariat Fase I .....	44
<b>Lampiran 3.3</b> Nilai $d_{ki}^2$ setiap Observasi Fase I .....	45
<b>Lampiran 3.4</b> <i>Output</i> Distribusi Normal Multivariat Fase II .....	45
<b>Lampiran 3.5</b> Nilai $d_{ki}^2$ setiap Observasi Fase II .....	46
<b>Lampiran 4.1</b> Nilai $ S $ Fase I .....	47
<b>Lampiran 4.2</b> Nilai $ S $ Fase II .....	47
<b>Lampiran 5.1</b> Nilai $T^2$ <i>Hotelling</i> Fase I .....	48
<b>Lampiran 5.2</b> Nilai $T^2$ <i>Hotelling</i> Fase I Perbaikan ke-1 .....	48
<b>Lampiran 5.3</b> Nilai $T^2$ <i>Hotelling</i> Fase II .....	49
<b>Lampiran 6.1</b> <i>Output</i> Pengujian Homogenitas .....	50
<b>Lampiran 6.2</b> <i>Output</i> MANOVA .....	51
<b>Lampiran 7.1</b> Syntax Kapabilitas Proses Fase I .....	52
<b>Lampiran 7.2</b> <i>Output</i> Kapabilitas Proses Fase I .....	54
<b>Lampiran 7.3</b> Syntax Kapabilitas Proses Fase II .....	54
<b>Lampiran 7.4</b> <i>Output</i> Kapabilitas Proses Fase II .....	56
<b>Lampiran 8</b> Surat Keterangan .....	57
<b>Lampiran 9</b> Surat Keaslian Data .....	58



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki penduduk terbanyak di dunia. Ledakan penduduk ini terjadi karena laju pertumbuhan penduduk yang sangat tinggi dari tahun ke tahunnya. Pertumbuhan penduduk yang tidak terkendali akan banyak menimbulkan beberapa dampak negatif, maka dari itu pemerintah berupaya untuk menekan besarnya angka laju pertumbuhan penduduk dengan cara mensosialisasikan dua anak lebih baik atau yang biasa disebut dengan program KB (Keluarga Berencana). Terdapat berbagai macam cara untuk melakukan program KB salah satunya adalah dengan cara mengkonsumsi pil KB yang berfungsi membantu dalam mencegah, menghambat dan menjarangkan terjadinya kehamilan. Di Indonesia terdapat beberapa perusahaan yang memproduksi pil KB salah satunya adalah PT.X.

PT. X merupakan industri yang bergerak di bidang farmasi dengan berbagai macam produk obat salah satunya adalah pil KB, dimana pil KB merupakan salah satu kontrasepsi hormonal yang bertujuan untuk mencegah, menghambat dan menjarangkan terjadinya kehamilan. Dalam melakukan pengendalian kualitas perusahaan sudah melakukan dengan cara pengendalian kualitas secara fisik, kimia dan biokimia. Cara memproduksi pil KB sesuai dengan pemesanan konsumen dan dalam satu kali pembuatan sebanyak 55.000 kg atau biasa disebut 1 *batch*. Perusahaan mengukur kualitas secara fisik melalui bobot pil KB, keregasan dan kekerasan. Pengendalian secara kimia diukur dengan cara melihat campuran bahan baku, dan pengendalian secara biokimia dengan cara melihat campuran dari pil KB tersebut.

Pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Metode yang dapat digunakan dalam melakukan

pengendalian kualitas yaitu *statistical process control* (SPC) yang merupakan suatu metodologi pengumpulan dan analisis data kualitas, serta penentuan dan interpretasi pengukuran-pengukuran yang menjelaskan tentang proses dalam suatu sistem produksi, untuk meningkatkan kualitas dari *output* dalam memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan. Salah satu alat yang digunakan dalam SPC adalah peta kendali yang merupakan suatu diagram yang menggambarkan penyebaran kualitas hasil proses produksi suatu periode tertentu. Pada peta kendali terdiri atas batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). (Montgomery, 2013).

## **1.2 Rumusan Masalah**

PT.X merupakan perusahaan industri yang bergerak dibidang farmasi dengan berbagai macam produk obat yang dihasilkan dimana salah satu produknya yaitu pil KB. Pil KB merupakan salah satu kontrasepsi hormonal yang bertujuan untuk mencegah, menghambat dan menjarangkan terjadinya kehamilan yang memang tidak diinginkan. Dimana pengukurannya berdasarkan kadar LEVO (*Levonorgestrel*) dan EE (*Ethinyl Estradiol*) jika kadar tidak sesuai maka tidak dapat didistribusikan ke konsumen. Pengendalian pada perusahaan sudah dilakukan secara fisik, kimia dan biokimia, namun dari data tersebut belum dilakukan secara statistik. Sehingga jika terjadi ketidaksesuaian perusahaan tidak mengetahui penyebab secara spesifik yang berdampak pada kualitas pil KB, oleh karena itu akan dilakukan pengendalian kualitas secara statistik dikarenakan juga penting dan saling berkaitan dengan pengendalian kualitas secara fisik, kimia dan biokimia yang digunakan untuk menganalisis kapabilitas proses, dan apakah faktor-faktor ketidakesuaian produk pil KB.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kapabilitas proses produksi pil KB.



2. Mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab produk cacat pil KB.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Memberikan informasi untuk perusahaan berupa penyebab produk cacat dan kapabilitas proses pada produk pil KB yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produk tersebut, yang akan dijadikan perbaikan untuk proses produksi selanjutnya.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk pil KB yang diambil dari divisi *Quality Control* (QC) pada proses *coating* di PT. X yang di produksi pada bulan Oktober – November 2016.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Suatu proses dikatakan kapabel jika suatu proses produksi sudah terkendali secara statistik dan presisi tinggi yang dilihat dari indeks kapabilitas proses. Pada bab 2 akan dijelaskan tentang metode yang digunakan untuk melakukan analisis tersebut adalah dengan menggunakan peta kendali multivariat. Peta kendali yang digunakan adalah peta  $T^2$  Hotelling dan peta *Generalized Variance* untuk melihat apakah suatu proses sudah terkendali atau belum. Sebelum melakukan analisis tersebut terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi yaitu dependensi antar variabel kualitas dengan distribusi normal multivariat.

### 2.1 Peta Kendali

Salah satu alat yang digunakan dalam SPC (*statistical process control*) adalah peta kendali yang merupakan suatu diagram yang menggambarkan titik pengamatan dalam suatu periode tertentu yang digunakan untuk melihat kualitas hasil proses produksi apakah terkendali secara statistik dan pola penyebaran dibatasi oleh batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB).

#### 2.1.1 Peta Kendali *Generalized Variance*

Peta kendali *generalized variance* merupakan peta kendali yang mengendalikan proses variabilitas, yang dapat dituliskan dengan matriks kovarian  $\Sigma$  yang berukuran  $p \times p$ , unsur-unsur dari diagonal utama dari matriks ini adalah varians dari variabel proses individual dan elemen diagonal adalah kovarians. Pendekatan yang digunakan pada peta kendali *generalized variance* ( $|S|$ ) yang secara luas digunakan untuk mengukur penyebaran multivariat. Aproksimasi asimtotik normal digunakan untuk mengembangkan peta kendali untuk  $|S|$ , sehingga dapat menaksir *mean* dan varians dari  $|S|$  adalah persamaan berikut (Montgomery, 2013).

$$E(|S|) = b_1 |\Sigma| \tag{2.1}$$

dan

$$V(|S|) = b_2 |\Sigma|^2 \tag{2.2}$$

dimana

$$|\Sigma| = \frac{|\mathbf{S}|}{b_1} \quad (2.3)$$

$|\mathbf{S}|$  merupakan determinan varian kovarian ( $\mathbf{S}$ ) pada Persamaan (2.11).

$$b_1 = \frac{1}{(n-1)^p} \prod_{i=1}^p (n-i) \quad (2.4)$$

dan

$$b_2 = \frac{1}{(n-1)^{2p}} \prod_{i=1}^p (n-i) \left[ \prod_{j=1}^p (n-j+2) - \prod_{j=1}^p (n-j) \right] \quad (2.5)$$

Sehingga didapatkan bahwa batas kendali untuk peta kendali *generalized variance* adalah

$$\text{BKA} = |\Sigma| (b_1 + 3b_2^{1/2}) \quad (2.6)$$

$$\text{Garis Tengah} = (b_1) |\Sigma| \quad (2.7)$$

$$\text{BKB} = |\Sigma| (b_1 - 3b_2^{1/2}) \quad (2.8)$$

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

Peta kendali  $T^2$  Hotelling digunakan untuk mengendalikan *mean* proses apakah sudah terkendali secara statistik atau belum, dimana karakteristik kualitasnya terdapat dua atau lebih variabel karakteristik kualitas yang saling berhubungan. Karakteristik kualitasnya terdiri dari  $p$  variabel yaitu  $X_1, X_2, \dots, X_p$ . Peta kendali  $T^2$  Hotelling mempunyai subgrup yang berukuran  $m$ , dimana ukuran pada tiap-tiap subgrupnya adalah  $n$  dan  $p$  (Montgomery, 2013). Struktur data untuk peta kendali  $T^2$  Hotelling adalah sebagai berikut.

