



**TUGAS AKHIR - SS141501**

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS TETES PG  
KREMBONG SIDOARJO MENGGUNAKAN DIAGRAM  
KONTROL MEWMA DAN MEWMV**

**DONY MUKTHAR HARIANJA  
NRP 1314 105 015**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Muhammad Mashuri, MT**

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



**FINAL PROJECT - SS141501**

**DROPS QUALITY CONTROL ANALYSIS AT PG  
KREMBOONG SIDOARJO USING MEWMA AND MEWMV  
CONTROL DIAGRAM**

**DONY MUKTHAR HARIANJA  
NRP 1314 105 015**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Muhammad Mashuri, MT**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS TETES PG  
KREMBOONG SIDOARJO MENGGUNAKAN DIAGRAM  
KONTROL MEWMA DAN MEWMV**


**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**DONY MUKHTAR HARIANJA**  
**NRP 1314 105 015**

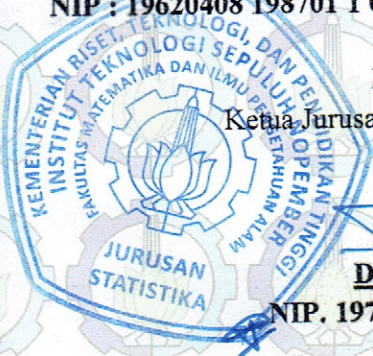
Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**Dr. Muhammad Mashuri, MT** ()

**NIP : 19620408 198701 1 001**

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS



**Dr. Suhartono**

**NIP. 19710929 199512 1 001**

**SURABAYA, JULI 2016**

# **Analisis Pengendalian Kualitas Tetes PG Kremboong Sidoarjo Menggunakan Diagram Kontrol *MEWMA* dan *MEWMV***

Nama : Dony Mukthar Harianja  
NRP : 1314105015  
Jurusan : Statistika FMIPA – ITS  
Pembimbing : Dr. Muhammad Mashuri, MT.

## **ABSTRAK**

*Gula yang dihasilkan untuk setiap kali proses produksi di PG Kremboong Sidoarjo belum optimal. Hal ini terjadi karena masih banyaknya kandungan gula (sukrosa) yang terdapat dalam ampas tebu, blotong dan tetes. Kandungan gula terbesar terdapat dalam tetes karena sudah dekat dengan stasiun akhir proses produksi gula. Tetes atau molases merupakan produk sisa yang tidak dapat dikristalkan lagi dan tidak dapat dikonsumsi dari hasil sistem puteran LGF. Kadar gula dalam tetes diukur dari perhitungan harkat kemurnian tetes berdasarkan persentase Pol dan Brix tiap selang waktu satu jam. Batas spesifikasi yang digunakan pada pengukuran Pol dan Brix sangat teliti sehingga terdapat indikasi terjadi pergeseran proses yang kecil. Ketelitian batas spesifikasi Pol dan Brix dapat diketahui dari rentang batas spesifikasi yang kecil dimana pengamatan yang keluar dari batas spesifikasi dapat dideteksi hingga nilai satu desimal. Hal ini dapat juga dilihat dari nilai-nilai pengamatan dengan selisih yang kecil. Dalam mengurangi tingkat kehilangan gula untuk setiap kali proses produksi maka dilakukan pengendalian kualitas tetes menggunakan diagram kontrol *MEWMA* dan *MEWMV* pada pengamatan individual. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variabilitas dan rata-rata proses produksi tetes pada fase 1 bulan September 2015 belum terkendali secara statistik. Pembobot optimum dalam mendeteksi pergeseran variabilitas proses diperoleh  $\lambda = 0,7$  dan  $\omega = 0,1$  sedangkan rata-rata proses sebesar  $\lambda = 0,8$ . Selanjutnya, pada fase 2 bulan Oktober 2015 diketahui*

