



TUGAS AKHIR - SS 091324

**MONITORING UJI STABILITAS JENIS  
TABLET ANTIBIOTIK PADA MASA  
KADALUARSA MENGGUNAKAN DIAGRAM  
KONTROL MULTIVARIAT  
(Studi Kasus : PT “X”)**

RINDANG SUKMANITA  
NRP 1311 106 004

Dosen Pembimbing  
Dr. Muhammad Mashuri, MT

PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - SS 091324

**MONITORING UJI STABILITAS JENIS  
TABLET ANTIBIOTIK PADA MASA  
KADALUARSA MENGGUNAKAN DIAGRAM  
KONTROL MULTIVARIAT  
(Studi Kasus : PT “X”)**

RINDANG SUKMANITA  
NRP 1311 106 004

Dosen Pembimbing  
Dr. Muhammad Mashuri, MT

PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA  
JURUSAN STATISTIKA  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
SURABAYA 2014



FINAL PROJECT - SS 091324

**MONITORING STABILITY TEST OF  
ANTIBIOTIC TABLETS IN EXPIRATION  
DATE USING MULTIVARIATE CONTROL  
CHART  
(Case Study : PT “X”)**

RINDANG SUKMANITA  
NRP 1311 106 004

Advisor Lecture  
Dr. Muhammad Mashuri, MT

DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics And Natural Science  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - SS 091324

**MONITORING STABILITY TEST OF  
ANTIBIOTIC TABLETS IN EXPIRATION  
DATE USING MULTIVARIATE CONTROL  
CHART  
(Case Study : PT “X”)**

RINDANG SUKMANITA  
NRP 1311 106 004

Advisor Lecture  
Dr. Muhammad Mashuri, MT

DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics And Natural Science  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
SURABAYA 2014



FINAL PROJECT - SS 091324

**MONITORING STABILITY TEST OF  
ANTIBIOTIC TABLETS IN EXPIRATION  
DATE USING MULTIVARIATE CONTROL  
CHART  
(Case Study : PT “X”)**

RINDANG SUKMANITA  
NRP 1311 106 004

Advisor Lecture  
Dr. Muhammad Mashuri, MT

DEPARTMENT OF STATISTICS  
Faculty of Mathematics And Natural Science  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
SURABAYA 2014

# MONITORING UJI STABILITAS JENIS TABLET ANTIBIOTIK PADA MASA KADALUARSA MENGGUNAKAN DIAGRAM KONTROL MULTIVARIAT (Studi Kasus : PT "X")

Nama : Rindang Sukmanita  
NRP : 1311 106 004  
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS  
Pembimbing : Dr. Muhammad Mashuri, MT

## **Abstrak**

Obat merupakan produk utama dari industri farmasi yang memiliki waktu kadaluarsa. Disisi lain, industri farmasi terus berkembang. Kualitas produk salah satunya obat merupakan faktor utama yang tidak bisa ditawar lagi oleh perusahaan. PT "X" adalah perusahaan pelopor antibiotik terkemuka dengan standart kualitas tertinggi di Indonesia. Dalam menentukan masa kadaluarsa obat ada beberapa aspek yang harus dilakukan, salah satunya adalah uji stabilitas. Uji stabilitas yang dilakukan PT "X" hanya berdasarkan visual, uji kualitas fisika, kimia dan mikrobiologinya saja tanpa mengolah hasil pengujiannya secara statistika. Pada penelitian ini akan dilakukan uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan menggunakan penerapan secara ilmu statistik yaitu menggunakan diagram kontrol multivariat. Diagram kontrol yang digunakan adalah diagram kontrol  $T^2$  Hotelling, Generalized Variance (GV), Multivariate Exponential Weighted Moving Average (MEWMA) dan Multivariate Exponential Weighted Moving Variance (MEWMV). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari PT. "X" yang merupakan data uji stabilitas masa kadaluarsa obat antibiotik berjenis tablet berdasarkan kondisi jangka panjang (real time). Hasil analisis menunjukkan bahwa pada diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan diagram kontrol GV untuk variabel uji stabilitas masa kadaluarsa jenis tablet antibiotik dalam keadaan terkontrol. Untuk hasil pengujian pada diagram kontrol MEWMA yang paling sensitif dalam mengontrol stabilitas masa kadaluarsa obat jenis tablet dengan pembobot ( $\lambda$ ) = 0,7 karena nilai jaraknya paling kecil dan diagram kontrol MEWMV dengan bobot  $\omega$  dan  $\lambda$  yang masing-masing 0.1 dengan  $L=2,875$  menunjukkan bahwa variabilitas proses dalam keadaan terkontrol. Diagram kontrol yang sesuai diterapkan adalah diagram kontrol MEWMA dan MEWMV karena diagram kontrol tersebut paling sensitif dalam mengontrol pergeseran proses yang terjadi sesuai keadaan sebenarnya.

**Kata Kunci :** Uji Stabilitas, Hotelling  $T^2$ , Generalized Variance, MEWMA, MEWMV.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**MONITORING STABILITY TEST OF ANTIBIOTIC  
TABLETS IN EXPIRATION DATE USING  
MULTIVARIATE CONTROL CHART  
(Case Study : PT "X")**

**Name : Rindang Sukmanita**  
**NRP : 1311 106 004**  
**Departement : Statistika FMIPA-ITS**  
**Advisor Lecturer : Dr. Muhammad Mashuri, MT**

***Abstrack***

*Drugs are the main products of the pharmaceutical industry who have time expired. On the other hand, the pharmaceutical industry continues to grow. The quality of drug products is one major factor that is not negotiable by the company. PT " X " is the pioneer company of antibiotics leading to the highest quality standards in Indonesia. In determining the shelf life of drugs there are several aspects that must be done, one of which is the stability test. Stability tests conducted by PT " X " just by visual, test the quality of the physical, chemical and microbiological without processing the results of the statistical test. This research will test the stability of the type of antibiotic tablets shelf life by using the application of statistical science which uses multivariate control charts. Control charts are used Hotelling  $T^2$  control charts, Generalized Variance (GV), Multivariate Exponential Weighted Moving Average (MEWMA) and Multivariate Exponential Weighted Moving Variance (MEWMV). The data used in this study is a secondary data obtained from PT " X " which is a stability test data manifold shelf life of antibiotics tablets based on longterm conditions ( real time ). The analysis shows that the Hotelling  $T^2$  control chart and Generalized Variance control chart for variable stability test on the type of antibiotic tablets shelf life under controlled circumstances. For the test results to the MEWMA control chart is most sensitive in controlling the stability of the drug expiration types of tablets with weighting ( $\lambda$ ) = 0,7 because the value of the smallest distance and MEWMV control charts with weights  $\omega$  and  $\lambda$  are respectively 0,1 with  $L = 2,875$  indicates that the variability in the process in a state of control. Appropriate control charts is applied MEWMA control charts and control charts MEWMV as the most sensitive in controlling the shifting process goes along the real situation.*

**Keywords : Stability test, Hotelling  $T^2$ , Generalized Variance, MEWMA, MEWMV.**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MONITORING UJI STABILITAS JENIS TABLET  
ANTIBIOTIK PADA MASA KADALUARSA  
MENGUNAKAN DIAGRAM KONTROL  
MULTIVARIAT (Studi Kasus : PT "X")**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana pada  
Jurusan Statistika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

**Rindang Sukmanita**

Nrp. 1311106004

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

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

  
(.....)

Mengetahui  
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

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



SURABAYA, JANUARI 2014

## KATA PENGANTAR

### **Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh**

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“MONITORING UJI STABILITAS JENIS TABLET ANTIBIOTIK PADA MASA KADALUARSA MENGGUNAKAN DIAGRAM KONTROL MULTIVARIAT (Studi Kasus : PT “X”)**”. Laporan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik apabila tanpa bantuan dari pihak lain. Bersama ini penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberi kemudahan dan kelancaran selama penulis melaksanakan masa studi hingga akhir.
2. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku ketua jurusan Statistika ITS serta selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah dengan sabar memberikan pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT dan Ibu Diaz Fitra Akioma, S.Si, M.Si selaku dosen penguji, terima kasih atas saran dan kritik demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Lucia selaku ketua Program Studi Sarjana Jurusan Statistika ITS yang telah banyak membantu dan memberi motivasi serta doa demi kelancaran dan terselesaikannya Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Purhadi, M.Sc selaku dosen wali yang telah membimbing penulis mulai awal perkuliahan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
6. Bapak Yovi Yonatan dari PT. "X" atas bimbingan selama melaksanakan Tugas Akhir.
7. Staff dosen dan karyawan jurusan yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
8. Kedua orang tua tercinta, Mama dan Bapak yang sudah banyak memberikan dukungan, motivasi serta doa untuk kelancaran dan kesuksesan penulis.

9. Om dan Tante Gunawan yang telah mencurahkan segala doa, dan kasih sayang yang tidak pernah putus kepada penulis.
10. Kakak dan adik tersayang (Mas Ardhi, Mbak Cici, Ganesh dan Derana) yang memberi motivasi dan semangat selama mengerjakan tugas akhir.
11. Panji Areta untuk semua semangat, motivasi, cinta, kasih sayang dan canda tawa, selama ini dan selamanya, amin.
12. Teman-teman seperjuangan Lintas Jalur S1 Statistika FMIPA ITS yang memberi motivasi "109".
13. Ernandya Wulandari untuk doa dan semangat bersama selama mengerjakan Tugas Akhir.
14. Bagoes, Kak Yopie, Galih, Ditago, Zubdatu dan Ria Dhea yang selalu ribut menyemangati menyelesaikan Tugas Akhir. Pembuatan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran sangat penulis harapkan. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Januari 2014

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif.....	5
2.2 <i>Bartlett's Test</i> .....	5
2.3 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariate .....	6
2.4 Diagram kontrol <i>Hotelling T<sup>2</sup></i> .....	7
2.5 Diagram Kontrol <i>Generalized Variance</i> .....	8
2.6 Diagram Kontrol MEWMA.....	9
2.7 Diagram Kontrol MEWMV .....	11
2.8 Uji Stabilitas Masa Kadaluarsa Obat.....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data .....	17
3.2 Variabel Penelitian .....	17
3.3 Langkah Penelitian.....	18

<b>3.4</b>	<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Analisis Deskriptif.....	23
4.2	Uji <i>Bartlett</i> .....	24
4.3	Distribusi Normal Multivariat.....	24
4.4	Diagram kontrol <i>Hotelling T<sup>2</sup></i> .....	25
4.5	Diagram Kontrol <i>Generalized Variance</i> .....	27
4.6	Diagram Kontrol MEWMA.....	28
4.7	Diagram Kontrol MEWMV .....	38
4.8	Perbedaan Hasil Uji Stabilitas.....	42
	<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran.....	45
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
	<b>LAMPIRAN</b> .....	49

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai H diagram Kontrol MEWMA.....	10
Tabel 3.1 Struktur Data Pengamatan.....	20
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif.....	23
Tabel 4.3 Jarak Pada Diagram Kontrol MEWMA .....	37

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam dunia industri dan bisnis yang sekarang terus berkembang dan adanya persaingan yang sangat ketat antar perusahaan, kualitas produk merupakan suatu faktor utama yang tidak bisa ditawar lagi oleh perusahaan. Hal ini disebabkan karena kualitas merupakan pertimbangan mutlak bagi konsumen untuk memilih barang dan jasa yang mereka kehendaki. Selain itu, kualitas juga merupakan salah satu faktor penentu dalam menjaga loyalitas konsumen. PT. "X" adalah salah satu perusahaan farmasi pelopor antibiotik dengan standart kualitas tertinggi di Indonesia. Salah satu produk utama yang dihasilkan adalah antibiotik jenis tablet.

Menurut Balai Pustaka (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2001) mengartikan bahwa obat adalah bahan yang digunakan untuk mengurangi, menghilangkan penyakit, atau menyembuhkan orang dari rasa sakit. Pada prakteknya obat-obatan yang ada dapat berfungsi sebagai obat ataupun racun. Obat dapat berfungsi sebagai pengobatan apabila tepat digunakan dalam pengobatan suatu penyakit dengan dosis yang tepat. Sebaliknya obat dapat berubah menjadi racun apabila digunakan dengan dosis yang berlebihan. Obat mempunyai berbagai macam jenis salah satunya obat berjenis tablet. Tablet merupakan obat dalam bentuk sediaan padat yang biasanya dibuat dengan penambahan bahan tambahan yang sesuai. Tablet dapat berbeda-beda dalam ukuran, bentuk, berat, kekerasan, ketebalan, daya hancurnya dan dalam aspek lainnya tergantung pada cara pemakaian dan metode pembuatan tablet itu sendiri.

Obat memiliki batas waktu kadaluarsa atau *expired date*. Waktu kadaluarsa obat menunjukkan bahwa obat sudah tidak layak lagi untuk dikonsumsi dikarenakan potensi, mutu, dan khasiat obat sudah tidak lagi memenuhi syarat. Waktu

kadaluarsa biasanya dinyatakan dalam bulan dan tahun, dan selalu tertera dalam kemasan obat. Dalam menentukan masa kadaluarsa obat PT. "X" melakukan beberapa aspek, diantaranya adalah uji stabilitas obat, *expiration date* dari bahan aktif yang digunakan, produk kompetitor, dan literature (standart). Penentuan *expiration date* dilakukan apabila terdapat produk baru (produk, bahan aktif, supplier baru). Indikator uji stabilitas obat merupakan salah satu aspek penting. Uji stabilitas merupakan kemampuan suatu produk bertahan dalam batas yang ditetapkan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaan. Uji stabilitas bertujuan untuk membuktikan bagaimana mutu zat aktif atau produk obat berubah seiring waktu, dibawah pengaruh faktor lingkungan seperti temperature, kelembapan dan cahaya.