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

Subgrup ( $k$ )	Sampel tiap subgrup ( $i$ )	Karakteristik Kualitas ( $j$ )					
		$x_1$	$x_2$	...	$x_j$	...	$x_p$
1	1	$x_{111}$	$x_{121}$	...	$x_{1j1}$	...	$x_{1p1}$
	2	$x_{211}$	$x_{221}$	...	$x_{2j1}$	...	$x_{2p1}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$i$	$x_{i11}$	$x_{i21}$	...	$x_{ij1}$	...	$x_{ip1}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$n$	$x_{n11}$	$x_{n21}$	...	$x_{nj1}$	...	$x_{np1}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.11}$	$\bar{x}_{.21}$	...	$\bar{x}_{.j1}$	...	$\bar{x}_{.p1}$
	$S^2$	$S^2_{.11}$	$S^2_{.21}$	...	$S^2_{.j1}$	...	$S^2_{.p1}$
...	...	...	...	...	...	...	
$k$	1	$x_{11k}$	$x_{12k}$	...	$x_{1jk}$	...	$x_{1pk}$
	2	$x_{21k}$	$x_{22k}$	...	$x_{2jk}$	...	$x_{2pk}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$i$	$x_{i1k}$	$x_{i2k}$	...	$x_{ijk}$	...	$x_{ipk}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$n$	$x_{n1k}$	$x_{n2k}$	...	$x_{njk}$	...	$x_{npk}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.1k}$	$\bar{x}_{.2k}$	...	$\bar{x}_{.jk}$	...	$\bar{x}_{.pk}$
	$S^2$	$S^2_{.1k}$	$S^2_{.2k}$	...	$S^2_{.jk}$	...	$S^2_{.pk}$
...	...	...	...	...	...	...	
$m$	1	$x_{11m}$	$x_{12m}$	...	$x_{1jm}$	...	$x_{1pm}$
	2	$x_{21m}$	$x_{22m}$	...	$x_{2jm}$	...	$x_{2pm}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$i$	$x_{i1m}$	$x_{i2m}$	...	$x_{ijm}$	...	$x_{ipm}$
	...	...	...	...	...	...	...
	$n$	$x_{n1m}$	$x_{n2m}$	...	$x_{njm}$	...	$x_{npm}$
	$\bar{x}$	$\bar{x}_{.1m}$	$\bar{x}_{.2m}$	...	$\bar{x}_{.jm}$	...	$\bar{x}_{.pm}$
	$S^2$	$S^2_{.1m}$	$S^2_{.2m}$	...	$S^2_{.jm}$	...	$S^2_{.pm}$
Rata-rata Keseluruhan		$\bar{\bar{x}}_{.1.}$	$\bar{\bar{x}}_{.2.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.j.}$	...	$\bar{\bar{x}}_{.p.}$
Varian Keseluruhan		$S^2_{.1.}$	$S^2_{.2.}$	...	$S^2_{.j.}$	...	$S^2_{.p.}$

Untuk mencari rata-rata sampel dan varian dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\bar{x}_{.jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ijk} \quad (2.9)$$

$$s_{.jk}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ijk} - \bar{x}_{.jk})^2 \quad (2.10)$$

Sehingga matriks kovarian S dari rata-rata sampel berukuran  $p \times p$  maka dapat dibentuk seperti berikut.

$$S = \begin{bmatrix} \bar{s}_{.1.}^2 & \bar{s}_{12} & \cdots & \bar{s}_{.1p} \\ & \bar{s}_{.2.}^2 & \cdots & \bar{s}_{.2p} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & \bar{s}_{.p.}^2 \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Adapun nilai untuk peta kendali  $T^2$  *Hotelling* adalah sebagai berikut.

$$T_k^2 = n(\bar{\mathbf{x}}_{.jk} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_{.j.})' S^{-1} (\bar{\mathbf{x}}_{.jk} - \bar{\bar{\mathbf{x}}}_{.j.}) \quad (2.12)$$

Pada peta kendali  $T^2$  *Hotelling* terdapat 2 fase yaitu fase I dan fase II. Fase I digunakan untuk mendapatkan hasil pengamatan yang terkendali, sehingga dapat digunakan untuk mengontrol pada fase II yang biasa disebut dengan analisis retropektif, sehingga didapatkan bahwa batas kendali untuk peta kendali  $T^2$  *Hotelling* pada fase I adalah sebagai berikut.

$$\text{BKA} = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.13)$$

$$\text{BKB} = 0$$

Dimana pada fase II yang digunakan untuk mengendalikan produksi yang akan datang, batas kendali untuk fase II adalah pada Persamaan (2.14).

$$\text{BKA} = \frac{p(m-1)(n-1)}{mn-m-p+1} F_{\alpha, p, mn-m-p+1} \quad (2.14)$$

$$\text{BKB} = 0$$

Dimana nilai  $F_{\alpha,p,mn-m-p+1}$  didapatkan berdasarkan pada tabel distribusi F (Montgomery, 2013).

## 2.2 Analisis Multivariat

Analisis multivariat merupakan analisis statistika yang memiliki 2 atau lebih variabel dan antar variabel saling berhubungan. Analisis multivariat memiliki asumsi variabel harus berhubungan atau berkorelasi dan data berdistribusi normal multivariat.

### 2.2.1 Uji Independensi

Uji independensi atau yang biasa disebut uji *Bartlett* sensitif terhadap penyimpangan dari normalitas, uji independensi hanya mungkin menguji untuk non-normalitas. Uji independensi dapat digunakan untuk menguji apakah terdapat korelasi antar variabel respon  $X_1, X_2, \dots, X_q$ .

Hipotesis :

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$  (Tidak ada korelasi antar variabel X atau independen)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$  (Ada korelasi antar variabel X atau dependen)

$$\text{Statistik Uji } \left( \chi^2 \right) = - \left[ n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}| \quad (2.15)$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & \cdots & r_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

$$r_{x_j, x_j'} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (x_{ijk} - \bar{x}_j)(x_{ijk} - \bar{x}_{j'})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (x_{ijk} - \bar{x}_j)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{m_i} (x_{ijk} - \bar{x}_{j'})^2}} \quad (2.17)$$

Keterangan:

$\mathbf{R}$  = Matriks korelasi dari masing-masing variabel

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

$j, j'$  = Variabel karakteristik kualitas

Jika ditetapkan pada taraf signifikan  $\alpha$  maka keputusan yang dapat diambil jika hasil tolak  $H_0$  atau  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha, p(p-1)/2}$  yang dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antar variabel Y atau dependen (Rencher, 2002).

### 2.2.2 Distribusi Normal Multivariat

Distribusi normal multivariat merupakan suatu pengembangan dari bentuk distribusi normal univariat dengan jumlah variabel lebih dari satu. Fungsi distribusi normal multivariat adalah sebagai berikut.

$$f(\mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}[(\mathbf{x}-\mu)'\Sigma^{-1}(\mathbf{x}-\mu)]} \quad (2.18)$$

Suatu variabel dapat dikatakan berdistribusi normal multivariat dengan cara pemeriksaan menggunakan *chi-square* dan pengujian. Langkah-langkah untuk mengetahui apakah suatu populasi berdistribusi normal multivariat yaitu dengan menggunakan *chi-square* plot sebagai berikut.

1. Menghitung  $d_{ki}^2$ , yaitu jarak yang dikuadratkan.

$$d_{ki}^2 = (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_j)' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_{ijk} - \bar{\mathbf{x}}_j) \quad (2.19)$$

dimana

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} s_{.1}^2 & s_{.12} & \cdots & s_{.1k} & \cdots & s_{.1p} \\ s_{.21} & s_{.2}^2 & \cdots & s_{.2k} & \cdots & s_{.2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{.j1} & s_{.j2} & \cdots & s_{.jk} & \cdots & s_{.jp} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{.p1} & s_{.p2} & \cdots & s_{.pk} & \cdots & s_{.p}^2 \end{pmatrix} \quad (2.20)$$

$$s_{.jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k) \quad (2.21)$$



$$s_{.j}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \quad (2.22)$$

$S^{-1}$  merupakan invers matriks varian kovarian  $S$

2. Mengurutkan nilai  $d_{ki}^2$  dari terkecil hingga terbesar
3. Menentukan nilai  $q$  dimana  $q = \chi_{(p \cdot (n-j+0,5)/n)}^2$ . Nilai tersebut didapatkan dari tabel distribusi  $\chi^2$  (*chi-square*).
4. Membuat *Chi-square Plot* antara  $d_{ki}^2$  dan  $q$ .

Data dikatakan berdistribusi normal multivariat jika plot membentuk suatu garis linier dan nilai-nilai dari  $d_{ki}^2$  yang kurang dari nilai  $\chi_{(p \cdot (n-j+0,5)/n)}^2$  yang berada disekitar 50% (Johnson&Wichern, 2007).

### 2.2.3 Homogenitas Matriks Varian Kovarians

Homogenitas matriks varian kovarians digunakan untuk mengetahui apakah matriks varian kovarians homogen atau tidak maka dilakukan pengujian dengan menggunakan *Box's M* dengan hipotesis sebagai berikut (Johnson dan Whincern, 2007).

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_g$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \Sigma_\ell \neq \Sigma_g, \text{ dimana } \ell = 1, 2, \dots, g$$

$$\text{Statistik Uji} \quad (C) = (1-u)M \quad (2.23)$$

Dimana,

$$u = \left[ \sum_{\ell} \frac{1}{(n_{\ell} - 1)} - \frac{1}{\sum_{\ell} (n_{\ell} - 1)} \right] \left[ \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(g-1)} \right] \quad (2.24)$$

$$M = \left[ \sum_{\ell} (n_{\ell} - 1) \right] \ln |S_{\text{pooled}}| - \sum_{\ell} \sum_{\ell} [(n_{\ell} - 1) \ln |S_{\ell}|] \quad (2.25)$$

$$S_{\text{pooled}} = \frac{1}{\sum_{\ell=1}^g (n_{\ell} - 1)} \{ (n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_g - 1)S_g \} \quad (2.26)$$

Jika pada taraf signifikan  $\alpha$  maka keputusan yang dapat diambil jika hasil tolak  $H_0$  atau  $C > X_{p(p+1)(g-1)/2; \alpha}$  yang dapat disimpulkan bahwa homogen.

#### 2.2.4 Multivariate Analysis of Variance

*Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) adalah teknik analisis yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua populasi atau lebih dalam kasus multivariat random sampel yang diperoleh dari  $g$  populasi (Johnson dan Wichern, 2007). Sebelum melakukan pengujian, terdapat beberapa asumsi yang harus dipenuhi sebagai berikut.