*secara statistik variabilitas dan rata-rata proses belum terkontrol. Setelah dilakukan perbaikan diagram kontrol pada fase 2 diperoleh variabilitas dan rata-rata proses produksi tetes sudah terkontrol. Selanjutnya dilakukan perhitungan kapabilitas proses dan diperoleh hasil  $MC_p$  sebesar 0,9230,  $MC_{PK}$  sebesar -0,7610 dan  $MC_{PM}$  sebesar 0,2056. Sehingga proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada bulan Oktober 2015 belum kapabel dari segi akurasi, presisi serta gabungan akurasi dan presisi karena indeks kapabilitas proses yang lebih kecil dari 1.*

***Kata Kunci*** Tetes, Pol, Brix, Indeks Kapabilitas Proses

# **Drops Quality Control Analysis At Pg.Kremboong Sidoarjo Using MEWMA and MEWMV Control Diagram**

Name : Dony Mukthar Harianja  
Registration . No : 1314105015  
Department : Statistics – ITS  
Supervisor : Dr. Muhammad Mashuri, MT.

## **ABSTRACT**

*Sugar which has been produced for each production process at PG.Kremboong Sidoarjo is not yet optimal. This occurs because there is still much of its loss percentage of sugar (sacrose) within its dregs, blotong and drops. The biggest percentage of loss is in drops due to approaching its final station of sugar production process. Drops/molasses is the production which cannot be crystallized and used anymore from the result of LGF rolling system. Sugar content in drops is measured by Pol and Brix percentage individually from harkat calculation of drops purity. Specification limit used in measuring Pol and Brix is so accurate that happens small friction process. To reduce the sugar loss in each production process, quality control of drops on the first phase in September 2015 was not yet statistically under control. The optimum weighting in detecting variability friction process is  $h = 0.7$  and  $q = 0.1$  while the average process in October 2015 was not yet under control. After the control diagram was upgraded on the 2<sup>nd</sup> phase, they had been already under control. Then the capability calculation process was conducted and the findings were  $MC_p = 0.9230$  ;  $MC_{pk} = 0.7610$  and  $MC_{pm} = 0.2056$ . So that drops production process at PG.Kremboong Sidoarjo in October 2015 was not yet capable in terms of accuracy, precision and combination of both. This is known from the process capability index which is less than 1.*

**Key Words** : DROPS, Pol, Brix , Process Capability Index.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<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>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>1</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>4</b>
1.3 Tujuan Penelitian .....	<b>5</b>
1.4 Manfaat Penelitian .....	<b>5</b>
1.5 Batasan Masalah .....	<b>5</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Pengujian Korelasi.....	<b>7</b>
2.2 Diagram Kontrol MEWMV .....	<b>8</b>
2.3 Diagram Kontrol MEWMA .....	<b>12</b>
2.4 Indeks Kapabilitas Proses .....	<b>13</b>
2.5 Pabrik Gula Kremboong Sidoarjo.....	<b>17</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>23</b>
3.1 Sumber Data.....	<b>23</b>
3.2 Variabel Penelitian .....	<b>24</b>
3.3 Langkah Analisis Data .....	<b>25</b>
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	<b>27</b>
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>29</b>
4.1 Deskriptif Karakteristik Kualitas Tetes.....	<b>30</b>
4.2 Uji Korelasi Antara Karakteristik Kualitas .....	<b>31</b>
4.3 Analisis Variabilitas dan Rata-Rata Fase 1 .....	<b>32</b>

4.3.1 Penerapan Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 .....	32
4.3.2 Penerapan Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 .....	41
4.4 Analisis Variabilitas dan Rata-Rata Fase 2.....	49
4.4.1 Penerapan Diagram Kontrol MEWMV Fase 2 .....	50
4.4.2 Identifikasi Faktor Penyebab <i>Out Of Control</i> ..	51
4.4.3 Perbaikan Diagram Kontrol MEWMV Fase 2 .....	52
4.4.4 Penerapan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali .....	53
4.4.5 Perbaikan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali .....	54
4.4.6 Penerapan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali .....	56
4.4.7 Perbaikan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali .....	57
4.4.8 Analisis Kapabilitas Proses.....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	63
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	65
<b>LAMPIRAN</b> .....	67
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	147