Dalam melakukan pengendalian kualitas, *Statistical Process Control* (SPC) merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengontrol pergeseran proses baik mean maupun variabilitas proses dengan menggunakan diagram kontrol. Dengan diagram kontrol tersebut dapat diketahui apakah proses tersebut stabil atau tidak. Diagram kontrol  $T^2$ Hotelling sesuai diterapkan pada kasus dimana pengamatan bersifat random, sementara itu pengamatan masa kadaluarsa obat dilakukan secara periodik berdasarkan runtun waktu sehingga tidak bersifat random. Oleh karena itu pada tugas akhir ini disamping menggunakan diagram kontrol  $T^2$ Hotelling juga digunakan diagram kontrol *Multivariate Exponential Weighted Moving Average* (MEWMA) yang tidak memerlukan asumsi bersifat random. Sedangkan untuk memonitor variabilitas prosesnya menggunakan diagram *Generalized Variance* (GV) dan diagram kontrol *Multivariate Exponential Weighted Moving Variance* (MEWMV).

Penelitian yang diperoleh nantinya, diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pengembangan ilmu statistik khususnya dibidang industri farmasi, serta memberikan masukan atau usulan kepada pihak perusahaan mengenai alat

kontrol baru dalam melakukan pengujian stabilitas obat pada masa kadaluarsa, karena selama ini uji stabilitas yang dilakukan hanya berdasarkan visual, uji kualitas fisika, kimia dan mikrobiologinya saja tanpa mengolah hasil pengujiannya secara statistika.

## 1.2 Permasalahan

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil pengontrolan dengan menggunakan diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan Diagram kontrol  $GV$ ?
2. Bagaimana hasil pengontrolan dengan menggunakan diagram kontrol MEWMA dan diagram kontrol MEWMV?
3. Bagaimana perbedaan hasil pengontrolan uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan menggunakan berbagai diagram tersebut?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui hasil pengontrolan dengan menggunakan diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan Diagram kontrol  $GV$ .
2. Mengetahui hasil pengontrolan dengan menggunakan diagram kontrol MEWMA dan diagram kontrol MEWMV.
3. Mengetahui perbedaan hasil pengontrolan uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan menggunakan berbagai diagram tersebut.

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah untuk mengkaji penerapan ilmu statistika dalam bidang Industri khususnya industri farmasi. Selain itu memberikan

masukannya bagi perusahaan tempat peneliti memperoleh data mengenai alat kontrol baru.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Agar masalah yang dibahas lebih terarah dan juga terbatasnya waktu dan kemampuan peneliti, maka penelitian ini dibatasi pada monitoring satu produk obat antibiotik jenis tablet hisap. Dari 8 item test (variabel) yang digunakan dalam uji stabilitas obat antibiotik jenis tablet yang mengacu pada *Asean Guideline On Stability Study Of Drug Product*, hanya 4 variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu potensi fradiomycin, potensi gradimicin, susut pengeringan (LOD), dan daya hancur, karena 4 variabel lainnya hanya menghasilkan deskripsi bentuk fisik secara visual saja.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berhubungan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika dekriptif hanya memberikan informasi mengenai data yang dimiliki dan sama sekali tidak digunakan untuk menarik kesimpulan. Statistika deskriptif dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data. Ukuran pemusatan data yang umumnya sering digunakan adalah rata-rata, median, dan modus. Ukuran penyebaran data yang paling sering digunakan adalah keragaman dan *range* (Walpole, 1995).

### 2.2 *Bartlett's Test*

*Bartlett's test* atau uji *Bartlett* digunakan untuk mengetahui adanya korelasi antara variabel yang berjumlah lebih dari dua (multivariat). Pengujian korelasi ini menggunakan matrik korelasi. Jika matrik korelasi sama dengan nol, maka antar variabel tidak berkorelasi atau independen. Pengujian hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$H_0 : \rho = \mathbf{I}$  (Matrik korelasi = matrik identitas)

$H_1 : \rho \neq \mathbf{I}$  (Matrik korelasi  $\neq$  matrik identitas)

Taraf Signifikan :  $\alpha = 0,05$

Statistik Uji yang digunakan adalah (Morisson, 2005):

$$\chi^2_{hitung} = -(m-1 - \frac{2p+5}{6}) \ln|R| \quad (2.1)$$

$H_0$  gagal ditolak jika  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{(\alpha, df)}$  atau *p-value* kurang dari alpha yang ditentukan, dimana  $df = p(p-1)/2$ ,  $m$  merupakan jumlah pengamatan, dan  $p$  merupakan jumlah karakteristik kualitas, sedangkan  $\mathbf{R}$  adalah matrik korelasi antar variabel yang dinyatakan sebagai berikut.

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & 1 & \vdots & r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Dimana :  $j = 1, 2, \dots, p$   
 $k = 1, 2, \dots, p$

$$\text{Untuk } r_{kj} = \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \left( \frac{x_{kr} - \bar{x}_k}{\sqrt{S_{kk}}} \right) \left( \frac{x_{jr} - \bar{x}_j}{\sqrt{S_{jj}}} \right) \quad (2.3)$$

$$\text{Untuk } S_{kk} = (x_{kr} - \bar{x}_k)^2 \text{ dan } S_{jj} = (x_{jr} - \bar{x}_j)^2 \quad (2.4)$$

### 2.3 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Distribusi normal multivariat data dapat diperiksa dengan menghitung nilai jarak pada setiap pengamatan yaitu :  $d_i^2 = (x_i - \bar{x})' \mathbf{S}^{-1} (x_i - \bar{x})$  (2.5)

dimana  $x_i$  = pengamatan data ke- $i$

$\mathbf{S}^{-1}$  = invers matrik varians kovarians  $\mathbf{S}$

$m$  = banyaknya data, dengan  $i = 1, 2, 3, \dots, m$

kemudian  $d_i^2$  diurutkan  $d_1^2 \leq d_2^2 \leq \dots \leq d_n^2$ . Lalu dibuat  $QQ$  plot antara  $d_i^2$  dengan  $q_i$ , dimana  $i = 1, 2, \dots, m$  dengan  $p$  merupakan karakteristik kualitas dan  $q_i$  merupakan standar normal kuantil. Bila plot mendekati garis lurus maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal multivariat. Atau dapat juga dihitung jarak kuadrat dari setiap pengamatan  $d_i^2 \leq x_p^2(0,5)$  paling tidak 50 %. Untuk melihat banyaknya nilai  $d_i^2 \leq x_p^2(0,5)$  maka menggunakan rumus  $t$  sebagai berikut.

$$t = \frac{\text{banyak nilai } d_i^2 \leq \chi_{4;0,5}^2}{m} \quad (2.6)$$

Ada pun prosedur yang harus dilakukan dalam membuat  $q-q$  plot adalah sebagai berikut :

1. Menghitung jarak tergeneralisasi yang dikuadratkan atau biasa disebut dengan  $d_i^2$  dimana  $\mathbf{S}^{-1}$  berukuran  $p \times p$ .

2. Mengurutkan nilai  $d_i^2$  dari yang terkecil sampai terbesar.
3. Menentukan nilai  $q_i$  dimana  $q_i = \chi_{(p, \frac{1-0,5}{m})}^2$ . Nilai  $\chi_{(p, \frac{1-0,5}{m})}^2$  didapatkan dari tabel distribusi  $\chi^2$ .
4. Membuat scatter *plot* antara  $d_i^2$  dan  $q_i$  dengan titik koordinat  $\left( d_i^2; \chi_{(p, \frac{1-0,5}{m})}^2 \right)$ .  
 $q$ - $q$  *plot* akan membentuk sebuah garis lurus jika sebaran datanya mengikuti distribusi normal multivariat.  $H_0$  ditolak jika terdapat kurang dari 50% jarak  $d_i^2 \leq x_{p(0,5)}^2$ .

## 2.4 Diagram Kontrol $T^2$ Hotelling

Salah satu pendekatan dalam mengontrol dan memonitor mean proses pada kasus multivariat berdasarkan pengamatan individual ini adalah menggunakan metode diagram kontrol  $T^2$  Hotelling individual. Diagram kontrol  $T^2$  Hotelling ini digunakan untuk mendeteksi pergeseran mean proses dengan menggunakan vektor mean sampel dan matrik kovarian, sehingga diperlukan metode yang terbaik untuk menaksir kovariansi.

Dengan matrik data berukuran  $m \times p$  sebagai berikut;

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mp} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

Di dalam diagram kontrol  $T^2$  Hotelling, data akan dihitung vektor mean dan matrik varians kovarian dengan menggunakan perhitungan varians sebagai berikut,

$$S = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})' \quad (2.8)$$

Dengan menggunakan perhitungan varian pada persamaan (2.8), akan dihitung matrik varian kovarian dari data pengamatan sesuai pada persamaan (2.9).

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & S_{14} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} & S_{34} \\ S_{41} & S_{42} & S_{43} & S_{44} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

dilanjutkan dengan menghitung statistik  $T^2$  Hotelling dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T^2 = (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}), i = 1, 2, \dots, m \quad (2.10)$$

Batas kontrol yang digunakan adalah

$$\text{BKA} = \frac{p(m+1)(m-1)^2}{m-mp} \sim F_{p, m-p, \alpha} \quad (2.11)$$

$$\text{BKB} = 0$$

Pada  $T^2$  Hotelling, konsep yang digunakan adalah jarak karena itu jarak yang jauh lebih kecil dari target akan keluar dari batas kontrol.

## 2.5 Diagram Kontrol *Generalized Variance* (GV)

Diagram Kontrol *Generalized Variance* (GV) merupakan salah satu alat untuk mengontrol variabilitas proses dimana data pengamatan bersifat multivariabel (Djauhari, 2005). Variabilitas proses dapat digambarkan dari matrik varian kovarian. Diagonal utama dari matrik tersebut merupakan varians dari variabel proses individual dan elemen lainnya adalah kovariannya. Ada dua prosedur yang sangat berguna yang telah diperkenalkan, salah satunya adalah diagram kontrol yang berdasarkan pada sampel GV.

Dengan matrik data berukuran  $m \times p$  sebagai berikut;

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mp} \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

Dari persamaan (2.13) maka akan didapat statistik-titik pengamatan yang diplotkan pada diagram kontrol GV sebagai berikut.

$$M_i = \frac{1}{2} (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_{i-1})' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_{i-1}) \quad (2.13)$$

Dimana  $i = 2, 3, \dots, m$

$S^{-1}$  adalah matrik varian kovarian. Untuk mencari batas kendali atas dan batas kendali bawah dari diagram kontrol GV adalah :

$$\text{BKA} = x_{p,\alpha}^2 \quad (2.14)$$

$$\text{BKB} = x_{p,1-\alpha}^2 \quad (2.15)$$

Proses dapat dikatakan tidak terkendali jika *plot-plot* statistiknya berada di luar batas kendali atas atau batas kendali bawah.

## 2.6 Diagram Kontrol *Multivariate Exponential Weighted Moving Average (MEWMA)*

Diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) merupakan perluasan dari diagram kontrol EWMA yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya perubahan mean proses dimana karakteristik kualitas yang dikendalikan lebih dari satu ( $p > 1$ ). Diagram kontrol MEWMA adalah diagram kontrol untuk mendeteksi terjadinya pergeseran mean proses yang kecil secara multivariat (Montgomery, 2005). MEWMA dan EWMA biasanya digunakan pada pengamatan yang individual ( $m = 1$ ). Namun, Montgomery (2005) menjelaskan jika ukuran subgroup lebih dari satu ( $m > 1$ ), maka  $x_i$  diganti dengan  $\bar{x}_i$ .

Dengan matrik data berukuran  $m \times p$  sebagai berikut;

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mp} \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

Nilai dari pengamatandan satu variabel kualitas diratarata yang diberi nama  $\bar{x}_i$ . Setelah itu, seluruh nilai  $\bar{x}_i$  ditransformasi terhadap nilai  $Z_i$ . Analog dengan EWMA, nilai pengamatan pada MEWMA juga didefinisikan sebagai berikut.

$$Z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda) Z_{i-1} \quad (2.17)$$

$\lambda$  merupakan faktor pembobot yang nilainya  $0 < \lambda < 1$  dan  $Z_0 = 0$ . Titik-titik pengamatan yang diplotkan pada diagram kontrol merupakan *weighted moving average*

(pergeseran rata-rata terboboti) dan dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\mathbf{T}_i^2 = \mathbf{Z}_i' \Sigma_{z_i}^{-1} \mathbf{Z}_i \quad (2.18)$$

$\mathbf{T}_i^2$  merupakan nilai statistik uji yang digunakan untuk menggambarkan pergeseran mean dalam diagram kontrol MEWMA.  $\Sigma_{z_i}^{-1}$  merupakan invers matrik kovariansi dari pengamatan yang telah ditransformasi terhadap nilai  $\mathbf{z}_i$ . Matrik kovariansi dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\Sigma_{z_i} = \frac{\lambda}{2 - \lambda} \left[ 1 - (1 - \lambda)^{2i} \right] \Sigma \quad (2.19)$$

Dimana  $\Sigma$  merupakan matrik kovarian dari data. Pada Tabel 2.1 diberikan nilai ARL dari beberapa diagram kontrol MEWMA untuk nilai pembobot ( $\lambda$ ) yang bermacam-macam. Sebagaimana yang diilustrasikan pada tabel, semakin kecil  $\lambda$  akan lebih efektif untuk mendeteksi pergeseran yang kecil dari vektor mean (Lowry et al, 1992). Nilai standar error estimasi ARL adalah mendekati 1% dari ARL yang telah diestimasi. Nilai  $H$  yang sesuai juga disertakan dalam simulasi.