1.  $X_{\ell 1}, X_{\ell 2}, \dots, X_{\ell n}$  adalah sampel acak dengan ukuran  $n_i$  dari sebuah populasi dengan rata-rata  $\mu_\ell$ . Sampel acak berasal dari populasi berbeda yang saling independen.
2. Matriks varian kovarian  $\Sigma$  antar perlakuan identik.
3. Setiap populasi memiliki distribusi multivariat normal.  
Persamaan model MANOVA untuk vektor-vektor rata-rata  $g$  populasi dan hipotesis adalah sebagai berikut.

$$X_{\ell i} = \mu + \tau_\ell + e_{\ell i} \quad i = 1, 2, \dots, n; \ell = 1, 2, \dots, g$$

Susunan tabel MANOVA dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.2** MANOVA

Sumber Variasi	Matriks Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas
Perlakuan	$B = \sum_{\ell=1}^g n_\ell (\bar{x}_\ell - \bar{x})(\bar{x}_\ell - \bar{x})'$	$g - 1$
Residual	$W = \sum_{\ell=1}^g \sum_{i=1}^{n_\ell} (\bar{x}_{\ell i} - \bar{x}_\ell)(\bar{x}_{\ell i} - \bar{x}_\ell)'$	$\sum_{\ell=1}^g n_\ell - g$
Total	$B + W = \sum_{\ell=1}^g \sum_{i=1}^{n_\ell} (\bar{x}_{\ell i} - \bar{x})(\bar{x}_{\ell i} - \bar{x})'$	$\sum_{\ell=1}^g n_\ell - 1$

Setelah menyusun tabel MANOVA, maka selanjutnya menghitung nilai *Wilk's Lambda* ditunjukkan pada persamaan (2.27) dengan hipotesis sebagai berikut.

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

$$H_1 : \text{minimal ada satu pasang } \tau_g \neq 0,$$

$$\text{Statistik uji : } (\Lambda^*) = \frac{|\mathbf{W}|}{|\mathbf{B} + \mathbf{W}|} \quad (2.27)$$

Jika sudah diperoleh nilai *Wilk's Lambda* maka menghitung nilai  $F_{\text{hitung}}$  berdasarkan distribusi *Wilk's Lambda* dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.3** Distribusi *Wilks' Lambda*

Jumlah Variabel	Jumlah Grup	Distribusi Sampling untuk MANOVA
$p = 1$	$g \geq 2$	$\left( \frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g}{g-1} \right) \left( \frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \sim F_{g-1, \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g}$
$p = 2$	$g \geq 2$	$\left( \frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g - 1}{g-1} \right) \left( \frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*} \right) \sim F_{2(g-1), 2 \left( \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g - 1 \right)}$
$p \geq 1$	$g = 2$	$\left( \frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 1}{p} \right) \left( \frac{1 - \Lambda^*}{\Lambda^*} \right) \sim F_{p, \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 1}$
$p \geq 1$	$g = 3$	$\left( \frac{\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 2}{p} \right) \left( \frac{1 - \sqrt{\Lambda^*}}{\Lambda^*} \right) \sim F_{2p, 2 \left( \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - p - 2 \right)}$

Pada taraf signikan sebesar  $\alpha$  maka  $H_0$  akan ditolak, apabila  $P\text{-value} < \alpha$  atau  $F_{\text{hitung}} > F_{(\alpha; df 1; df 2)}$

Jika asumsi homogenitas varians kovarians tidak terpenuhi atau matriks varian kovarian tidak homogen maka analisis akan dilanjutkan pada uji *Behrens-Fisher* pada persamaan (2.28) dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \mu_i = \mu_\ell = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \mu_\ell \neq 0 ; \ell = 1, 2, \dots, g$$

$$\text{Daerah kritis : } H_0 \text{ ditolak jika } T^2 > \chi^2_{(\alpha, p)}$$

$$\text{Statistik Uji } T^2 = [\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2] \left[ \frac{1}{n_1} \mathbf{S}_1 + \frac{1}{n_2} \mathbf{S}_2 \right]^{-1} [\bar{\mathbf{x}}_1 - \bar{\mathbf{x}}_2] \quad (2.28)$$

dimana,

$\bar{\mathbf{x}}_1$  = matriks rata-rata pada *treatment* ke-1

$\bar{\mathbf{x}}_2$  = matriks rata-rata pada *treatment* ke-2

$\mathbf{S}_1$  = matriks varians kovarians *treatment* ke-1

$\mathbf{S}_2$  = matriks varians kovarians *treatment* ke-2

### 2.3 Indeks Kapabilitas Proses

Indeks kapabilitas proses digunakan untuk mengukur variabilitas proses yang diperlukan yaitu batas spesifikasi produk tersebut dan membantu dalam menghilangkan atau mengurangi variabilitas. Kapabilitas proses terdapat dua jenis yaitu kapabilitas proses univariat dan multivariat. Peta kendali yang memiliki 2 atau lebih karakteristik kualitas maka menggunakan kapabilitas proses multivariat (Kotz & Jhonson, 1993). Proses dikatakan kapabel atau sudah sesuai batas spesifikasi jika pada peta kendali sudah tidak terdapat yang keluar dari batas kendali, akurasi tinggi begitu juga presisi.

Nilai indeks kapabilitas proses ( $C_p$ ) untuk peta kendali multivariat, dimana  $m$  adalah jumlah pengamatan yang sudah terkendali dan  $p$  adalah jumlah karakteristik kualitas dapat dilihat pada Persamaan (2.29).

$$Cp = \frac{K}{x_{\alpha,p}^2} \left[ \frac{(m-1)p}{V} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.29)$$

$$V = \sum_{i=1}^m (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{A}^{-1} (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}}) \quad (2.30)$$

$$\mathbf{A}^{-1} = (\mathbf{x}_{ij}' \mathbf{x}_{ij})^{-1} \quad (2.31)$$

$$\mathbf{K}^2 = (\bar{x}_{ij} - \xi_j)' \mathbf{S}_d^{-1} (\bar{x}_{ij} - \xi_j) \quad (2.32)$$

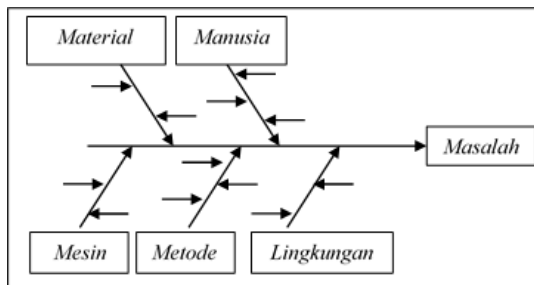
$$\xi = \frac{1}{2} (BSA + BSB) \quad (2.33)$$

Dimana terdapat kriteria dalam interpretasi dari Cp tersebut

1.  $Cp = 1$ , maka proses dalam keadaan cukup baik
2.  $Cp > 1$ , maka proses dalam keadaan baik
3.  $Cp < 1$ , maka sebaran pengamatan berada diluar batas spesifikasi

## 2.4 Diagram Ishikawa

Diagram *Ishikawa* merupakan salah satu alat TQM yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas dan titik inspeksi yang mempengaruhi suatu hasil proses produksi.



Gambar 2.1 Contoh Diagram Ishikawa

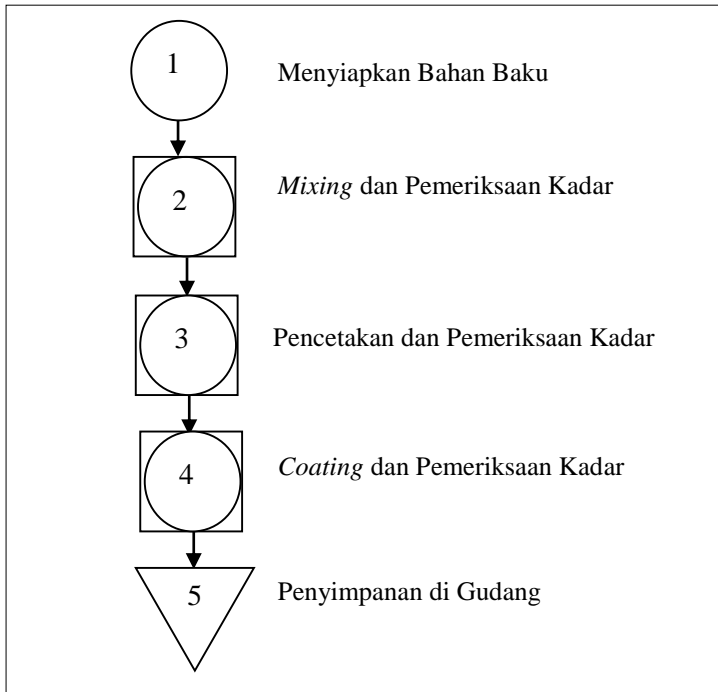
Diagram ini berbentuk seperti tulang ikan (*fish bone*) yang mempunyai arti yaitu menggambarkan hubungan antara suatu masalah dengan faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya masalah. Pada proses produksi terjadinya masalah disebabkan oleh

4M+1L yaitu mesin (*machine*), manusia (*man*), metode (*method*), bahan baku (*material*) dan lingkungan (*environment*). Dimana suatu kasus atau penyebab permasalahan diletakkan pada kepala ikan, dan faktor-faktor yang menyebabkan diletakkan pada tulang ikan tersebut dan setiap masalah yang terjadi akan dicari lagi masalah tersebut (Heizer&Render, 2009).

## 2.5 Pil KB

Pil KB merupakan salah satu kontrasepsi hormonal yang bertujuan mencegah, menghambat dan menjarangkan terjadinya kehamilan yang memang tidak diinginkan (Depkes RI, 2001). Karakteristik kualitas yang terdapat pada pil KB adalah kadar dari *Levonogestrel* sebanyak 0,150 mg dan *Ethinyl Estradiol* sebanyak 0,030 mg. Setiap proses produksi di PT.X dalam 1 *batch* menghasilkan 1.000.000 tablet pil KB. Berikut adalah gambaran proses produksi pil KB dalam 1 *batch* di PT. X dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Proses produksi pembuatan pil KB dimulai dengan menyiapkan bahan baku yang telah ditetapkan dari formula yang telah ditimbang, selanjutnya dilakukan proses granulasi atau *mixing* yaitu mencampurkan semua bahan baku yang kemudian akan dilakukan pemeriksaan kadar dari LEVO (*Levonorgestrel*) dan EE (*Ethinyl Estradiol*) tersebut. Proses selanjutnya adalah melakukan proses pencetakan tablet serta melakukan pemeriksaan kadar dari LEVO (*Levonorgestrel*) dan EE (*Ethinyl Estradiol*) yang selanjutnya akan dilakukan proses *coating* tablet. *Coating* tablet adalah proses pelapisan obat yang digunakan untuk meningkatkan stabilitas saat disimpan dan berfungsi pada saat di konsumsi pil KB tidak terasa pahit. Pada proses *coating* adalah proses terakhir sekaligus pemeriksaan kadar dari LEVO (*Levonorgestrel*) dan EE (*Ethinyl Estradiol*) pada tahap terakhir.



**Gambar 2.2** Peta Proses Produksi

Maka dari itu akan dilakukan penelitian pada tahap *coating* dikarenakan pada tahap itu produk pil KB sebelum didistribusikan ke konsumen diharapkan sudah tidak terdapat produk yang tidak sesuai dengan kadar yang sudah ditetapkan. Jika kadar sudah sesuai dan sudah dilakukan pengemasan maka akan di simpan didalam gudang sebelum didistribusikan ke konsumen.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah karakteristik kualitas hasil proses produksi pil KB yang berfungsi untuk pengendalian kelahiran, mengendalikan gejala menstruasi, mencegah endometriosis dan sebagai kontrasepsi darurat dengan dan diukur menggunakan alat yang biasa disebut HTCL. Karakteristik kualitas pil KB adalah sebagai berikut.

1.  $X_1$  adalah kadar *Levonogestrel* pada pil KB adalah obat hormonal yang digunakan dalam sejumlah metode pengendalian kelahiran, yang hanya bekerja sebelum kehamilan telah terjadi dengan batas spesifikasi sebesar 90% - 110%.
2.  $X_2$  adalah kadar *Ethinyl Estradiol* pada pil KB adalah senyawa estrogen sintetik steroidal, yaitu turunan sintetik dari estradio alami, dimana estrogen adalah hormon seks perempuan yang bekerja menstimulasi sifat-sifat seks sekunder perempuan, serta memiliki batas spesifikasi sebesar 90% - 110%.

LEVO (*Levonorgestrel*) dan EE (*Ethinyl Estradiol*) yang terkandung dalam pil KB saling dependen karena dalam pembuatan jika LEVO memiliki kadar tinggi maka EE juga memiliki kadar yang tinggi begitupun sebaliknya, dimana jika tidak terdapat salah satunya maka produk tersebut akan bersifat merusak organ tubuh.

### **3.2 Teknik Pengambilan Sampel**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pemeriksaan produk pil KB yang diproduksi oleh PT. X pada proses *coating* dimana dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan ditunjukkan dengan surat keterangan pada Lampiran 8 dan surat keaslian data pada Lampiran 9.

Berdasarkan proses produksi pil KB yang digunakan menjadi subgrup adalah *batch*, dimana *batch* adalah kapasitas dari ukuran tangki dalam pembuatan pil KB yang memiliki kapasitas 55.000

kilogram. Pada setiap *batch* diambil sampel sebanyak 3 sampel yang dijadikan ukuran subgrup.

Pada fase I diambil pada bulan Oktober 2016 yang terdapat 11 subgrup dan pada fase II diambil pada bulan November 2016 yang terdapat 15 subgrup. Pengambilan data pada bulan Oktober – November dikarenakan disesuaikan dengan pemesanan dari konsumen. Struktur data pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Struktur Data Penelitian Fase I dan Fase II

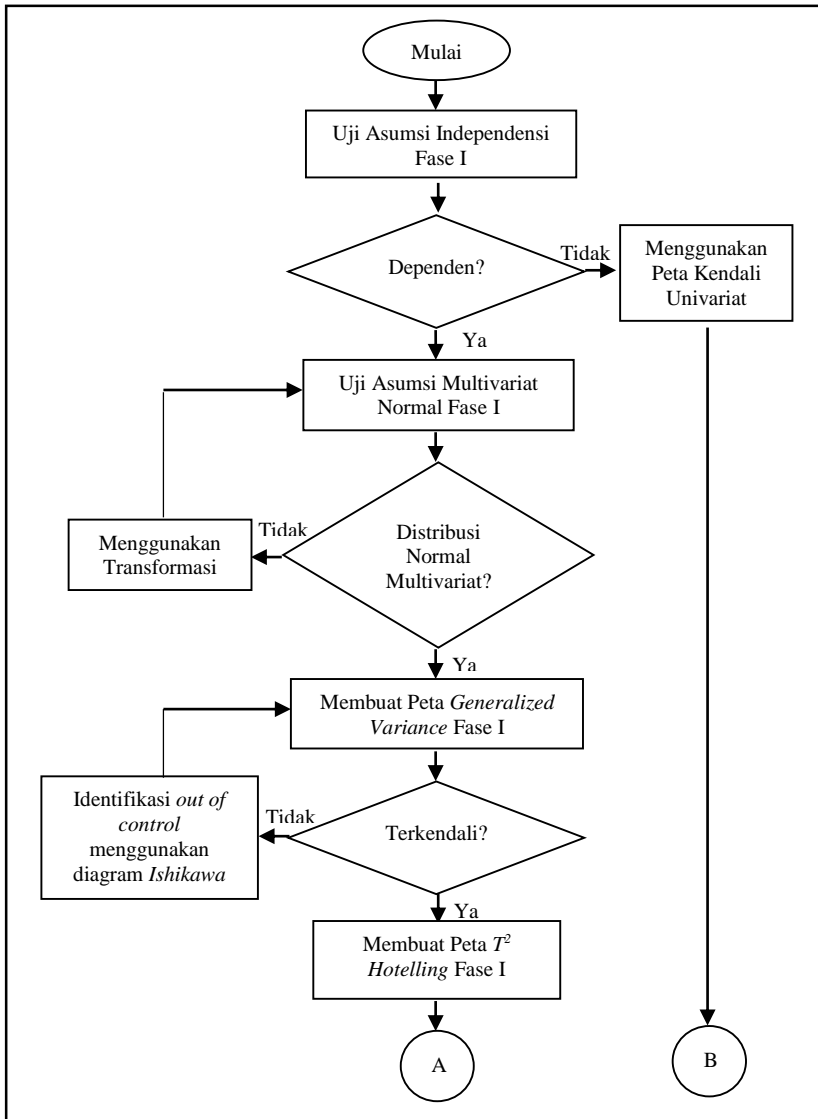
Batch ke – ( $k$ )	Sampel tiap batch ( $i$ )	Karakteristik Kualitas ( $j$ )	
		LEVO ( $x_1$ )	EE ( $x_2$ )
1	1	$X_{111}$	$X_{121}$
	2	$X_{211}$	$X_{221}$
	3	$X_{311}$	$X_{321}$
2	1	$X_{112}$	$X_{122}$
	2	$X_{212}$	$X_{222}$
	3	$X_{312}$	$X_{322}$
.	.	.	.
26	1	$X_{1126}$	$X_{1226}$
	2	$X_{2126}$	$X_{2226}$
	3	$X_{3126}$	$X_{3226}$

### 3.3 Langkah Analisis Data

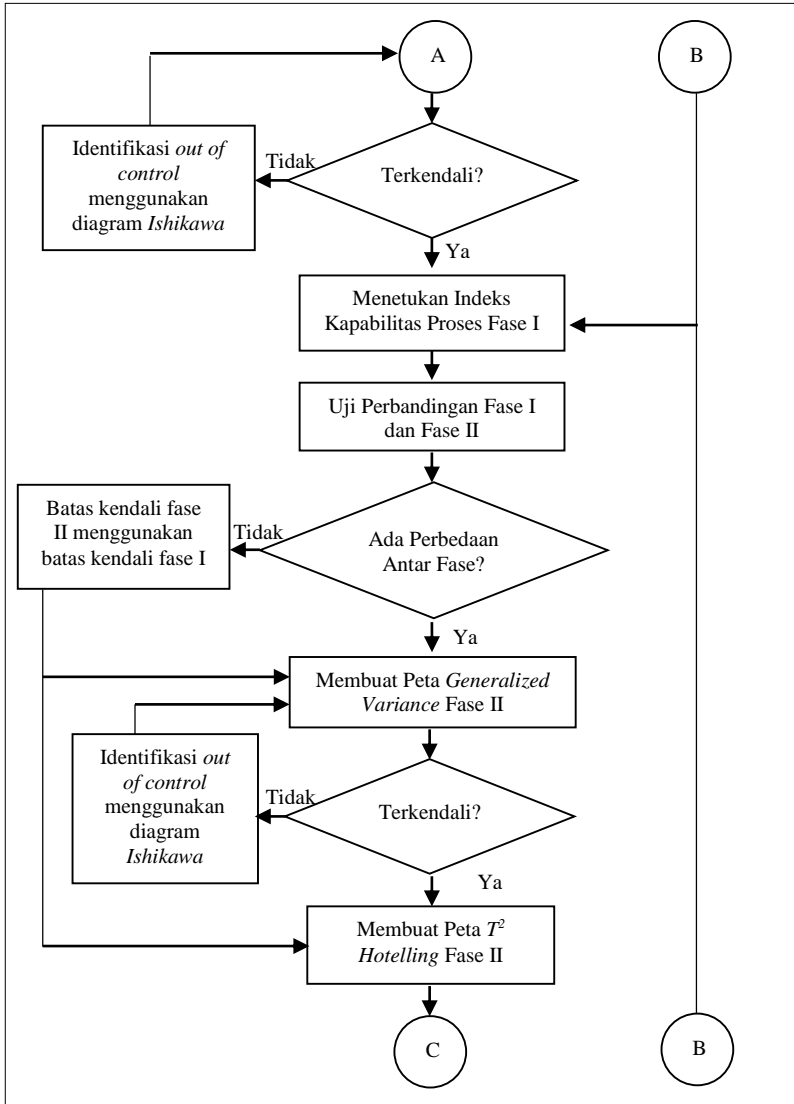
Langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pengujian dependensi fase I untuk mengetahui apakah variabel saling berhubungan atau tidak, jika tidak dependen maka dilanjutkan pada peta kendali univariat.
2. Melakukan pengujian asumsi distribusi normal multivariat fase I untuk mengetahui apakah variabel sudah berdistribusi normal atau tidak, jika tidak maka akan digunakan transformasi.
3. Membuat peta kendali *generalized variance* fase I untuk mengetahui variabilitas proses, jika tidak terkendali maka akan di cari penyebabnya dengan diagram *ishikawa* dan