**Tabel 2.1** Nilai H untuk Batas Kontrol Atas MEWMA  $p = 4$

H	$\lambda$							
	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
	11.22	12.73	13.87	14.34	14.58	14.71	14.78	14.85

Sumber : Prabhu and Runger (1997)

Nilai  $H$  untuk  $p = 4$  pada tabel 2.1 dengan ARL 200. Batas kendali atas pada diagram kontrol MEWMA adalah  $H$  (BKA =  $H$ ) dan batas kendali bawah sama dengan nol (BKB = 0). Diagram kontrol MEWMA memiliki keunggulan dibandingkan dengan diagram kontrol lainnya yaitu *robust* terhadap asumsi distribusi normal (Montgomery, 2005).

## 2.7 Diagram Kontrol Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance (MEWMV)

Diagram kontrol MEWMV merupakan diagram kontrol untuk mendeteksi variabilitas proses tanpa asumsi tidak terjadi perubahan proses mean selama periode pengamatan tersebut (L.Huwang. et al, 2007). Ini berbeda dengan diagram kontrol variabilitas proses lainnya yang membutuhkan asumsi bahwa mean dalam keadaan terkontrol sebelum dilakukan pengontrolan terhadap variabilitas proses. Diagram kontrol MEWMV dibangun untuk dapat secara sensitif mendeteksi terjadinya perubahan variabilitas proses tanpa terpengaruhi oleh terjadinya perubahan pada proses mean.

Menurut pemikiran dari Sweet (1986) dan Mc Gregor dan Harris (1993), diagram kontrol multivariat dapat dikembangkan dari diagram kontrol univariat. Diagram kontrol eksponensial multivariat tersebut di bangun dari persamaan sebagai berikut,

$$V_m = \omega \mathbf{x}_m \mathbf{x}_m' + (1 - \omega)V_{m-1} \quad (2.20)$$

Untuk mendeteksi terjadinya perubahan dalam matrik kovarian, maka pertama kali didefinisikan,

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{bmatrix}; \mathbf{x}_m = \begin{bmatrix} x_{m1} \\ x_{m2} \\ \vdots \\ x_{mp} \end{bmatrix}; \mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} \quad (2.21)$$

Dimana  $m$  merupakan banyaknya sampel pengamatan yang dilakukan dan  $p$  adalah banyaknya variabel karakteristik kualitas yang terlibat,

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} (1 - \omega)^{m-1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \omega(1 - \omega)^{m-2} & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \omega(1 - \omega) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \omega \end{bmatrix} \quad (2.22)$$

$\mathbf{C}$  adalah matrik diagonal berukuran  $m \times m$  dengan  $\omega$  sebagai elemennya,  $\omega$  merupakan bobot yang ditetapkan. Dari persamaan (2.20) dan persamaan (2.21) diperoleh,

$$\mathbf{V}_m = \sum_{i=1}^m \omega(1-\omega)^{m-i}(\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_i)(\mathbf{x}_i - \mathbf{y}_i)^m + (1-\omega)\mathbf{V}_0 \quad (2.23)$$

$$\mathbf{y}_i = \sum_{i=1}^m \lambda(1-\lambda)^{m-1}\mathbf{x}_i \quad (2.24)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_i - \mathbf{y}_i &= \mathbf{x}_i - \sum_{j=1}^m \lambda(1-\lambda)^{i-j}\mathbf{x}_j \\ &= (1-\lambda)\mathbf{x}_i - \lambda(1-\lambda)\mathbf{x}_{i-1} - \dots - \lambda(1-\lambda)^{i-1}\mathbf{x}_1 \end{aligned} \quad (2.25)$$

$i = 1, 2, \dots, m$

Dari persamaan (2.25), dilanjutkan dengan perhitungan:

$$\begin{aligned} (\mathbf{x} - \mathbf{y}) &= \begin{bmatrix} (\mathbf{x}_1 - \mathbf{y}_1)' \\ (\mathbf{x}_2 - \mathbf{y}_2)' \\ \vdots \\ (\mathbf{x}_m - \mathbf{y}_m)' \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1-\lambda & 0 & \dots & 0 \\ -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda & \vdots & 0 \\ \vdots & \dots & \ddots & 0 \\ -\lambda(1-\lambda)^{m-1} & \dots & -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \mathbf{x}'_1 \\ \mathbf{x}'_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}'_m \end{bmatrix} \\ &= (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{x} \end{aligned} \quad (2.26)$$

$$\text{Dimana } \mathbf{I}_m = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.27)$$

dengan  $\mathbf{M}$  adalah matrik segitiga bawah berukuran  $m \times m$  dengan  $\lambda$  merupakan bobot yang ditetapkan,

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 1-\lambda & 0 & \dots & 0 \\ -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda & \vdots & 0 \\ \vdots & \dots & \ddots & 0 \\ -\lambda(1-\lambda)^{m-1} & \dots & -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda \end{bmatrix} \quad (2.28)$$

sesuai dengan persamaan (2.23), maka;

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_m &= (\mathbf{x} - \mathbf{Y})' \mathbf{C}(\mathbf{x} - \mathbf{Y}) \\ &= \mathbf{x}' (\mathbf{I}_m - \mathbf{M})' \mathbf{C}(\mathbf{I}_m - \mathbf{M})\mathbf{x} \\ &= \mathbf{x}' \mathbf{Q}\mathbf{x} \end{aligned} \quad (2.29)$$

Dimana  $\mathbf{Q}$  adalah matrik bujur sangkar berukuran  $m \times m$ :

$$\mathbf{Q} = (\mathbf{I}_m - \mathbf{M})' \mathbf{C} (\mathbf{I}_m - \mathbf{M})$$

$$= \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \cdots & q_{1m} \\ q_{21} & q_{22} & \vdots & q_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m1} & q_{m2} & \cdots & q_{mm} \end{bmatrix}; 1 \leq i \leq m \quad (2.30)$$

Dari persamaan (2.29) di dapat persamaan,

$$\text{tr}(\mathbf{V}_m) = \text{tr}(\mathbf{X}' \mathbf{Q} \mathbf{X}) \quad (2.31)$$

Oleh karena itu  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$  merupakan nilai yang digunakan untuk menggambarkan pergeseran variabilitas dalam diagram kontrol MEWMV dengan menggunakan persamaan (2.32).

$$\begin{aligned} \text{tr}(\mathbf{V}_m) &= \sum_{i=1}^m q_{1p} \left( \sum_{p=1}^p x_{1p} x_{ip} \right) + \sum_{i=1}^m q_{2p} \left( \sum_{p=1}^p x_{2p} x_{ip} \right) + \cdots \\ &\quad + \sum_{i=1}^m q_{mp} \left( \sum_{p=1}^p x_{mp} x_{ip} \right) \\ &= \sum_{i=1}^m \sum_{i=1}^p q_{mp} \left( \sum_{p=1}^p x_{mp} x_{ip} \right) \end{aligned} \quad (2.32)$$

Saat  $p = 1$  persamaan  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$  akan menjadi persamaan EWMV yang ditunjukkan oleh Mac Gregor dan Harris (1993). Saat proses dalam keadaan terkontrol dapat ditunjukkan dari nilai  $E(\text{tr}(\mathbf{V}_m))$ .

$$\begin{aligned} E[\text{tr}(\mathbf{V}_m)] &= \sum_{i=1}^m q_{ii} E \left( \sum_{p=1}^p x_{ip}^2 \right) + \sum_{i=1}^m \sum_{i \neq 1}^m q_{ii} E \left( \sum_{p=1}^p x_{ip} x_{ip} \right) \\ &= p \sum_{i=1}^t q_{ii} \\ &= p \text{tr}(\mathbf{Q}) \end{aligned} \quad (2.33)$$

Yang konvergen ke  $E(\mathbf{V}_m) = \frac{2(1-\lambda)^2 \Sigma}{2-\lambda}$  saat  $\lambda \neq 1 - \sqrt{1 - \omega}$  untuk  $m \rightarrow \infty$ . Untuk mendapatkan batas kontrol dari  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$

maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan  $\text{Var}[tr(\mathbf{V}_m)]$ .

$$\begin{aligned}
 \text{Var}[tr(\mathbf{V}_m)] &= \left[ \sum_{j=1}^m q_{ii} \sum_{p=1}^p x_{ip}^2 + 2 \sum_{i=1}^m \sum_{j<1}^m q_{ij} \sum_{p=1}^p x_{ip} x_{jp} \right] \\
 &= \sum_{i=1}^m q_{ii}^2 \text{Var} \left( \sum_{p=1}^p x_{ip}^2 \right) + 4 \sum_{i=1}^m \sum_{j<1}^m q_{ij}^2 \text{Var} \sum_{p=1}^p x_{ip} x_{jp} \\
 &= 2p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ij}^2 + 4 \sum_{i=1}^m \sum_{j<1}^m q_{ij}^2 \\
 &= 2p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ij}^2 \tag{2.34}
 \end{aligned}$$

Persamaan (2.34) menunjukkan bahwa akan menjadi batas yang memungkinkan untuk setiap  $m$ . Dari persamaan (2.34) didapat pula batas kontrol berdasarkan  $tr(\mathbf{V}_m)$

$$E[tr(\mathbf{V}_m)] \pm L \sqrt{\text{Var}[tr(\mathbf{V}_m)]} \tag{2.35}$$

$$= p \text{tr}(\mathbf{Q}) \pm L \sqrt{2p \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m q_{ij}^2} \tag{2.36}$$

Dimana  $L$  merupakan konstanta yang bergantung pada  $p$  dan nilai  $\omega$  dan  $\lambda$  yang telah ditentukan sebelumnya.

## 2.9 Uji Stabilitas Masa Kadaluaarsa Obat

Stabilitas adalah kemampuan suatu produk untuk bertahan dalam batas yang ditetapkan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaan. Uji stabilitas bertujuan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam menentukan masa kadaluarsa produk farmasi dalam wadah aslinya serta menentukan kondisi penyimpanannya. Selain itu uji stabilitas juga bertujuan untuk membuktikan bagaimana mutu zat aktif atau produk obat berubah seiring waktu, dibawah pengaruh faktor lingkungan seperti temperature, kelembapan dan

cahaya. Dari hasil uji stabilitas, maka dapat diketahui masa edar atau masa kadaluarsa dari suatu obat. Masa kadaluarsa didefinisikan sebagai periode waktu yang ditetapkan pada tingkat konfidensi 95% bahwa dalam periode waktu tersebut produk tetap mengandung zat aktif tidak kurang dari batas bawah spesifikasi dari jumlah yang tertera pada label. Contohnya, suatu obat memiliki tanggal kadaluarsa Juli 2009, maka sampai Juli 2009 produk tersebut masih memenuhi syarat mutu. Jadi adanya tanggal kadaluarsa suatu obat merupakan jaminan mutu dari obat tersebut, jika suatu obat telah melewati batas kadaluarsanya maka tidak ada lagi jaminan terhadap mutu obat tersebut.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari PT. "X" yang merupakan data uji stabilitas masa kadaluarsa obat antibiotik berjenis tablet berdasarkan kondisi jangka panjang (*real time*). Asean Guideline On Stability Study Of Drug Product memaparkan bahwa untuk periode pengamatan kondisi jangka panjang (*real time*) pengamatan dilakukan setiap 3 bulan untuk tahun pertama, setiap 6 bulan untuk tahun kedua serta selanjutnya sekali setiap tahun. Kondisi penyimpanan ditentukan dengan temperature yang di sesuai  $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , Relative Humidity  $75\% \pm 5\%$ .

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Struktur data penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1. Dalam uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa terdapat 4 item test yang diamati dan antar karakteristik tersebut saling berkorelasi. Karakteristik yang diamatai adalah Fradiomycin, Gramicidin, Susut pengeringan dan daya hancur. Karakteristik kualitas tersebut merupakan variabel dalam penelitian ini dan berikut ini penjelasan dari setiap karakteristik kualitas tersebut.

1. Potensi (kadar) Fradiomycin yaitu kadar bahan aktif fradiomycin dengan standar inspeksi 93-107%.
2. Potensi (kadar) Gramicidin yaitu kadar bahan aktif Gramicidin dengan standar inspeksi 93-107%.
3. Susut Pengeringan (LOD) yaitu kandungan zat yang bias menguap yang hilang dengan standar inspeksi  $\leq 3\%$ .
4. Disintegrasi (Daya Hancur) yaitu lama obat tersebut hancur (dihisap) dengan standar inspeksi 5-120 menit.

### 3.3 Langkah Penelitian

Ada tiga tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Pertama, mengetahui kinerja diagram kontrol multivariat  $T^2$  Hotelling dan diagram kontrol  $GV$ , yang kedua mengetahui hasil diagram kontrol MEWMA dan diagram kontrol MEWMV, dan yang ketiga mengetahui perbandingan hasil monitoring antibiotik jenis tablet pada masa kadaluarsa menggunakan diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan diagram kontrol  $GV$  dengan diagram kontrol MEWMA dan diagram kontrol MEWMV.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai ketiga tujuan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui stabilitas produk tablet antibiotik dengan menggunakan multivariat diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan  $GV$  adalah sebagai berikut.
  - a. Langkah-langkah diagram kontrol  $T^2$  Hotelling.
    1. Menghitung nilai  $S$  yang merupakan nilai varian sesuai persamaan (2.8).
    2. Menghitung  $S$  yang merupakan matrik varian kovarian (2.9).
    3. Menghitung nilai  $T^2$  tiap pengamatan sesuai persamaan (2.10).
    4. Menghitung batas kontrol diagram  $T^2$  Hotelling sesuai persamaan (2.11).
    5. Membuat diagram  $T^2$  Hotelling.
    6. Jika terdeteksi adanya *out of control*, analisis dilanjutkan pada penentuan variabel tersebut.
    7. Menginterpretasikan diagram yang merupakan informasi performansi proses.
  - b. Langkah-langkah diagram kontrol  $GV$ .
    1. Menghitung  $x_i - x_{i-1}$  tiap variabel, dimana  $i$  adalah pengamatan,  $i = 2, 3, \dots, m$ .
    2. Menghitung nilai *generalized variance* atau  $M_i$  tiap pengamatan sesuai persamaan (2.13).

3. Menghitung batas kontrol diagram *generalized variance* sesuai pada persamaan (2.14) dan (2.15).
  4. Membuat diagram kontrol *Generalized Variance*.
  5. Jika terdeteksi adanya *out of control*, analisis dilanjutkan pada penentuan variabel tersebut.
  6. Menginterpretasikan diagram yang merupakan informasi performansi proses.
2. Untuk mengetahui stabilitas produk tablet antibiotik dengan menggunakan multivariat diagram kontrol MEWMA dan MEWMV adalah sebagai berikut.
    - a. Langkah-langkah diagram kontrol MEWMA.
      1. Menetapkan nilai pembobot, dengan batas kontrol atas  $H$  yang sebelumnya telah ditentukan pada diagram kontrol MEWMA sesuai tabel (2.1).
      2. Menghitung  $S$  yang merupakan matrik kovarian sesuai persamaan (2.9).
      3. Menghitung nilai Matrik  $Z_i$  tiap pengamatan sesuai dengan persamaan (2.17).
      4. Menghitung nilai  $T_i^2$  tiap pengamatan sesuai persamaan (2.18).
      5. Membuat diagram kontrol MEWMA.
      6. Menginterpretasikan diagram yang merupakan informasi performansi proses.
    - b. Langkah-langkah diagram kontrol MEWMV.
      1. Membuat matrik  $C$ , yaitu matrik diagonal yang berukuran  $m \times m$ , dengan nilai diagonal utama adalah  $\omega$  dan  $\omega$  merupakan nilai pembobot yang ditentukan sesuai persamaan (2.22).
      2. Membuat matrik  $M$  adalah matrik segitiga bawah dengan elemennya adalah  $\lambda$ , nilai bobot  $\lambda$  ditentukan sesuai pada persamaan (2.27).
      3. Membuat  $I_m$ , diketahui sebagai matrik identitas dengan dimensi  $m \times m$  sesuai persamaan (2.28).
      4. Menghitung nilai matrik  $Q$  yang selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan  $\text{tr}(V_m)$  sebagai nilai

statistik dari karakteristik kualitas yang akan dikontrol dengan diagram kontrol MEWMV sesuai pada persamaan (2.30).

5. Menghitung nilai  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$  dengan matrik  $\mathbf{X}$  yang merupakan matrik dengan elemennya adalah vektor pengamatan  $\mathbf{x}_m$ . Vektor pengamatan tersebut merupakan data dengan sampel pengamatan  $m=1$  sesuai persamaan (2.32).
  6. Menghitung nilai  $E(\text{tr}(\mathbf{V}_m))$  sesuai dengan persamaan  $E[\text{tr}(\mathbf{V}_m)] = \text{ptr}(\mathbf{Q})$  dan menghitung  $\text{var}(\text{tr}(\mathbf{V}_m))$  sesuai pada persamaan (2.33) dan (2.34).
  7. Menentukan batas diagram kontrol untuk setiap pengamatan ( $m$ ) sesuai persamaan (2.36).
  8. Membuat diagram kontrol MEWMV.
  9. Menginterpretasikan diagram yang merupakan informasi performansi proses.
3. Melihat hasil perbedaan pengontrolan uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa menggunakan berbagai diagram kontrol tersebut.

**Tabel 3.1** Struktur Data Pengamatan

Sampel pengamatan ke-i	Karakteristik kualitas (p)				$d_i^2$	$M_i$	$Z_i$	$T_i^2$	$V_m$	$\text{tr}(\mathbf{V}_m)$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$						
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$d_1^2$	$M_1$	$Z_1$	$T_1^2$	$V_1$	$\text{tr}(\mathbf{V}_1)$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	$d_2^2$	$M_2$	$Z_2$	$T_2^2$	$V_2$	$\text{tr}(\mathbf{V}_2)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
m	$x_{m1}$	$x_{m2}$	$x_{m3}$	$x_{m4}$	$d_m^2$	$M_m$	$Z_m$	$T_m^2$	$V_m$	$\text{tr}(\mathbf{V}_m)$
$\bar{x}_i$	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$\bar{x}_3$	$\bar{x}_4$						
$S_i^2$	$S_1^2$	$S_2^2$	$S_3^2$	$S_4^2$						

Keterangan:

M = banyaknya sampel pengamatan ke-i

P = karakteristik kualitas.

$\bar{x}_i$  = rata-rata tiap karakteristik kualitas.

$S_i^2$  = varians tiap karakteristik kualitas.

$Z_i$  = nilai  $Z_i$  pada diagram MEWMA.

$d_i^2$  = jarak tiap pengamatan.

$M_i$  = titik pengamatan  $GV$ .

$T_i^2$  = titik pengamatan diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan MEWMA.

$V_m$  = matriks pengamatan diagram kontrol MEWMV

$\text{tr}(V_m)$  = titik pengamatan diagram kontrol MEWMV.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dianalisis data karakteristik uji stabilitas masa kadaluarsa antibiotik obat jenis tablet di PT “X”.

### 4.1 Statistika Deskriptif

Analisis deskriptif berikut menunjukkan karakteristik variabel *item test* uji stabilitas masa kadaluarsa antibiotik obat jenis tablet.

**Tabel 4.1** Statistik Deskriptif Variabel *Item Test*

Item Test	Mean	Standar Deviasi	Min	Median	Maks
Fradimycin (%)	99,94	2,32	95,89	100,00	105,13
Gramicidin (%)	98,76	2,46	94,52	98,17	104,54
LOD (%)	0,53	0,06	0,43	0,52	0,64
Daya Hancur (menit)	8,33	0,68	7,00	8,00	9,00

Tabel 4.1 diatas menunjukkan bahwa karakteristik variabel *item test* uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa di PT “X” untuk rata-rata variabel Fradimycin sebesar 99,94% dengan standar deviasi 2,32% nilai minimum dan maksimum sebesar 95,89% dan 105,13% serta nilai median sebesar 100%, untuk rata-rata variabel Gramicidin sebesar 98,76% dengan standar deviasi 2,46% nilai minimum dan maksimum sebesar 94,52% dan 104,54% serta nilai median sebesar 98,17%, untuk rata-rata variabel LOD sebesar 0,53% dengan standar deviasi 0,06%, nilai minimum dan maksimum sebesar 0,43% dan 0,64% serta nilai median sebesar 0,52%, dan untuk rata-rata variabel daya hancur sebesar 8,33 menit dengan standar deviasi 0,68 menit,

nilai minimum dan maksimum sebesar 7 menit dan 9 menit serta nilai median sebesar 8 menit.

#### 4.2 Uji *Bartlett*

Uji *Bartlett* digunakan untuk mengetahui variabel-variabel karakteristik kualitas dari proses produksi yang dikontrol saling berhubungan atau berkorelasi, karena uji *Bartlett* berfungsi untuk mengetahui besarnya nilai korelasi antar variabel penelitian. Jika variabel saling berhubungan atau berkorelasi, maka analisis yang digunakan analisis pengendalian kualitas statistika multivariat, tetapi jika tidak saling berhubungan atau berkorelasi, maka analisis yang digunakan adalah analisis pengendalian kualitas statistika univariat.

Hipotesis :

$H_0 : \rho = \mathbf{I}$  (Matrik korelasi = matrik identitas)

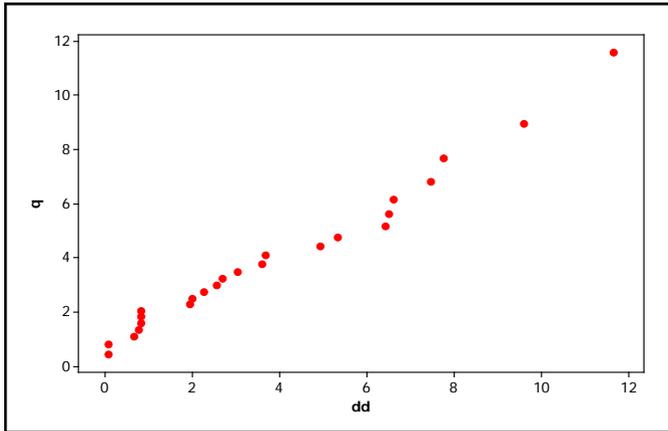
$H_1 : \rho \neq \mathbf{I}$  (Matrik korelasi  $\neq$  matrik identitas)

Hasil uji *bartlett* didapatkan nilai  $P\_value$  sebesar 0,009 dan untuk perhitungan secara manual didapat  $x^2_{hitung}$  sebesar 27,591 dan  $x^2_{tabel}$  sebesar 12,592 hal ini menunjukkan bahwa variabel *item test* uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa saling berhubungan atau berkorelasi, karena hipotesis  $H_0$  ditolak yaitu  $P\_value < \alpha$  atau  $x^2_{hitung} > x^2_{tabel}$  sehingga analisis yang digunakan adalah analisis pengendalian kualitas statistika multivariat.

#### 4.3 Distribusi Normal Multivariat

Untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal multivariat maka dilakukan pemeriksaan. Pengolahan dengan menggunakan software minitab diperoleh hasilnya bahwa nilai t sebesar 0,541667, maka disimpulkan bahwa data hasil pengujian *item test* uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada

masa kadaluarsa berdistribusi normal multivariat, karena t lebih dari 50% atau terdapat kurang dari 50% jarak  $d_i^2 \geq \chi^2$ .



**Gambar 4.1** QQ Plot.

Gambar 4.1 merupakan gambar diagram pencar dari data uji stabilitas. Dari gambar tersebut, dapat dilihat bahwa titik pengamatan tersebar mendekati garis distribusi normal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa secara visual, data uji stabilitas mengikuti pola persebaran multinormal.

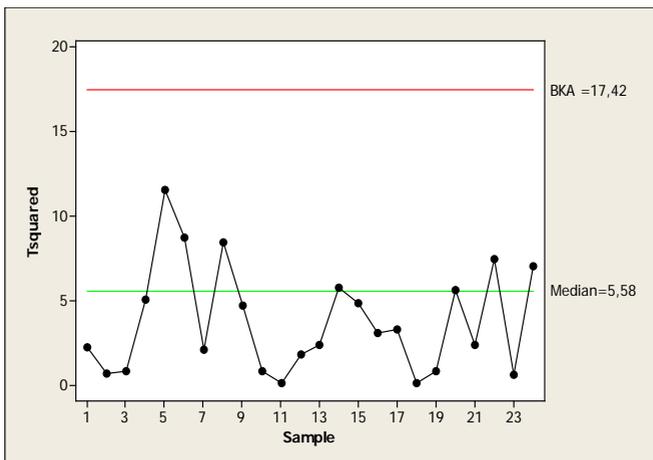
#### 4.4 Diagram $T^2$ Hotelling

Diagram kontrol adalah bentuk grafis dari karakteristik kualitas yang telah diukur dari sampel. Diagram kontrol terdiri dari tiga batas yaitu batas kendali atas, garis tengah, dan batas kendali bawah. Batas kendali tengah merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas yang berkaitan dengan keadaan terkontrol, sedangkan batas kendali atas dan batas kendali bawah dipilih sedemikian hingga apabila proses terkendali.

Diagram kontrol multivariat merupakan suatu diagram kontrol yang terdiri dari satu karakteristik kualitas yang saling

berhubungan. Diagram kontrol multivariat yang sering digunakan adalah diagram kontrol  $T^2$  Hotelling.

Setelah data memenuhi asumsi uji *Barlett* dan distribusi normal multivariat, selanjutnya dapat dibuat diagram kontrol multivariat  $T^2$  Hotelling dengan cara menghitung nilai varian tiap variabel, menghitung nilai matrik varian varian kovarian. Setelah didapat matrik varian kovarian kemudian menghitung nilai  $T^2$  tiap pengamatan dan menghitung batas kontrolnya. Dari hasil perhitungan tersebut dapat dibuat diagram kontrol multivariat  $T^2$  Hotelling. Hasil pengujian *item test* uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan menggunakan diagram kontrol multivariat  $T^2$  Hotelling, dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.