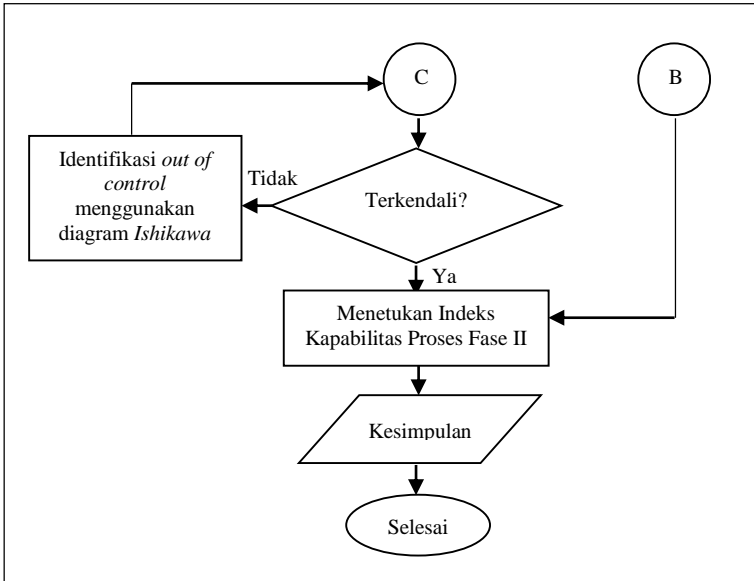
- menghilangkan yang *out of control* kemudian akan membuat peta kendali *generalized variance* yang baru.
4. Membuat peta kendali  $T^2$  *Hotteling* fase I untuk mengetahui *mean* proses, jika tidak terkendali maka akan di cari penyebabnya dengan diagram *ishikawa* dan menghilangkan yang *out of control* kemudian akan membuat peta kendali  $T^2$  *Hotteling* yang baru.
  5. Menghitung indeks kapabilitas proses fase I.
  6. Melakukan uji perbandingan proses produksi fase I dan fase II untuk mengetahui apakah terdapat pergeseran proses atau tidak, jika terdapat pergeseran maka pada bats kendali fase II menggunakan batas kendali pada fase II jika tidak terdapat pergeseran maka menggunakan batas kendali fase I.
  7. Melakukan pengujian dependensi fase II dimana jika tidak dependen maka dilanjutkan pada peta kendali univariat.
  8. Melakukan pengujian asumsi distribusi normal multivariat fase II, jika tidak maka akan digunakan transformasi.
  9. Membuat peta kendali *generalized variance* fase II untuk mengetahui variabilitas proses, jika tidak terkendali maka akan di cari penyebabnya dengan diagram *ishikawa* dan menghilangkan yang *out of control* kemudian akan membuat peta kendali *generalized variance* yang baru.
  10. Membuat peta kendali  $T^2$  *Hotteling* fase II untuk mengetahui *mean* proses, jika tidak terkendali maka akan di cari penyebabnya dengan diagram *ishikawa* dan menghilangkan yang *out of control* kemudian akan membuat peta kendali  $T^2$  *Hotteling* yang baru.
  11. Menghitung indeks kapabilitas proses fase II.
  12. Menginterpretasikan hasil analisis data.
  13. Menarik kesimpulan dan memberikan saran
- Diagram alir dari langkah analisis pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir



**Gambar 3.1** Diagram Alir (Lanjutan)



**Gambar 3.1** Diagram Alir (Lanjutan)

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini akan dilakukan pembahasan pengendalian kualitas statistika, mengidentifikasi faktor yang menjadi penyebab produk cacat dan menghitung nilai kapabilitas proses produksi pil KB di PT. X pada hasil proses produksi pil KB di bulan Oktober 2016 untuk fase I dan di bulan November 2016 untuk fase II. Analisis dan pembahasan pada fase I dan fase II adalah sebagai berikut.

#### **4.1 Analisis Kapabilitas Proses Produksi Pil KB Fase I**

Analisis kapabilitas proses produk pil KB pada fase I berdasarkan data di Lampiran 1.1. Sebelum dilakukan analisis kapabilitas proses maka proses harus terkendali secara statistik, dimana asumsi yang harus dipenuhi adalah dependensi dan asumsi distribusi normal multivariat yang akan dijelaskan sebagai berikut.

##### **4.1.1 Dependensi Variabel LEVO dan EE Fase I**

Pengujian independensi dilakukan untuk menguji apakah terdapat korelasi antar variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*). Hipotesis dan hasil pengujian berdasarkan pada data Lampiran 1.1 dan Persamaan (2.15) adalah sebagai berikut.

$H_0: \mathbf{R} = \mathbf{I}$  (Tidak ada korelasi antar variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*) atau independen)

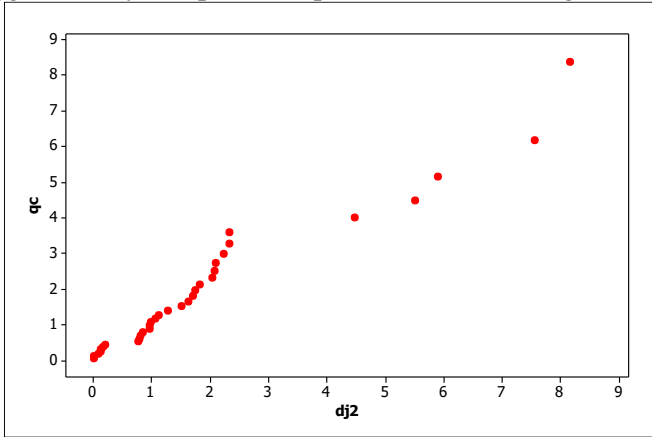
$H_1: \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$  (Terdapat korelasi antar variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*) atau independen)

Pada taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 5%, maka diperoleh hasil seperti Lampiran 2.1 yang didapatkan bahwa nilai  $\chi_{hitung}^2$  sebesar 8,904 lebih besar dari  $\chi_{0,05;1}^2$  sebesar 3,84 dan *P-value* sebesar 0,004 lebih kecil dari taraf signifikan sebesar 0,05.

Berdasarkan daerah penolakan  $\chi_{hitung}^2 > \chi_{0,05;1}^2$  dan *P-value* < 0,05, maka dapat diputuskan yaitu  $H_0$  ditolak yang artinya adalah terdapat korelasi atau saling berhubungan antar variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*).

#### 4.1.2 Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat Variabel LEVO dan EE Fase I

Pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan telah berdistribusi normal multivariat dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh berdasarkan Persamaan (2.19) dan pada data Lampiran 1.1 serta menggunakan syntax pada Lampiran 3.1 adalah sebagai berikut.



**Gambar 4.1** *Chi-square Plot* Data Produksi Pil KB Fase I

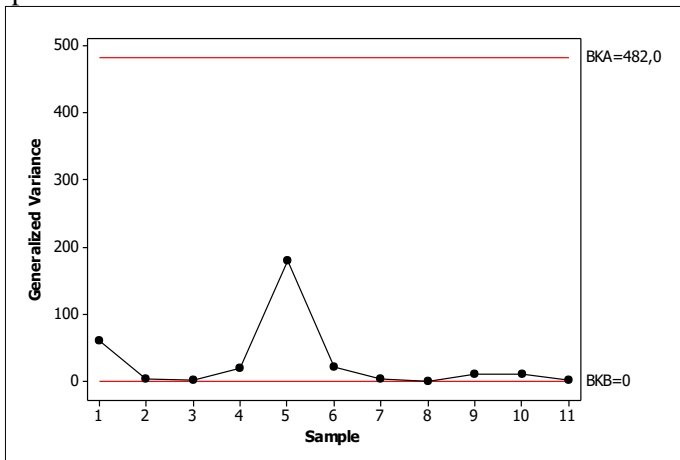
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa secara visual bahwa *plot* yang terbentuk telah mengikuti garis linier, selain itu berdasarkan Lampiran 3.2 dan 3.3 diperoleh proporsi nilai  $d_{ki}^2$  sebesar 0,515 setara dengan 51,5% yang kurang dari nilai  $\chi^2$  dimana nilai tersebut berada di sekitar nilai 50% maka dapat diputuskan bahwa hasil pengamatan pada bulan Oktober 2016 telah berdistribusi normal multivariat. Setelah asumsi telah terpenuhi maka akan dilanjutkan dengan peta kendali multivariat.

Peta kendali multivariat digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi telah terkendali secara statistik atau belum, dimana karakteristik kualitas dari produk lebih dari 1. Peta kendali multivariat terdiri dari peta kendali *generalized variance* dan peta kendali  $T^2$  *Hotelling* yang akan dijelaskan sebagai berikut.



#### 4.1.3 Peta Kendali *Generalized Variance* Pil KB Fase I

Peta kendali *generalized variance* digunakan untuk mengendalikan proses variabilitas suatu produk, dengan menggunakan data pada Lampiran 1.1 dan Persamaan (2.6) untuk menghitung batas kendali atas sedangkan Persamaan (2.8) untuk menghitung batas kendali bawah. Gambar 4.2 menunjukkan hasil dari peta kendali *generalized variance* dan didapatkan hasil pada Lampiran 4.1.