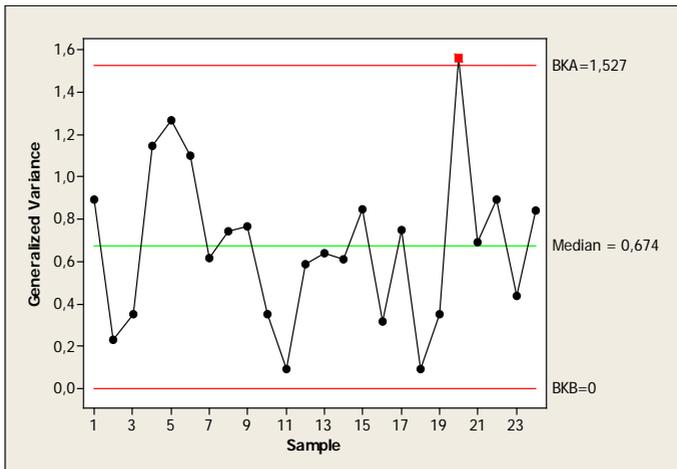


**Gambar 4.2** Diagram kontrol Multivariat  $T^2$  Hotelling.

Gambar 4.2 menunjukkan diagram kontrol  $T^2$  Hotelling untuk variabel pengujian *item test* uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dalam keadaan telah terkendali. Hal ini terlihat pada gambar dimana tidak terdapat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali atas (BKA) sebesar 17,42 dan batas kendali bawah yaitu 0.

#### 4.5 Diagram Kontrol Generalized Variance (GV)

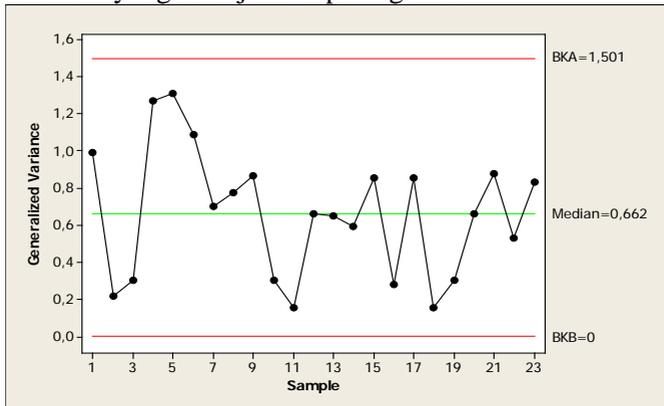
Analisis pengendalian variabilitas proses dilakukan menggunakan diagram kontrol GV dengan bantuan *software Minitab*. Diagram kontrol multivariat GV dapat dibuat dengan cara menghitung  $x_i - x_{i-1}$  tiap variabel, dimana  $i$  adalah pengamatan,  $i = 2, 3, \dots, m$ , kemudian menghitung nilai matrik kovarian. Setelah didapat matrik varian kovarian kemudian menghitung nilai  $M_i$  tiap pengamatan dan menghitung batas kendalinya. Hasil analisis pengendalian variabilitas proses berdasarkan data yang diperoleh dari hasil uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dapat dilihat pada Gambar 4.3



**Gambar 4.3** *Generalized Variance Chart.*

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa berdasarkan pada hasil pengendalian variabilitas proses stabilitas masa kadaluarsa antibiotik jenis tablet terdapat titik yang berada diluar batas kendali atas maupun batas kendali bawah sehingga pada titik ke-20 perlu dihilangkan dan dilakukan pengujian kembali

berdasarkan variabilitasnya dengan menggunakan diagram kontrol GV yang ditunjukkan pada gambar 4.4.



**Gambar 4.4** *Generalized Variance Chart.*

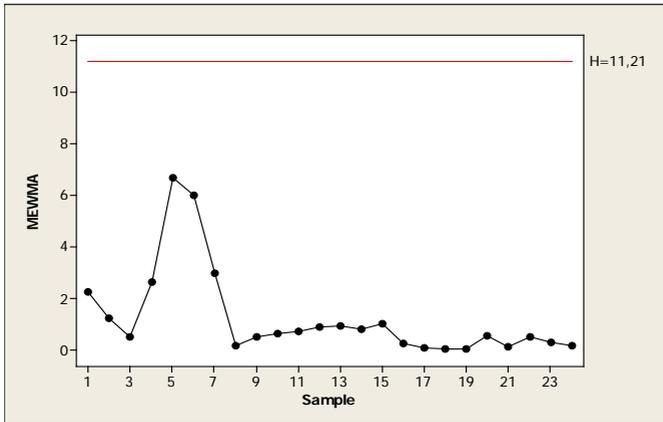
Gambar 4.4 menunjukkan bahwa berdasarkan pada hasil pengendalian variabilitas proses stabilitas masa kadaluarsa antibiotik jenis tablet tidak ada yang berada diluar batas kendali atas (BKA) maupun batas kendali bawah (BKB) dengan nilai masing-masing sebesar 1,501 dan 0. Hal tersebut mengindikasikan bahwa variabilitas proses stabilitas masa kadaluarsa antibiotik jenis tablet sudah terkendali secara statistik.

#### **4.6 Penerapan Diagram Kontrol *Multivariate Exponential Weighted Moving Average (MEWMA)*.**

Tujuan utama penerapan diagram kontrol MEWMA adalah melakukan pengontrolan terhadap mean proses dengan pengambilan sampel individual. Diagram kontrol MEWMA dapat langsung digunakan tanpa adanya pengontrolan tahap pertama yang mempunyai tujuan mengestimasi parameter yang digunakan untuk mengontrol pada tahap kedua. Hal ini dikarenakan diagram kontrol MEWMA dapat mengontrol mean proses dengan segera tanpa dipengaruhi oleh proses-

proses sebelumnya. Pada penelitian ini tidak dibedakan pengontrolan tahap pertama dan tahap kedua, tetapi langsung dilakukan pengontrolan mean proses berdasarkan data stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa.

Penerapan diagram kontrol MEWMA pada penelitian ini menggunakan berbagai macam nilai pembobot ( $\lambda$ ), yaitu  $0,05 \leq \lambda \leq 0,8$ . Selanjutnya akan dibandingkan hasil diagram kontrol dengan berbagai macam nilai  $\lambda$  untuk mengetahui keadaan mean proses dan melihat nilai pembobot yang sesuai untuk pengontrolan stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa. Dalam membuat diagram kontrol MEWMA yang pertama dilakukan adalah menetapkan nilai pembobot, dengan batas kontrol atas H yang telah ditetapkan, menghitung matrik varian kovarian, menghitung nilai Matrik  $Z_i$  tiap pengamatan, menghitung nilai  $T_i^2$  tiap pengamatan.



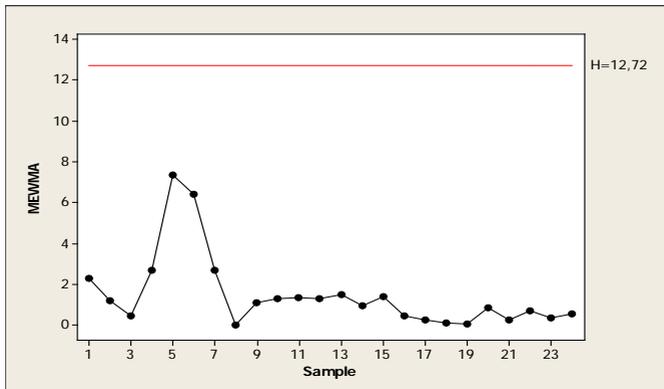
**Gambar 4.5** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) = 0.05.

Pengontrolan mean pengujian stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa di PT "X" dengan menggunakan nilai pembobot yang paling kecil (0.05) dapat dilihat pada gambar 4.5. batas kontrol diagram ini paling ketat

karena memiliki nilai paling kecil daripada diagram kontrol lainnya.

Gambar 4.5 menunjukkan hasil pengontrolan mean proses dengan nilai pembobot ( $\lambda$ ) sebesar 0,05. Pada sumbu mendatar (axis) menunjukkan pengamatan dan sumbu vertikal (ordinat) adalah nilai dari statistik  $T_i^2$ . Nilai-nilai yang menjadi plot merupakan nilai statistik  $T_i^2$  pada pengamatan ke- $i$ , dimana  $i = 1, 2, \dots, 24$ . Nilai batas kontrol merupakan nilai  $H=11,21$ . Nilai  $H$  sesuai dengan nilai pada Tabel 2.1. Pengontrolan mean dengan pembobot 0,05 terdeteksi tidak adanya nilai yang keluar batas (*out of control*).

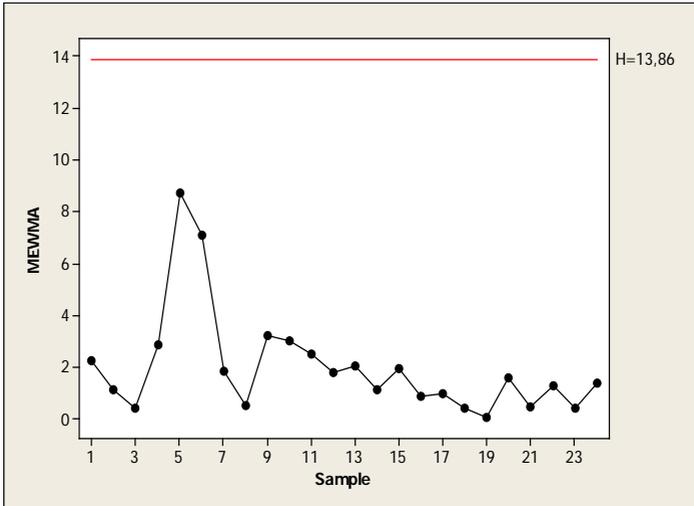
Diagram kontrol MEWMA dengan nilai pembobot 0,1 ditunjukkan dengan Gambar 4.6. Diagram kontrol ini memiliki nilai batas kontrol atas lebih besar daripada diagram kontrol sebelumnya. Pola penyebaran titik-titik plot yang dihasilkan diagram kontrol ini bentuknya hampir sama dengan diagram kontrol sebelumnya.



**Gambar 4.6** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.1.

Gambar 4.6 merupakan gambar diagram kontrol dengan  $\lambda = 0,1$ . Diagram kontrol ini memiliki batas kontrol atas lebih besar daripada diagram kontrol dengan  $\lambda = 0,05$ . Nilai batas kontrol atas diagram kontrol ini adalah sebesar 12,72. Sama halnya dengan diagram kontrol MEWMA dengan  $\lambda = 0,05$

pada Gambar 4.7, mean proses dalam keadaan terkendali secara statistik. Seluruh titik plot berada dalam batas kontrol.

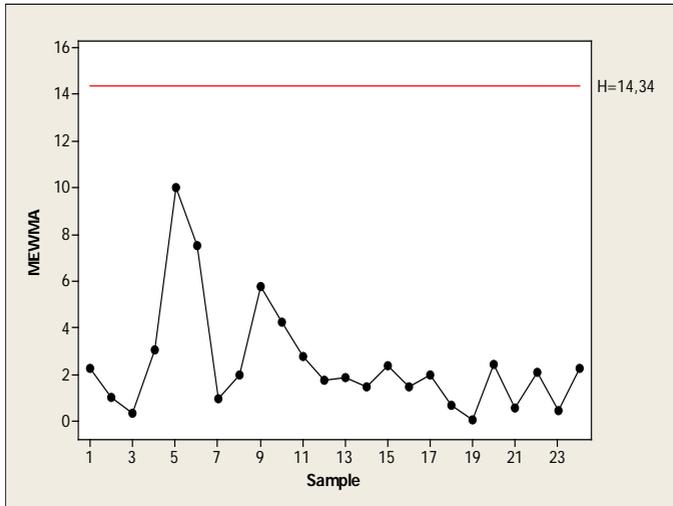


**Gambar 4.7** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.2.

Pengontrolan mean proses stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan nilai  $\lambda = 0,2$  diperoleh nilai H (batas kontrol atas) lebih besar lagi dibandingkan kedua diagram kontrol sebelumnya. Batas kontrol diagram ini adalah 13.86. Gambar 4.7 menunjukkan tidak terdeteksi nilai *out of control*. Seluruh nilai pengamatan berada jauh dari batas kendali dan menyebar secara random. Hal ini berarti pengontrolan proses stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan  $\lambda = 0,2$  menunjukkan mean proses dalam keadaan terkendali.

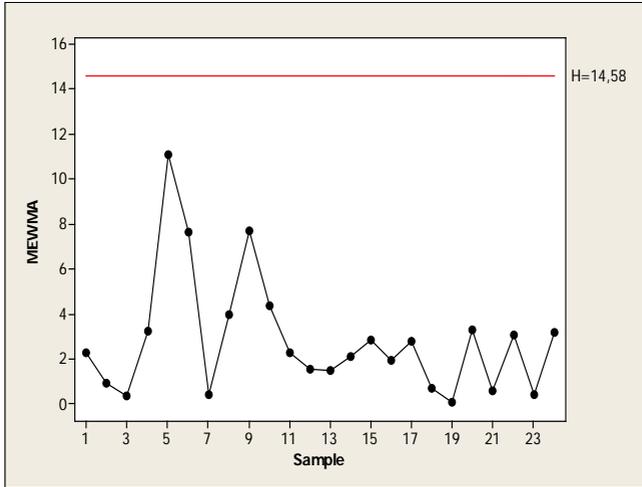
Diagram kontrol MEWMA pada proses stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan  $\lambda = 0,3$  ditunjukkan pada gambar 4.8. Nilai batas kontrol atas yang diperoleh dari diagram kontrol tersebut adalah 14,34. Pola diagram kontrol dengan  $\lambda = 0.3$  ini hampir sama.

Pengontrolan dengan diagram kontrol ini juga menunjukkan proses terkendali karena titik-titik plot berada jauh dari batas kendali atas dan menyebar secara random.



**Gambar 4.8** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.3.

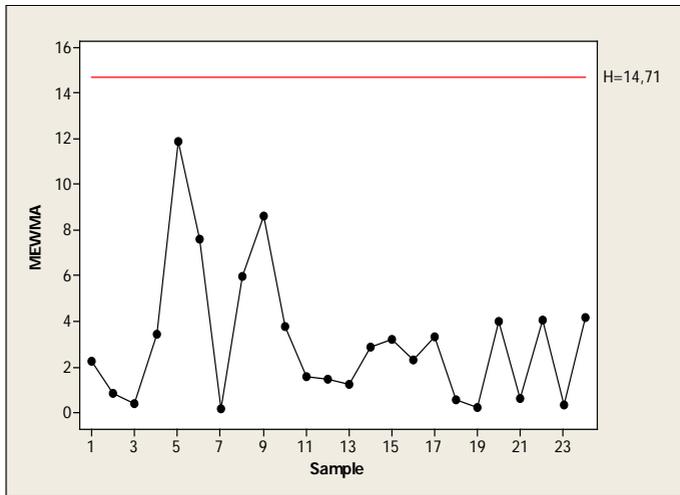
Diagram kontrol MEWMA dengan nilai pembobot 0,4 ditunjukkan dengan Gambar 4.9. Diagram kontrol ini memiliki nilai batas kendali atas lebih longgar daripada diagram kontrol sebelumnya. Pola penyebaran titik-titik plot yang dihasilkan diagram kontrol ini bentuknya hampir sama dengan diagram kontrol sebelumnya.



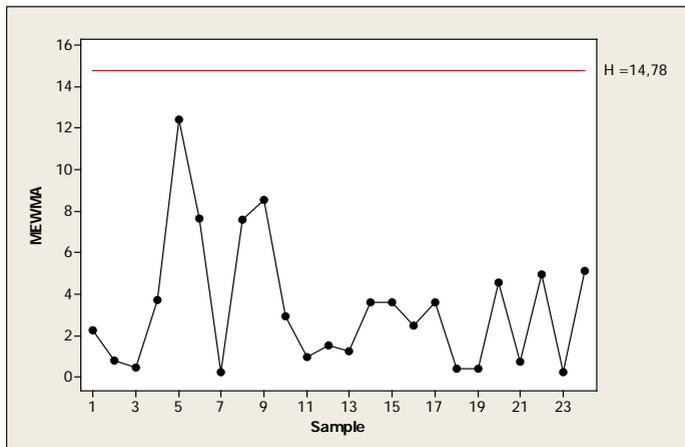
**Gambar 4.9** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.4.

Diagram kontrol MEWMA pada proses stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan  $\lambda = 0,4$  ditunjukkan pada gambar 4.9. Nilai batas kontrol atas yang diperoleh dari diagram kontrol tersebut adalah 14,58. Pola diagram kontrol dengan  $\lambda = 0.4$  ini hampir sama. Pengontrolan dengan diagram kontrol ini juga menunjukkan proses terkendali karena titik-titik plot berada jauh dari batas kendali atas dan menyebar secara random.

Gambar 4.10 dan 4.11 merupakan diagram kontrol MEWMA menggunakan  $\lambda = 0,5$  dan  $0,6$  dengan nilai batas kontrol atas 14,71 dan 14,78. Jika dibandingkan dengan diagram-diagram kontrol sebelumnya, diagram kontrol ini memiliki nilai batas kontrol yang lebih besar lagi sebanding dengan penambahan nilai pembobot ( $\lambda$ ) yang diberikan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai pembobot ( $\lambda$ ) yang diberikan akan memberikan nilai batas kontrol yang semakin besar pula.



**Gambar 4.10** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.5.

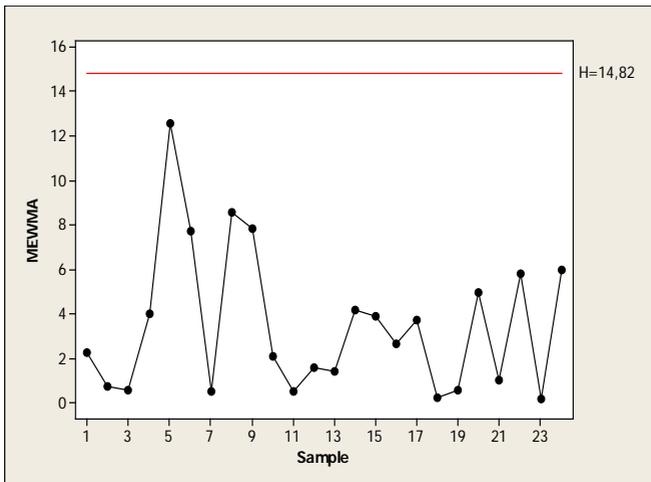


**Gambar 4.11** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.6.

Seluruh diagram kontrol pada gambar 4.10 dan 4.11 tidak ada yang keluar dalam batas kontrol. Penyebaran titik-titik plot juga tidak membentuk pola. Hal ini berarti pengontrolan kualitas proses stabilitas produk tablet antibiotik

pada masa kadaluarsa dengan  $\lambda = 0,5$  dan  $0,6$ , proses masih dalam keadaan terkontrol.

Diagram kontrol MEWMA dengan nilai pembobot  $0,7$  ditunjukkan dengan Gambar 4.12. Diagram kontrol ini memiliki nilai batas kontrol atas lebih longgar daripada diagram kontrol sebelumnya. Pola penyebaran titik-titik plot yang dihasilkan diagram kontrol ini bentuknya hampir sama dengan diagram kontrol sebelumnya.

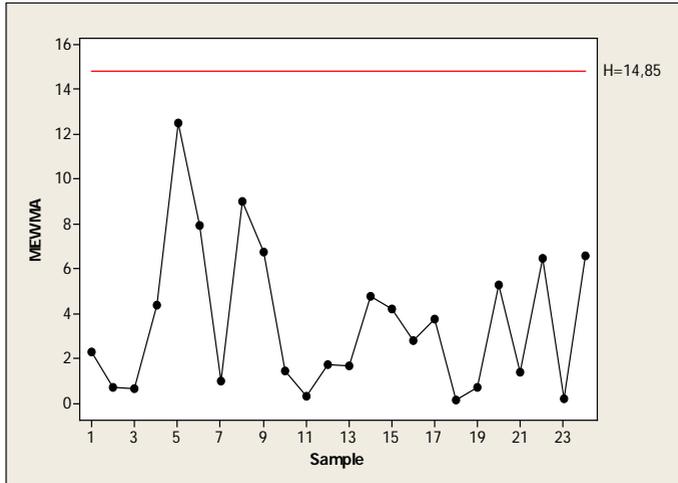


**Gambar 4.12** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.7.

Hasil pengontrolan kualitas pada mean proses produksi dengan diagram kontrol MEWMA menggunakan  $\lambda=0,7$  dapat dilihat pada gambar 4.12. Batas kontrol yang didapat adalah  $14,82$ . Tidak terdeteksi pengamatan yang keluar dari batas kontrol (*out of control*) dan menyebar secara random. Hal ini menunjukkan proses dalam keadaan terkontrol.

Diagram kontrol MEWMA dengan nilai pembobot  $0,8$  ditunjukkan dengan gambar 4.13. Diagram kontrol ini memiliki nilai batas kontrol atas lebih longgar daripada diagram kontrol sebelumnya. Pola penyebaran titik-titik plot

yang dihasilkan diagram kontrol ini bentuknya hampir sama dengan diagram kontrol sebelumnya.



**Gambar 4.13** MEWMA dengan pembobot ( $\lambda$ ) =0.8.

Hasil pengontrolan kualitas pada mean proses produksi dengan diagram kontrol MEWMA menggunakan  $\lambda=0,8$  dapat dilihat pada Gambar 4.13. Batas kontrol yang didapat adalah 14,85. Tidak terdeteksi pengamatan yang keluar dari batas kontrol (*out of control*) dan menyebar secara random. Hal ini menunjukkan proses dalam keadaan terkontrol.

Penggunaan diagram kontrol MEWMA untuk mengontrol mean proses stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa dengan pembobot  $0,05 \leq \lambda \leq 0,8$  tidak terdeteksi pengamatan yang *out of control*. Seluruh pengamatan masih dalam batas kontrol. Titik-titik plot ( $T_i^2$ ) juga menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu. Hal ini berarti pengontrolan kualitas proses produksi

Penentuan diagram kontrol yang paling sensitif dalam mendeteksi pengamatan yang *out of control* dapat ditentukan

dengan menggunakan jarak minimum antara nilai pengamatan paling besar dengan batas kontrolnya. Semakin dekat jarak antara nilai pengamatan maksimum dengan batas kontrol atas, hal ini berarti diagram kontrol tersebut paling sensitif mendeteksi adanya *out of control* pada proses. Berikut ini merupakan perhitungan nilai jarak antara nilai pengamatan ( $T_i^2$ ) paling besar dengan batas kontrol diagram kontrol MEWMA menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ) dari 0,05 sampai 0,8 yang telah dilakukan.

Tabel 4.3 merupakan hasil perhitungan jarak antara nilai pengamatan paling besar dengan batas kontrol diagram kontrol MEWMA. Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai jarak yang paling kecil adalah 2.23. Hal ini menunjukkan bahwa diagram kontrol MEWMA yang paling sensitif adalah diagram kontrol dengan  $\lambda = 0,7$ . Nilai  $\lambda$  inilah yang digunakan untuk mengontrol mean proses pada data fase selanjutnya.

**Tabel 4.3** Nilai Jarak Pada Diagram MEWMA

No	$\lambda$	Batas	Nilai $T_i^2$ max	BKA - $T_i^2$ max
1	0.05	11.22	6.69	4,53
2	0.1	12.73	7.34	5,39
3	0.2	13.87	8.70	5,17
4	0.3	14.34	10.00	4,34
5	0.4	14.58	11.09	3,49
6	0.5	14.71	11.90	2,81
7	0.6	14.78	12.40	2,38
8	0.7	14.82	12.59	2,23
9	0.8	14.85	12.50	2,35

Diagram kontrol yang paling sensitif dalam mengontrol proses stabilitas masakadaluarsa antibiotik produk tablet adalah diagram kontrol MEWMA dengan nilai  $\lambda = 0,7$  karena nilai jaraknya paling kecil (BKA -  $T_i^2$  max). Hal ini berarti diagram kontrol tersebut yang digunakan untuk

menggambarkan proses produksi yang sebenarnya. Diagram kontrol MEWMA pada gambar 4.10 menunjukkan proses terkendali karena seluruh nilai pengamatan berada dibawah batas kontrol dan menyebar secara random.

#### **4.7 Penerapan Diagram Kontrol *Multivariate Exponential Weighted Moving Variance*(MEWMV)**

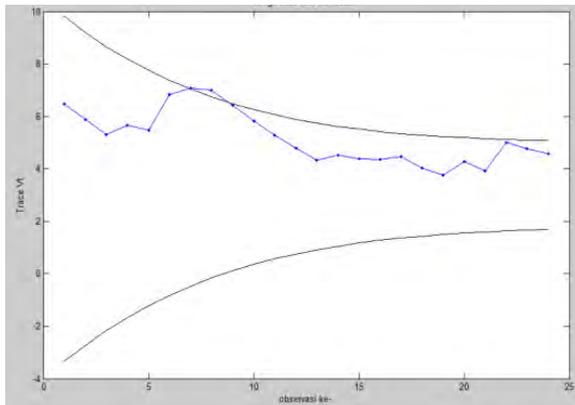
Setelah dilakukan pengontrolan mean proses menggunakan diagram kontrol MEWMA maka selanjutnya akan dilakukan pengontrolan variabilitas menggunakan diagram kontrol MEWMV. Pengontrolan variabilitas proses terhadap karakteristik kualitas digunakan 3 kelompok titik bobot. Ini dilakukan untuk melihat sensitivitas masing-masing titik bobot tersebut dalam mendeteksi pergeseran variabilitas proses yang terjadi. Pada titik bobot pertama digunakan nilai  $\omega$  dan  $\lambda$  masing-masing sebesar 0.1 yang menghasilkan nilai  $L$  sebesar 2,8725. Untuk titik bobot kedua digunakan nilai  $\omega$  dan  $\lambda$  masing-masing sebesar 0,4 yang menghasilkan nilai  $L$  sebesar 4,1875. Sedangkan untuk titik bobot ketiga digunakan nilai  $\omega = 0.2$  dan  $\lambda = 0.3$  yang menghasilkan nilai  $L$  sebesar 3,4850.