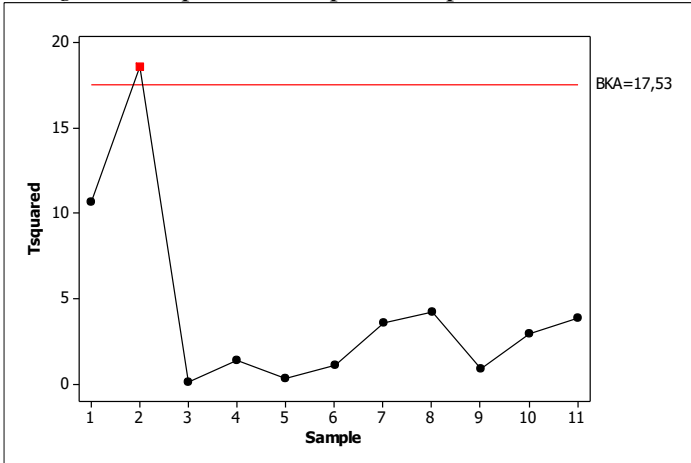
Gambar 4.2 Peta Kendali *Generalized Variance* Fase I

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa variabilitas proses produk pil KB tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) sebesar 482 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0, maka dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses produk pil KB sudah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu peta kendali  $T^2$  Hotelling untuk mengendalikan *mean* proses.

#### 4.1.4 Peta $T^2$ Hotelling Pil KB Fase I

Peta kendali *generalized variance* yang telah terkendali akan dilanjutkan dengan analisis peta kendali  $T^2$  Hotelling dari persamaan (2.12) digunakan untuk mengendalikan *mean* proses suatu produk, dengan menggunakan data pada Lampiran 1.1 dan

Persamaan (2.13) untuk menghitung batas kendali atas dan batas kendali bawah. Gambar 4.3 menunjukkan hasil dari peta kendali  $T^2$  *Hotelling* dan didapatkan hasil pada Lampiran 5.1.

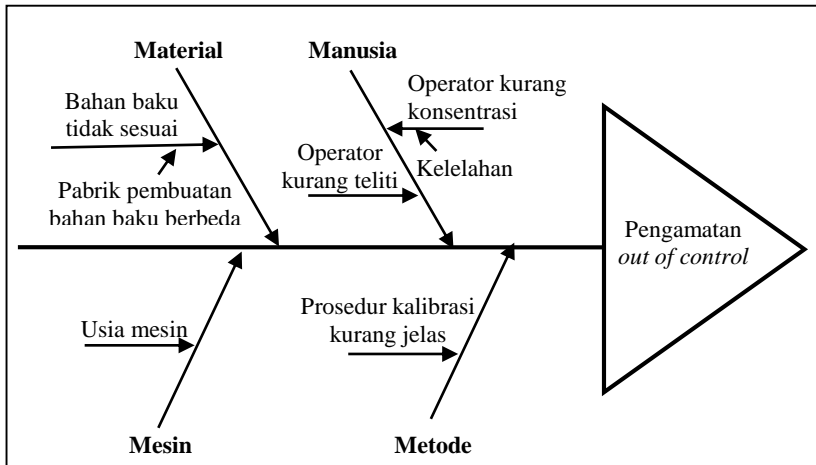


**Gambar 4.3** Peta Kendali  $T^2$  *Hotelling* Fase I

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa *mean* proses produk pil KB dengan cara menghitung nilai  $T^2$  *Hotelling* setiap pengamatan terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali dimana batas kendali atas (BKA) sebesar 17,53 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0. Dapat disimpulkan bahwa *mean* proses produk pil KB tidak terkendali secara statistik yang akan dicari penyebabnya melalui diagram *ishikawa* dan akan dilakukan analisis kembali dengan mengeluarkan pengamatan ke-2.

#### 4.1.5 Faktor Penyebab *Out of Control*

Diagram *ishikawa* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor produk yang tidak sesuai berdasarkan batas spesifikasi serta proses produksi yang tidak terkendali yang akan mempengaruhi suatu hasil proses produksi disebabkan oleh 4M+1L.

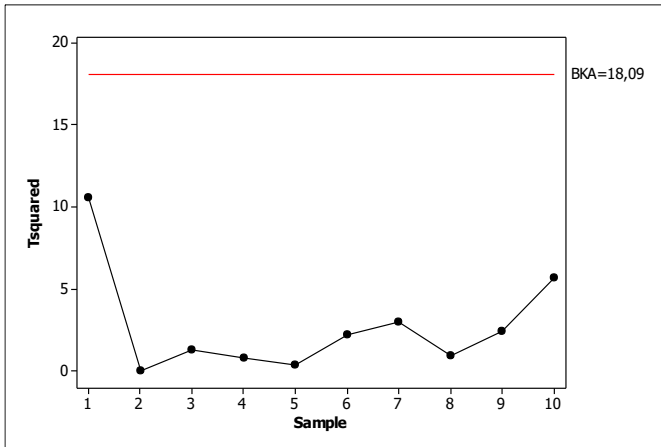


Gambar 4.4 Diagram Ishikawa

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa faktor-faktor penyebab pengamatan pada proses produksi pil KB yang keluar dari batas kendali (*out of control*) disebabkan oleh mesin, manusia, metode dan material. Pada faktor material terdapat bahan baku yang berbeda dikarenakan pabrik pembuatan bahan baku yang berbeda maka bahan baku jadi tidak sesuai. Operator kurang konsentrasi dikarenakan kelelahan serta kurang teliti merupakan faktor manusia. Faktor mesin, usia mesin yang terlalu tua namun masih digunakan berakibat terhadap proses produksi pil KB. Prosedur kalibrasi yang kurang jelas merupakan faktor dari metode.

#### 4.1.6 Peta T<sup>2</sup> Hotelling Perbaikan Pil KB Fase I

Setelah melakukan perbaikan pada peta kendali T<sup>2</sup> Hotelling dengan cara mengeluarkan pengamatan ke-2, maka dilanjutkan dengan analisis selanjutnya yaitu peta kendali T<sup>2</sup> Hotelling perbaikan sebagai berikut serta didapatkan hasil pada Lampiran 5.2.



**Gambar 4.5** Peta Kendali  $T^2$  Hotelling Perbaikan ke-1 Fase I

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa *mean* proses produk pil KB dengan cara menghitung  $T^2$  Hotelling tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) sebesar 18,09 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0, maka dapat disimpulkan bahwa *mean* proses produk pil KB sudah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu kapabilitas proses.

Pada fase I didapatkan bahwa analisis peta *generalized variance* dan  $T^2$  Hotelling telah terkendali secara statistik, selanjutnya batas kendali fase I digunakan untuk memonitoring fase II.

#### 4.1.7 Indeks Kapabilitas Pil KB Fase I

Setelah dilakukan analisis peta kendali *generalized variance* serta peta kendali  $T^2$  Hotelling didapatkan bahwa proses sudah terkendali secara statistik, sehingga dilanjutkan pada analisis kapabilitas proses menggunakan Persamaan (2.29). Proses dikatakan tidak kapabel jika nilai  $C_p$  kurang dari 1, sedangkan proses dalam keadaan baik jika nilai  $C_p$  sama dengan 1 dan proses dalam keadaan sangat baik jika  $C_p$  lebih dari 1. Analisis kapabilitas pada fase I dengan menggunakan syntax pada Lampiran 7.1 dan

Lampiran 7.2 didapatkan bahwa nilai Cp sebesar 1,01 yang dapat disimpulkan bahwa proses produksi pil KB kapabel.

#### 4.1.8 Uji Perbandingan Fase Produk Pil KB

Analisis MANOVA ini dapat menunjukkan apakah terdapat pergeseran proses antara fase I dan fase II. Sebelum menggunakan analisis MANOVA terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu uji homogenitas matriks varians kovariansnya.

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2$  (matriks varians kovarians fase 1 dan fase 2 homogen)

$H_1$  : minimal ada satu matriks varians kovarians fase I dan fase II yang tidak homogen

Pada taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 5%, maka diperoleh hasil seperti Lampiran 6.1 yang didapatkan bahwa nilai C sebesar 5,375 lebih kecil dari  $\chi^2_{0,05;3}$  sebesar 7,814 dan P-value sebesar 0,157 lebih besar dari taraf signifikan sebesar 0,05. sehingga diperoleh keputusan  $H_0$  gagal ditolak yang artinya adalah matriks varians kovarian fase 1 dan fase 2 homogen. Selanjutnya akan dilakukan uji MANOVA sebagai berikut.

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = 0$  (Tidak terdapat perbedaan antara rata-rata fase 1 dan rata-rata fase 2 pada proses produksi pil KB)

$H_1 : \tau_g \neq 0$  (Terdapat perbedaan pada proses produksi pil KB)

Pengujian perbedaan fase I dan fase II dengan menghitung nilai *Wilk's Lambda* dengan taraf signifikan sebesar 5% didapatkan statistik uji F, sehingga diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Lampiran 6.2. Nilai F hitung sebesar 21,053 lebih besar dari  $F_{0,05;2;72}$  yaitu sebesar 3,123 maka diperoleh keputusan  $H_0$  ditolak, yang artinya terdapat perbedaan pada proses produksi pil KB pada fase I dan fase II.

#### 4.2 Analisis Kapabilitas Proses Pil KB Fase II

Analisis kapabilitas proses produk pil KB pada fase II yaitu hasil proses produksi pil KB di bulan November 2016 digunakan

untuk mengetahui apakah terjadi pergeseran proses atau tidak. Dalam melakukan analisis kapabilitas proses maka proses harus terkendali secara statistik, dimana asumsi yang harus terpenuhi adalah dependensi dan asumsi distribusi normal multivariat yang akan dijelaskan sebagai berikut.

#### 4.2.1 Dependensi Variabel LEVO dan EE Fase II

Pengujian independensi dilakukan untuk menguji apakah terdapat korelasi antar variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*). Hipotesis dan hasil pengujian adalah sebagai berikut.