Dalam keadaan tidak terkontrolnya mean proses, penggunaan diagram kontrol MEWMV dalam pengontrolan variabilitas proses merupakan pilihan yang tepat. Pemilihan nilai bobot  $\omega$  dan  $\lambda$  yang kecil ( $0.2 \leq \omega, \lambda \leq 0.4$ ) akan memberikan hasil yang terbaik dalam mendeteksi peningkatan nilai  $\sigma_1^2$  dan  $\sigma_2^2$  dengan skala yang kecil (Huwang et al, 2007). Sedangkan pemilihan nilai bobot  $\omega$  dan  $\lambda$ , ( $w, \lambda \leq 0.4$ ) dapat memberikan hasil pengontrolan terhadap variabilitas proses yang terjadi dengan lebih baik. Untuk mengatasi perubahan mean proses yang lebih besar digunakan nilai bobot  $\omega$  dan  $\lambda$  yang lebih besar ( $w, \lambda \geq 0.4$ ).

Dalam membuat diagram kontrol MEWMV yang pertama harus dilakukan adalah membuat matrik  $C$ , yaitu matrik diagonal yang berukuran  $m \times m$ , dengan nilai diagonal utama

adalah  $\omega$  dan  $\lambda$  merupakan nilai pembobot yang ditentukan, membuat matrik  $\mathbf{M}$  adalah matrik segitiga baw dengan elemennya adalah  $\lambda$ , nilai bobot  $\lambda$  ditentukan, membuat  $\mathbf{I}_m$  yang diketahui sebagai matrik identitas dengan dimensi  $m \times m$ , menghitung nilai matrik  $\mathbf{Q}$  yang selanjutnya akan digunakan untuk mendapatkan  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$  sebagai nilai statistik dari karakteristik kualitas yang akan dikontrol dengan diagram kontrol MEWMV, menghitung nilai  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$  dengan matrik  $\mathbf{X}$  yang merupakan matrik dengan elemennya adalah vektor pengamatan  $\mathbf{x}_m$ . Vektor pengamatan tersebut merupakan data dengan sampel pengamatan  $m=1$ , menghitung nilai  $E(\text{tr}(\mathbf{V}_m))$  sesuai dengan persamaan  $E[\text{tr}(\mathbf{V}_m)] = p\text{tr}(\mathbf{Q})$  dan menghitung  $\text{var}(\text{tr}(\mathbf{V}_m))$  dan yang terakhir menentukan batas diagram kontrol untuk setiap pengamatan ( $m$ ).

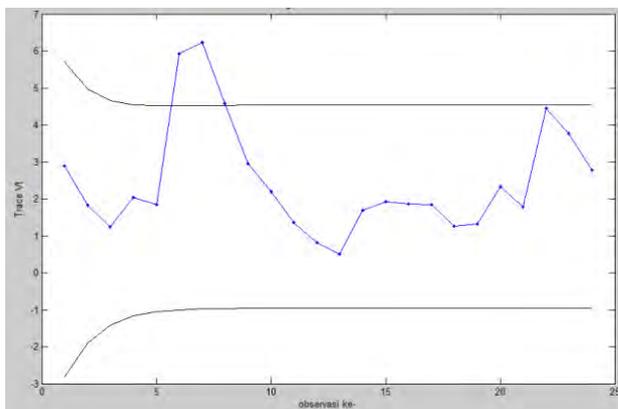
Berdasarkan Gambar 4.14 dapat dideskripsikan bahwa pada sumbu mendatar (axis) menunjukkan pengamatan dan sumbu vertikal (ordinat) adalah nilai dari statistik  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$ . Nilai-nilai yang menjadi plot merupakan nilai statistik  $\text{tr}(\mathbf{V}_m)$  pada pengamatan ke- $i$ , dimana  $i= 1,2,\dots,24$ . Nilai batas kontrol pada diagram kontrol MEWMV merupakan nilai batas kontrol untuk setiap pengamatan ke-  $m$ .



**Gambar 4.14** Diagram MEWMV nilai  $\omega$  dan  $\lambda$  masing-masing 0,1.

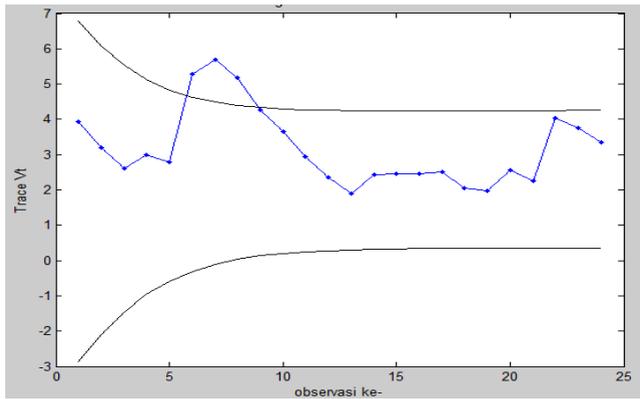
Gambar 4.14 menunjukkan hasil evaluasi karakteristik kualitas dengan menggunakan titik bobot pertama ( $\omega, \lambda = 0.1, L = 2,8725$ ). Dengan menggunakan titik bobot tersebut terdeteksi adanya 2 titik yang berada diluar batas kontrol (*out of control*). Dengan melihat keadaan adanya nilai yang *out of control* maka variabilitas proses belum terkontrol.

Selanjutnya dilakukan pengontrolan variabilitas proses karakteristik kualitas menggunakan diagram kontrol MEWMV dengan titik bobot kedua ( $\omega, \lambda = 0.4, L = 4,1875$ ). Berdasarkan Gambar 4.15 diketahui hasil evaluasi karakteristik kualitas menggunakan titik bobot  $\omega$  dan  $\lambda$  masing-masing sebesar 0,4 menunjukkan bahwa terdeteksi sebanyak 3 nilai yang *out of control*. Diagram kontrol MEWMV dengan menggunakan titik bobot kedua ini memiliki batas kontrol yang terlalu lebar. Hal tersebut dianggap kurang sensitif dalam mendeteksi perubahan variabilitas proses yang terjadi pada skala yang kecil. Interpretasi yang diberikan oleh diagram kontrol MEWMV dengan titik bobot yang kedua menunjukkan bahwa kurang stabilnya variabilitas proses yang terjadi.



**Gambar 4.15** Diagram MEWMV nilai  $\omega$  dan  $\lambda$  masing-masing 0,4.

Pengontrolan variabilitas proses dengan titik bobot kedua dianggap kurang sesuai sehingga selanjutnya dilakukan pengontrolan variabilitas proses menggunakan diagram kontrol MEWMV dengan titik bobot ketiga. Titik bobot yang ketiga ini, akan digunakan nilai  $\omega = 0,2$  dan  $\lambda = 0,3$  yang menghasilkan nilai  $L$  sebesar 3,4850. Diagram kontrol MEWMV yang dihasilkan ditampilkan pada gambar 4.16.



**Gambar 4.16** Diagram MEWMV nilai  $\omega = 0,2$  dan  $\lambda = 0,3$ .

Pada gambar 4.16 dapat terlihat bahwa pengontrolan variabilitas proses menggunakan titik bobot  $\omega = 0,2$  dan  $\lambda = 0,3$  terdeteksi 3 nilai yang *out of control*. Sehingga pengontrolan variabilitas proses dengan titik bobot ketiga dianggap kurang sesuai karena masih terdapat nilai yang *out of control*.

Oleh karena itu diagram kontrol MEWMV dengan mengambil titik bobot  $\omega$  dan  $\lambda$  yang masing-masing 0,1 dengan  $L = 2,875$  dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses dalam keadaan *in control*. Berdasarkan gambar 4.14 apabila dilihat dari keadaan stabilnya variabilitas proses yang terjadi (terjadi fluktuasi), diagram kontrol MEWMV dengan titik bobot pertama dianggap telah representatif dalam

mengevaluasi keadaan proses yang terjadi sesuai keadaan sebenarnya.

#### **4.8 Perbedaan Hasil Uji Stabilitas Masing-Masing Diagram Kontrol.**

Perbedaan hasil uji stabilitas masa kadaluarsa obat jenis tablet menggunakan diagram kontrol multivariat yaitu dimana pada diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dapat dilihat pada gambar 4.2 tidak ada titik-titik yang keluar batas yang berarti data stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa terkontrol karena semua titiknya tidak ada yang melebihi batas atasnya yaitu 17.42 dan dengan diagram kontrol GV menunjukkan bahwa hasil pengendalian variabilitas proses stabilitas masa kadaluarsa antibiotik jenis tablet berada didalam batas kendali atas maupun batas kendali bawah dengan nilai masing-masing sebesar 1,501 dan 0. Hal tersebut mengindikasikan bahwa variabilitas proses stabilitas masa kadaluarsa antibiotik jenis tablet sudah terkendali secara statistik. Sedangkan pada diagram kontrol MEWMA diagram kontrol yang paling sensitif dalam mengontrol proses stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa adalah dengan nilai pembobot ( $\lambda$ ) = 0,7 karena nilai jaraknya paling kecil dengan nilai batas atas 14.82 lebih kecil nilai batas atas diagram MEWMA dibandingkan dengan diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan untuk diagram kontrol MEWMV dengan mengambil titik bobot  $\omega$  dan  $\lambda$  yang masing-masing 0,1 dengan  $L = 2,875$  dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses dalam keadaan *in control*. Berdasarkan gambar 4.14 apabila dilihat dari keadaan stabilnya variabilitas proses yang terjadi (terjadi fluktuasi), diagram kontrol MEWMV dengan titik bobot pertama dianggap telah representatif dalam mengevaluasi keadaan proses yang terjadi sesuai keadaan sebenarnya. Dari hasil diagram kontrol multivariat tersebut maka diagram kontrol yang sesuai diterapkan pada data stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa adalah

diagram kontrol MEWMA dan MEWMV karena diagram kontrol tersebut paling sensitif dalam mengontrol pergeseran proses yang terjadi sesuai keadaan sebenarnya.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian stabilitas masa kadaluarsa antibiotik jenis tablet adalah sebagai berikut.

1. Hasil dari pengujian diagram kontrol  $T^2$  Hotelling dan GV untuk variabel pengujian *item test* uji stabilitas antibiotik jenis tablet pada masa kadaluarsa dalam keadaan telah terkendali.
2. Diagram kontrol MEWMA yang paling sensitif dalam mengontrol proses stabilitas produk tablet antibiotik pada masa kadaluarsa adalah dengan nilai pembobot ( $\lambda$ ) = 0,7 karena nilai jaraknya paling kecil. Hal ini berarti diagram kontrol tersebut yang digunakan untuk menggambarkan proses produksi yang sebenarnya. Sedangkan untuk diagram kontrol MEWMV menggunakan titik bobot  $\omega$  dan  $\lambda$  yang masing-masing 0,1 dengan  $L = 2,875$  menunjukkan bahwa variabilitas proses dalam keadaan *in control*.
3. Dari hasil pengontrolan menggunakan diagram kontrol multivariat tersebut maka didapatkan diagram kontrol yang sesuai diterapkan pada data stabilitas antibiotik produk tablet pada masa kadaluarsa adalah diagram kontrol MEWMA dan MEWMV karena diagram kontrol tersebut paling sensitif dalam mengontrol pergeseran proses yang terjadi sesuai keadaan sebenarnya.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan analisis, pembahasan dan kesimpulan yang telah dilakukan maka saran pada penelitian ini adalah Perusahaan dapat menggunakan alat kontrol baru berdasarkan pengujian secara statistik dengan diagram kontrol multivariat MEWMA dan MEWMV untuk melihat

stabilitas proses pada data uji stabilitas jenis tablet antibiotik pada masa kadaluarsa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alt, F. B. (1985). Multivariate Quality Control. Dalam D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control* (6th ed., hal. 516). New York, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Bahasa, P. K. (2001). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Djauhari, M. A. (2005, January). Improved Monitoring of Multivariate Process Variability. *Journal of Quality Technology*, 37(1), 32-39.
- Huwang, L.; Yeh, Arthur B.; and Chien-Wei WU. (2007). *Monitoring Multivariate Process Variability for Individual Observations*. *Journal of Quality Technology*, 39. pp. 258- 278.
- Holmes, D.S., & Mergen, A.E. (1993). Improving the Performance of the T<sup>2</sup>Diagram kontrol. *Journal of Quality Engineering*, vol.5, pp619-625.
- S. Kotz, R.A. Johnson and L. Norman, (1993). *Process Capability Indices*, 1st edition, Chapman & Hall.
- Lowry, C. A., Woodal, W.H., Champ, C.W., & Rigdon S.E. (1992). A Multivariate Exponentially Weighted Moving Average Diagram kontrol. *Technometrics*, vol. 34,pp. 46-53.
- Mac Gregor, J.F. and Harris, T.J. 1993. *The Exponentially Weighted Moving Variance*. *Journal of Quality Technology*, 25. pp. 106-118.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6th ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Morrison, D. F. (1990). *Multivariate Statistical Methods* (3rd ed.). USA: McGraw-Hill, Inc.