$H_0: \mathbf{R} = \mathbf{I}$  (Tidak ada korelasi antar variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*) atau independen)

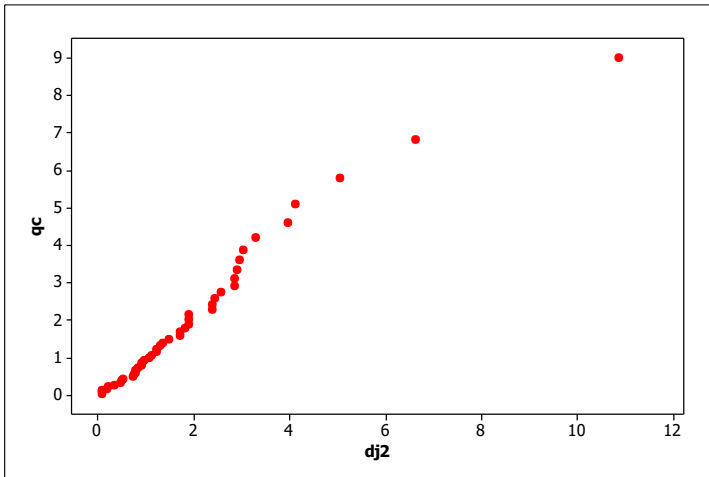
$H_1: \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$  (Terdapat korelasi antar variabel variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*) atau dependen)

Dengan menggunakan taraf signifikan ( $\alpha$ ) sebesar 5%, dan Persamaan (2.15) maka didapatkan hasil pada Lampiran 2.2 yang didapatkan bahwa nilai  $\chi_{hitung}^2$  sebesar 26,402 lebih besar dari  $\chi_{0,05;1}^2$  sebesar 3,84 dan P-value sebesar 0,000 lebih kecil dari taraf signifikan sebesar 0,05.

Berdasarkan daerah penolakan  $\chi_{hitung}^2 > \chi_{0,05;1}^2$  dan P-value  $< 0,05$ , maka dapat diambil keputusan bahwa  $H_0$  ditolak yang artinya adalah terdapat korelasi atau saling berhubungan antar variabel EE (*Ethinyl Estradiol*) dan LEVO (*Levonogestrel*).

#### 4.2.2 Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat Variabel LEVO dan EE Fase II

Pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat akan dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan telah berdistribusi normal multivariat dengan melihat nilai proporsi yang diperoleh berdasarkan Persamaan (2.19) dan menggunakan data yang terdapat pada Lampiran 1.2. Hasil pemeriksaan asumsi distribusi normal multivariat adalah sebagai berikut.



**Gambar 4.6** *Chi-square Plot* Data Produksi Pil KB Fase II

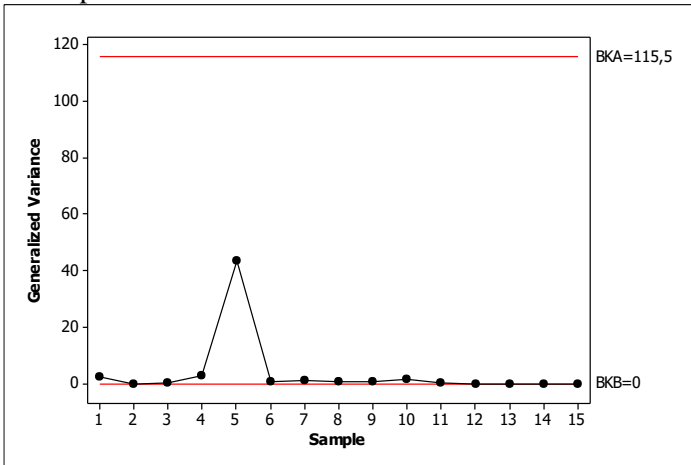
Gambar 4.6 menunjukkan bahwa secara visual bahwa *plot* data bulan November 2016 yang terbentuk telah mengikuti garis linier, selain itu berdasarkan Lampiran 3.4 dan 3.5 diperoleh bahwa proporsi nilai  $d_{ki}^2$  sebesar 0,511 atau 51,1% yang kurang dari sama dengan  $\chi^2$  dimana nilai tersebut berada di sekitar nilai 50% maka dapat diputuskan bahwa hasil pengamatan pada bulan November 2016 telah berdistribusi normal multivariat.

Peta kendali multivariat fase II digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi dilakukan *improve* atau tidak setelah didapatkan pengamatan fase I terdapat yang *out of control*, tetapi dikarenakan tidak dapat dilakukan *improve* secara langsung maka hanya melihat apakah terdapat pergeseran proses atau tidak. Hasil analisis peta kendali multivariat yang terdiri dari peta kendali *generalized variance* dan peta kendali  $T^2$  *Hotelling* yang akan dijelaskan sebagai berikut.

#### **4.2.3 Peta Kendali *Generalized Variance* Pil KB Fase II**

Peta kendali *generalized variance* digunakan untuk mengendalikan proses variabilitas suatu produk, dengan

menggunakan data pada Lampiran 1.2. Gambar 4.7 menunjukkan hasil dari peta kendali *generalized variance* dan didapatkan hasil pada Lampiran 4.2.



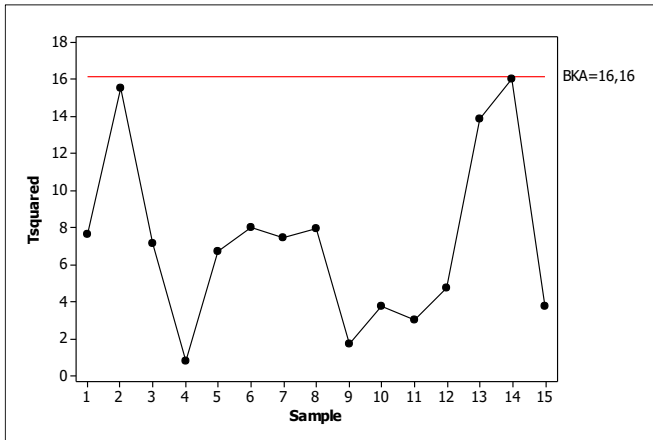
**Gambar 4.7** Peta Kendali *Generalized Variance* Fase II

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa variabilitas proses produk pil KB tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) sebesar 115,5 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0 yang artinya adalah proses produk pil KB sudah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu peta kendali  $T^2$  *Hotelling* untuk mengendalikan *mean* proses.

#### 4.2.4 Peta $T^2$ *Hotelling* Pil KB Fase II

Peta kendali *generalized variance* yang telah terkendali akan dilanjutkan dengan analisis peta kendali  $T^2$  *Hotelling* digunakan untuk mengendalikan *mean* proses suatu produk, dengan menggunakan data pada Lampiran 1.2. Gambar 4.8 menunjukkan hasil dari peta kendali  $T^2$  *Hotelling* serta didapatkan hasil pada Lampiran 5.3.





**Gambar 4.8** Peta Kendali  $T^2$  Hotelling Fase II

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa *mean* proses produk pil KB dengan cara menghitung  $T^2$  Hotelling tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali atas (BKA) sebesar 16,16 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0, maka dapat disimpulkan bahwa *mean* proses produk pil KB sudah terkendali secara statistik sehingga dapat dilanjutkan pada analisis selanjutnya yaitu kapabilitas proses.

#### 4.2.5 Indeks Kapabilitas Proses Pil KB Fase II

Setelah dilakukan analisis peta kendali *generalized variance* serta peta kendali  $T^2$  Hotelling pada fase II maka didapatkan bahwa proses terkendali secara statistik, sehingga dilanjutkan pada analisis kapabilitas proses menggunakan Persamaan (2.29).

Analisis pada fase I kapabilitas didapatkan bahwa nilai  $C_p$  sebesar 1,01 yang dapat disimpulkan bahwa proses produksi pil KB kapabel. Pada fase II hasil analisis kapabilitas dengan menggunakan syntax pada Lampiran 7.2 dan Lampiran 7.4 didapatkan bahwa nilai  $C_p$  sebesar 0,50 yang dapat disimpulkan bahwa proses produksi pil KB tidak kapabel.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Kemampuan proses produksi pil KB pada bulan Oktober 2016 menunjukkan nilai Cp sebesar 1,01 proses dikatakan kapabel, tetapi pada bulan November 2016 sebesar 0,50 sehingga proses dikatakan tidak kapabel meskipun proses sudah terkendali dan terjadi pergeseran proses.
2. Penyebab terjadinya ketidaksesuaian pada produk pil KB terjadi karena beberapa faktor yaitu bahan baku yang berasal dari pabrik pembuatan bahan baku yang berbeda, usia mesin yang terlalu tua, operator kurang konsentrasi dan teliti dan prosedur kalibrasi yang kurang jelas.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan untuk PT.X berdasarkan hasil analisis dan pembahasan adalah melakukan perbaikan berdasarkan penyebab *out of control* salah satunya dengan melakukan pengecekan mesin secara rutin atau *maintenance* agar produk yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan perusahaan serta tidak mengurangi kepuasan konsumen.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kesehatan. 2001. *Pil KB*. Jakarta : Departemen Kesehatan Indonesia.
- Heizer J. & Render B. 2009. *Manajemen Operasi*. Buku 1 Edisi 9. Jakarta: Salemba Empat.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. 2007. *Applied Multivariat Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kotz, S., & Johnson, N. L. 1993. *Process Capability Indices*. United Kingdom: Springer-Science+Business Media, B.V.
- Montgomery, D. C. 2013. *Introduction To Statistical Quality Control* (7 ed.). Arizona State University: Wiley.
- Rencher, Alvin C. 2002. *Methods Of Multivariate Analysis*. Canada: Wiley Interscience.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

### Lampiran 1.1 Data Produksi Pil KB Bulan Oktober 2016

Batch	Sampel	EE	LEVO
C034P07	1	100,13	97,77
	2	105,58	95,32
	3	104,85	100,57
C035P07	1	94,31	101,62
	2	95,97	99,21
	3	99,1	98,67
...	...	...	...
C044P07	1	101,11	103,51
	2	102,8	103,89
	3	100,41	104,99

### Lampiran 1.2 Data Produksi Pil KB Bulan November 2016

Batch	Sampel	EE	LEVO
C045P07	1	103,59	102,96
	2	101,65	103,81
	3	105,28	104,99
C046P07	1	96,28	102,09
	2	94,28	100,43
	3	98,53	104,41
...	...	...	...
C047P07	1	104,27	106,12
	2	101,07	103,86
	3	98,25	102,47

**Lampiran 2.1** Pengujian Independensi Fase 1**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	8,494
	df	1
	Sig.	,004

**Lampiran 2.2** Pengujian Independensi Fase 2**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	26,402
	Df	1
	Sig.	,000



### Lampiran 3.1 Syntax Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat

```

Macro
NormalMultivariate X.1-X.p qc dj2
MConstant i j n p Prop Tengah
MColumn x.1-x.p xj Kali d dj2 qc Prob
MMatrix MCova MCovaI xjxbar
#-- 1.1. Dapatkan Nilai dj2 --#
  let n=count(x.1)
  Covariance X.1-X.p MCova
  invers MCova MCovaI
  do i=1:n
    do j=1:p
      let xj(j)=x.j(i)-mean(x.j)
    enddo
    copy xj xjxbar
    mult MCovaI xjxbar Kali
    let d=Kali*xj
    let dj2(i)=sum(d)
  enddo
  sort dj2 dj2
#-- 1.2. Dapatkan Nilai qc --#
  do i=1:n
  let Prob(i)=1-(n-i+0.5)/n
  enddo
  INVCDF Prob qc;
  Chisquare p.
#-- 1.3 Buat Plot dj2 dengan qc --#
  plot qc*dj2;
  symbol.
#-- 2. Mencari Proporsi --#
  INVCDF 0.5 Tengah;
  Chisquare p.