- Prabhu, S.S & Runger, G.C. (1997). Designing a Multivariate EWMA Diagram kontrol. *Journal of Quality Technology*, vol.29, pp 8-15
- Sullivan, J. H., & Woodall, W. H. (1996). A comparison of multivariate diagram kontrols for individual observation. *Journal of Quality Technology*, 28, 398-408.
- Walpole, R. E., 1995, *Pengantar Statistika Edisi Ke tiga*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

## BIODATA | PENULIS



Penulis Tugas Akhir ini bernama Rindang Sukmanita yang biasa dipanggil Rindang dilahirkan di Pekalongan pada tanggal 14 Desember 1989 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SDN Tembokrejo IV Pauruan, SMPN 1 Pasuruan, dan SMAN 2 Pasuruan. Penulis diterima menjadi mahasiswa Diploma III Jurusan Statistika FMIPA ITS dengan

NRP 1308 030 061. Setelah selesai pada pendidikan DIII penulis melanjutkan program studi ke S1 Lintas Jalur Statistika FMIPA ITS dengan NRP 1311 106 004. Penulis juga ingin dapat mengaplikasikan ilmu yang diperoleh di bangku kuliah ke dalam dunia kerja sehingga dapat bermanfaat untuk sesama, bangsa dan negara. Berikut ini adalah email Penulis yang dapat dihubungi [rindang\\_sukmanita@yahoo.co.id](mailto:rindang_sukmanita@yahoo.co.id)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Uji Stabilitas Jenis Tablet Antibiotik .....	49
Lampiran B	Data Berdasarkan Jarak .....	50
Lampiran C	Uji Bartlett .....	51
Lampiran D	Makro Uji Distribusi Normal Multivariat .....	52
Lampiran E	Output Uji Distribusi Normal Multivariat .....	54
Lampiran F	Titik-titik Plot Diagram $T^2$ Hotelling dan GV .....	55
Lampiran G	Titik-titik Plot Diagram Kontrol MEWMA .....	56
Lampiran H	Makro Diagram Kontrol MEWMV .....	58

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**LAMPIRAN A. Data Uji Stabilitas Masa Kadaluarsa  
Antibiotik Jenis Tablet**

Fradiomycin	Gamicidin	LOD	Daya Hancur
103	103	0,4	9
101	101	0,5	9
101	100	0,5	9
101	100	0,5	9
99	98	0,6	9
98	97	0,6	7
102	98	0,6	8
99	96	0,6	8
96	95	0,5	8
102	101	0,5	8
101	100	0,5	9
101	100	0,5	9
100	99	0,5	9
99	98	0,6	9
98	97	0,5	9
100	97	0,6	9
98	97	0,6	8
96	95	0,5	7
105	105	0,5	8
103	102	0,5	8
102	101	0,5	8
102	101	0,5	8
99	98	0,6	9
98	97	0,5	8
100	99	0,6	8
98	97	0,6	8
96	95	0,4	7

**LAMPIRAN B. Data Uji Stabilitas Masa Kadaluausa  
Antibiotik Jenis Tablet Berdasarkan  
Jarak**

Fradimycin	Gamicidin	LOD	Daya Hancur
2	2	-0,1	0
0	1	0	0
0	0	0	0
2	3	-0,1	0
1	1	0	2
-4	-1	0	-1
3	2	0	0
3	1	0,1	0
1	1	0	-1
0	0	0	0
1	1	0	0
1	1	-0,1	0
1	1	0,1	0
-2	0	-0,1	0
2	0	0	1
2	2	0,1	1
2	3	0	0
1	1	0	0
0	0	0	0
3	3	-0,1	-1
1	1	0,1	1
-2	-2	-0,1	0
2	2	0	0
2	2	0,2	1

### LAMPIRAN C. Uji Bartlett Data Stabilitas Masa Kadaluarsa Antibiotik Jenis Tablet

- Berdasarkan output dari SPSS:

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,626
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	17,214
	Df	6
	Sig.	,009

- Berdasarkan perhitungan manual:

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.79385 & 0.23057 & 0.23632 \\ 0.79385 & 1 & 0.0904 & 0.0454 \\ 0.23057 & 0.0904 & 1 & 0.40996 \\ 0.23632 & 0.0454 & 0.40996 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|\mathbf{R}| = 0,265976 \text{ dan } \ln |\mathbf{R}| = -1,32435$$

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

$$\begin{aligned} \chi_{hitung}^2 &= -\left(24 - 1 - \frac{2 \times 4 + 5}{6}\right) - 1,32435 \\ &= 27,591 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_{tabel}^2 &= \chi_{\alpha; (p(p-1)/2)}^2 \\ &= \chi_{0,05; (4(4-1)/2)}^2 \\ &= 12,59 \end{aligned}$$

## LAMPIRAN D. *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.

```

**Lanjutan Lampiran D**

```
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 E. *Output Uji Distribusi Normal Multivariat*

MTB > %multinormal.txt c1-c4

Executing from file: C:\Program

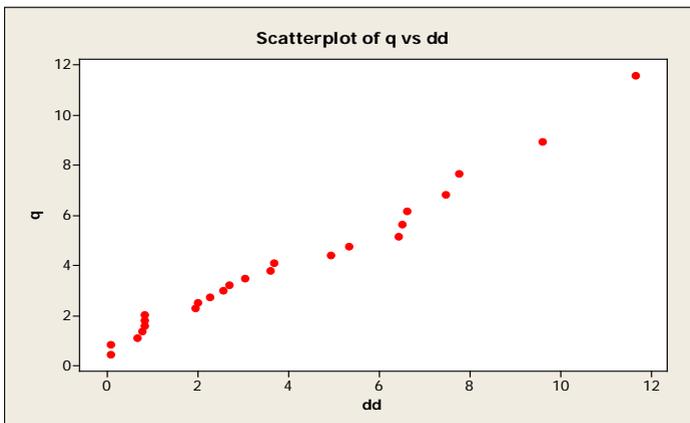
Files\Minitab\Minitab

16\English\Macros\multinormal.txt

Answer = 2,6880	Answer = 0,7732
Answer = 0,8230	Answer = 5,3163
Answer = 9,5834	Answer = 11,6441
Answer = 1,9899	Answer = 6,4977
Answer = 3,6621	Answer = 0,8230
Answer = 0,0762	Answer = 1,9469
Answer = 2,2689	Answer = 4,9312
Answer = 6,4082	Answer = 3,0393
Answer = 3,583	Answer = 0,0762
Answer = 0,8230	Answer = 6,6041
Answer = 2,5653	Answer = 7,7439
Answer = 0,6661	Answer = 7,4670

### Data Display

t            0,541667  
distribusi data multinormal



**LAMPIRAN F. Nilai Titik-titik plot  $T^2$  Hotelling dan  
*Generalized Variance***

No	$T^2$ Hotelling	<i>Generalized Variance</i>
1	2,26	0,893
2	0,7	0,229
3	0,8	0,351
4	5,08	1,147
5	11,57	1,27
6	8,72	1,103
7	2,08	0,615
8	8,41	0,741
9	4,67	0,766
10	0,8	0,351
11	0,11	0,093
12	1,79	0,59
13	2,41	0,641
14	5,79	0,611
15	4,83	0,844
16	3,09	0,319
17	3,29	0,747
18	0,11	0,093
19	0,8	0,351
20	5,64	1,561
21	2,36	0,691
22	7,42	0,891
23	0,59	0,439
24	7,04	0,84

**LAMPIRAN G. Nilai Titik-titik plot *Multivariate Exponential Weighted Moving Average* (MEWMA)**

No	Pembobot				
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
1	2,260	2,260	2,260	2,260	2,260
2	1,237	1,196	1,111	1,022	0,934
3	0,497	0,454	0,386	0,351	0,354
4	2,624	2,698	2,858	3,033	3,227
5	6,694	7,344	8,701	9,998	11,091
6	6,002	6,424	7,110	7,502	7,632
7	2,975	2,662	1,831	0,980	0,377
8	0,154	0,014	0,490	1,969	3,983
9	0,498	1,066	3,205	5,766	7,702
10	0,650	1,293	3,014	4,212	4,375
11	0,738	1,335	2,493	2,772	2,280
12	0,900	1,273	1,792	1,751	1,537
13	0,938	1,480	2,062	1,853	1,464
14	0,814	0,950	1,128	1,478	2,127
15	1,027	1,386	1,931	2,371	2,813
16	0,275	0,426	0,877	1,440	1,936
17	0,095	0,227	0,990	1,980	2,774
18	0,037	0,096	0,421	0,668	0,684
19	0,037	0,039	0,063	0,059	0,086
20	0,555	0,837	1,568	2,418	3,262
21	0,113	0,230	0,466	0,560	0,575
22	0,511	0,712	1,276	2,087	3,051
23	0,319	0,351	0,407	0,445	0,418
24	0,167	0,534	1,358	2,229	3,180

**Lanjutan Lampiran G**

No	Pembobot			
	0,5	0,6	0,7	0,8
1	2,260	2,260	2,260	2,260
2	0,850	0,776	0,718	0,683
3	0,397	0,471	0,564	0,660
4	3,449	3,710	4,015	4,359
5	11,899	12,396	12,589	12,497
6	7,630	7,630	7,724	7,950
7	0,125	0,196	0,504	0,961
8	5,978	7,575	8,595	9,014
9	8,594	8,528	7,811	6,773
10	3,783	2,906	2,079	1,452
11	1,556	0,940	0,528	0,289
12	1,445	1,493	1,600	1,699
13	1,243	1,241	1,408	1,688
14	2,880	3,582	4,199	4,756
15	3,213	3,566	3,895	4,215
16	2,275	2,494	2,652	2,791
17	3,293	3,598	3,739	3,731
18	0,554	0,380	0,224	0,119
19	0,195	0,367	0,554	0,708
20	3,990	4,553	4,966	5,267
21	0,614	0,745	0,996	1,364
22	4,038	4,965	5,788	6,484
23	0,327	0,219	0,151	0,172
24	4,170	5,123	5,954	6,590

**LAMPIRAN H. Macro Diagram Kontrol *Multivariate Exponential Weighted Moving Variance* (MEWMV)**

```

omega=0.1
lamda=0.1
p=4
L=2.8725
A=X*X'
[brsA,klmA]=size(A);
t=brsA;
%mendapatkan matrik It, berdimensi t x t
I=eye(t);
%mendapatkan matrik M, berdimensi t x t
%dengan nilai lamda sebagai elemennya
for i=1:t;
elemen(i)=lamda*(1-lamda)^(i-1);
end
for j=1:t;
for j2=1:t;
if j<j2;
M(j,j2)=0;
else
for l=j:t;
M(l,j2)=elemen(l-j2+1);
end
end
end
end
for u=1:brsA
A_partial_u=A(1:u,1:u);
I_partial_u=I(1:u,1:u);
M_partial_u=M(1:u,1:u);
%mendapatkan matrik diagonal C, berdimensi t x t
%dengan nilai omega sebagai elemennya
for i=1:u
if i>1
elemenC(i)=omega*(1-omega)^(u-i);
else elemenC(i)=(1-omega)^(u-i);
end
end
C=diag(elemenC);
%mendapatkan nilai Q, berdimensi t x t

```

## Lanjutan Lampiran H

```

Q=(I_partial_u-M_partial_u)'*C*(I_partial_u-
M_partial_u);
%mendapatkan nilai tr(Vt)
trv(u)=trace(Q*A_partial_u);
%mendapatkan nilai E(tr(Vt))
estt(u)=p*trace(Q);
%mendapatkan nilai Var(tr(Vt))
Q2=Q.^2;
sumQ2=sum(sum(Q2));
varr(u)=2*p*sumQ2;
%mendapatkan batas atas dan batas Bawah dari nilai
tr(Vt)
ba=estt+(L*sqrt(varr))
bb=estt-(L*sqrt(varr));
end
%mendapatkan plot dari diagram kontrol MEWMV
trv_partial=trv(:,1:t);
estt_partial=estt(:,1:t);
varr_partial=varr(:,1:t);
ba_partial=ba(:,1:t);
bb_partial=bb(:,1:t);
keluar=0;
d=0
for i=1:t-1
if trv_partial(i)<bb_partial(i)
keluar=keluar+1
d=d+1;
ygkeluar(d)=i;
end
if trv_partial(i)>ba_partial(i)
keluar=keluar+1
d=d+1;
ygkeluar(d)=i;
end
end
x=1:t;
plot(x,trv_partial,'b.-',x,ba_partial,'k-
',x,bb_partial,'k-');
title('Diagram Kontrol MEWMV');
xlabel('observasi ke-');
ylabel('Trace Vt');

```

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1	QQ plot..... 25
Gambar 4.2	Diagram <i>Hotelling T<sup>2</sup></i> ..... 26
Gambar 4.3	Diagram <i>Generalized Variance</i> ..... 27
Gambar 4.4	Diagram <i>Generalized Variance</i> ..... 28
Gambar 4.5	Diagram MEWMA $r = 0.05$ ..... 29
Gambar 4.6	Diagram MEWMA $r = 0.1$ ..... 30
Gambar 4.7	Diagram MEWMA $r = 0.2$ ..... 31
Gambar 4.8	Diagram MEWMA $r = 0.3$ ..... 32
Gambar 4.9	Diagram MEWMA $r = 0.4$ ..... 33
Gambar 4.10	Diagram MEWMA $r = 0.5$ ..... 34
Gambar 4.11	Diagram MEWMA $r = 0.6$ ..... 34
Gambar 4.12	Diagram MEWMA $r = 0.7$ ..... 35
Gambar 4.13	Diagram MEWMA $r = 0.8$ ..... 36
Gambar 4.14	Diagram MEWMV 0.1 ..... 40
Gambar 4.15	Diagram MEWMV 0.4 ..... 41
Gambar 4.16	Diagram MEWMV 0.2 dan 0.3 ..... 41

Halaman ini sengaja dikosongkan