```

### Lampiran 3.1 Pemeriksaan Asumsi Distribusi Normal Multivariat (Lanjutan)

```
let Prop=0
do i=1:n
  if dj2(i)<=Tengah
    let Prop=Prop+1
  endif
enddo
let Prop=Prop/n
print Prop
#-- 3. Mencari Nilai Korelasi --#
corr qc dj2
name qc 'qc'
name dj2 'dj2'
endmacro
```

### Lampiran 3.2 *Output* Distribusi Normal Multivariat Fase I

#### Scatterplot of qc vs dj2

#### Data Display

```
Prop      0,515152
```

**Lampiran 3.3** Nilai  $d_{ki}^2$  setiap Observasi Fase I

Sampel	$d_{ki}^2$	Sampel	$d_{ki}^2$
1	0,027973	18	1,523996
2	0,03521	19	1,636481
3	0,098824	20	1,72312
4	0,141636	21	1,750695
5	0,145715	22	1,8436
6	0,183802	23	2,053165
7	0,227003	24	2,100578
8	0,788882	25	2,117462
9	0,803984	26	2,252348
10	0,825789	27	2,339415
11	0,869376	28	2,343029
12	0,980819	29	4,491171
13	0,98678	30	5,528105
14	1,006922	31	5,914314
15	1,081439	32	7,572513
16	1,144423	33	8,177862
17	1,283568		

**Lampiran 3.4** *Output* Distribusi Normal Multivariat Fase II

**Scatterplot of C16 vs C17**

**Data Display**

Prop      0,511111

**Lampiran 3.5** Nilai  $d_{ki}^2$  setiap Observasi Fase II

Sampel	$d_{ki}^2$	Sampel	$d_{ki}^2$
1	0,107364	24	1,497437
2	0,113564	25	1,726332
3	0,113564	26	1,739271
4	0,211014	27	1,833992
5	0,248349	28	1,901552
6	0,362593	29	1,908942
7	0,506306	30	1,908942
8	0,507256	31	2,404111
9	0,540982	32	2,404111
10	0,761662	33	2,446608
11	0,772894	34	2,588015
12	0,802355	35	2,858318
13	0,811197	36	2,881347
14	0,86321	37	2,910322
15	0,929817	38	2,972782
16	0,944761	39	3,061096
17	0,986249	40	3,301909
18	1,091997	41	3,977805
19	1,140798	42	4,123435
20	1,230296	43	5,060563
21	1,230814	44	6,646068
22	1,307566	45	10,88075
23	1,381689		

**Lampiran 4.1** Nilai  $|S|$  Fase I

Sampel	$ S $	Sampel	$ S $
1	60	7	3,4
2	3,7	8	0,4
3	0,5	9	10,9
4	19,9	10	10,4
5	180,1	11	0,6
6	21,2		

**Lampiran 4.2** Nilai  $|S|$  Fase II

Sampel	$ S $	Sampel	$ S $
1	3,4	9	0,9
2	0,1	10	1,5
3	0,3	11	0,3
4	2,7	12	0,1
5	43,3	13	0,1
6	0,7	14	0,1
7	1,3	15	0,0
8	0,7		

**Lampiran 5.1** Nilai  $T^2$  *Hotelling* Fase I

Sampel	$T^2$ <i>Hotelling</i>
1	10,68
2	18,6
3	0,09
4	1,39
5	0,29
6	1,08
7	3,55
8	4,21
9	0,91
10	2,93
11	3,85

**Lampiran 5.2** Nilai  $T^2$  *Hotelling* Fase I perbaikan ke-1

Sampel	$T^2$ <i>Hotelling</i>	Sampel	$T^2$ <i>Hotelling</i>
1	10,57	6	2,21
2	0,02	7	2,98
3	1,26	8	0,96
4	0,8	9	2,41
5	0,37	10	5,64

**Lampiran 5.3** Nilai  $T^2$  *Hotelling* Fase II

Sampel	$T^2$ <i>Hotelling</i>	Sampel	$T^2$ <i>Hotelling</i>
1	7,62	9	1,73
2	15,56	10	3,75
3	7,15	11	3,04
4	0,77	12	4,74
5	6,71	13	13,88
6	8,04	14	16,02
7	7,47	15	3,77
8	7,92		

**Lampiran 6.1** *Output* Pengujian Homogenitas**Test Results**

Box's M		5,375
F	Approx.	1,735
	df1	3
	df2	204635,638
	Sig.	,157

Tests null hypothesis of equal  
population covariance matrices.



## Lampiran 6.2 Output MANOVA

### Multivariate Tests<sup>a</sup>

Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept Pillai's Trace	,999	46234,260 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,999
Intercept Wilks' Lambda	,001	46234,260 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,999
Intercept Hotelling's Trace	1284,285	46234,260 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,999
Intercept Roy's Largest Root	1284,285	46234,260 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,999
Fase Pillai's Trace	,369	21,053 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,369
Fase Wilks' Lambda	,631	21,053 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,369
Fase Hotelling's Trace	,585	21,053 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,369
Fase Roy's Largest Root	,585	21,053 <sup>b</sup>	2,000	72,000	,000	,369

a. Design: Intercept + Fase

b. Exact statistic

**Lampiran 7.1** Syntax Kapabilitas Proses Fase I

```

macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.30 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s cm2
cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1;p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.30
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s

```

**Lampiran 7.1** Syntax Kapabilitas Proses Fase I (Lanjutan)

```
print i s
enddo
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=100
let t2=100
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
print c.1-c.2
copy c.1-c.2 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```

**Lampiran 7.2** *Output* Kapabilitas Proses Fase I**Data Display**

```
cp      1,01047
```

**Lampiran 7.3** Syntax Kapabilitas Proses Fase II

```
macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 t3 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.45 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek mvekt s cm2
cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.45
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
```

**Lampiran 7.3** Syntax Kapabilitas Proses Fase II (Lanjutan)

```
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=100
let t2=100
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
print c.1-c.2
copy c.1-c.2 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp endmacro
```

**Lampiran 7.2** *Output* Kapabilitas Proses Fase II**Data Display**

cp	0,508318
----	----------

## Lampiran 8. Surat Keterangan

### SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS dengan identitas berikut :

Nama : Annisa Raina Nabillah Thufailah

NRP : 10611500000033

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : PT. Sunthi Sepuri

Divisi : *Quality Control*

2. ~~Tidak Keberatan~~ / keberatan\* nama perusahaan dicantumkan dalam tugas akhir mahasiswa Statistika Bisnis yang akan disimpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.
3. ~~Tidak Keberatan~~ / Keberatan\* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E-journal yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Tangerang, 3 Mei 2018

 PT SUNTHI SEPURI

  
(.....sri Harlan.....)

\* (Coret yang tidak perlu)

## Lampiran 9. Surat Keaslian Data

**SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswi Departemen Statistika Bisnis  
Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Annisa Raina Nabilah Thufailah  
NRP : 1061150000033

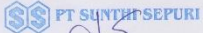
Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan data  
sekunder yang diambil dari :

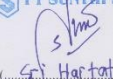
Sumber : Bidang *Quality Control* PT. Sunthi Sepuri  
Keterangan : Data hasil pemeriksaan produk pil KB periode bulan  
Oktober dan November 2016


Surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data,  
maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Mengetahui,  
Pemberi data,


Tangerang,  
Yang membuat pernyataan

 PT SUNTHI SEPURI

  
(Sri Hartati)

  
(Annisa Raina Nabilah T)  
NRP. 1061150000033

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

  
(Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT.)  
NIP. 19610311 198701 2 001



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Annisa Raina Nabilah Thufailah yang biasa disapa Annisa, Icha atau Rere. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Lahir di Surabaya pada tanggal 28 September 1997. Penulis telah menyelesaikan studi Sekolah Dasar di Khadijah Surabaya (2003-2007), SD Islam Bani Saleh 6 Bekasi (2007-2009), SMP Islam

Al-Azhar 9 Bekasi (2009-2012), SMA Islam Al-Azhar 4 Bekasi (2012-2015) dan saat ini melanjutkan studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS angkatan 2015 yang biasa disebut “HEROES”. Selama perkuliahan penulis mengikuti beberapa kepanitiaan. Tahun pertama penulis menjadi Volunteer PRS 2016. Tahun berikutnya penulis bergabung di kepanitiaan sie Kesehatan OC GERIGI ITS 2016, sie Acara PRS 2017 dan ikut berpartisipasi sebagai Elemen Kaderisasi di HIMADATA-ITS.

Penulis sangat berharap akan kritik dan saran yang membangun sehingga untuk informasi dan komunikasi lebih lanjut maka penulis dapat dihubungi melalui :

Email : [annisa.raina@gmail.com](mailto:annisa.raina@gmail.com)

No. HP : 082122492970