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Struktur data MEWMV dan MEWMA .....	13
Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian.....	23
Tabel 3.2 Variabel Penelitian.....	24
Tabel 4.1 Karakteristik Kualitas Tetes.....	30
Tabel 4.2 Perhitungan $tr(Vt)$ maksimal – BKA maksimal.....	38
Tabel 4.3 Perhitungan $T^2$ maksimal – BKA maksimal .....	48
Tabel 4.4 Nilai $C_p$ dan $MC_p$ Karakteristik Kualitas.....	60
Tabel 4.5 Nilai $C_{PK}$ dan $MC_{PK}$ Karakteristik Kualitas.....	61
Tabel 4.6 Nilai $C_{PM}$ dan $MC_{PM}$ Karakteristik Kualitas.....	61

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Peta proses Produksi ..... 21
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian ..... 27
Gambar 4.1	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 $\omega=0,1$ dan $\lambda=0,1$ ..... 33
Gambar 4.2	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 $\omega=0,2$ dan $\lambda=0,2$ ..... 34
Gambar 4.2	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 $\omega=0,4$ dan $\lambda=0,4$ ..... 34
Gambar 4.3	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 $\omega=0,6$ dan $\omega=0,6$ ..... 35
Gambar 4.3	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 $\omega=0,7$ dan $\omega=0,7$ ..... 36
Gambar 4.3	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 $\omega=0,8$ dan $\omega=0,8$ ..... 37
Gambar 4.4	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 $\omega=0,9$ dan $\omega=0,9$ ..... 37
Gambar 4.5	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,05$ ..... 42
Gambar 4.6	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,1$ ..... 43
Gambar 4.7	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,2$ ..... 43
Gambar 4.8	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,3$ ..... 44
Gambar 4.9	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,4$ ..... 45
Gambar 4.10	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,5$ ..... 46
Gambar 4.11	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,6$ ..... 47
Gambar 4.12	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 $\lambda=0,8$ ..... 47
Gambar 4.13	Diagram Kontrol MEWMV Fase 2 $\omega=0,1$ dan $\lambda=0,7$ ..... 50
Gambar 4.14	Diagram Kontrol MEWMV Fase 2 $\omega=0,1$ dan $\lambda=0,7$ Setelah Perbaikan Pengulangan 1 ..... 52

Gambar 4.15	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali $\lambda = 0,8$ .....	53
Gambar 4.16	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali Setelah Perbaikan Pengulangan 1 $\lambda = 0,8$ .....	54
Gambar 4.17	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali Setelah Perbaikan Pengulangan 2 $\lambda = 0,8$ .....	55
Gambar 4.18	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali Setelah Perbaikan Pengulangan 3 $\lambda = 0,8$ .....	56
Gambar 4.19	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali $\lambda = 0,8$ .....	57
Gambar 4.20	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali Setelah Perbaikan Pengulang-an 1 $\lambda = 0,8$ .....	57
Gambar 4.21	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali Setelah Perbaikan Pengulang-an 2 $\lambda = 0,8$ .....	58
Gambar 4.21	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali Setelah Perbaikan Pengulang-an 3 $\lambda = 0,8$ .....	59

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor gula terbesar di dunia sampai pada awal tahun 2013. Namun saat ini Indonesia menjadi negara pengimpor terbesar ke 3 di dunia menurut Titoh Prahnolo dalam berita *online* Merdeka (28 April 1930). Hal ini terjadi karena penurunan kuantitas gula yang diproduksi oleh masing-masing pabrik gula dalam negeri dan jumlah bahan baku tebu yang semakin berkurang. Dalam mengatasi masalah ini, pemerintah melakukan kebijakan import gula. Menurut Dwi dalam berita *online* Selasar tanggal 30 November 2015, impor gula Indonesia sekitar 50% dari kebutuhan gula nasional yang berkisar 5 juta ton terutama untuk kebutuhan industri makanan dan minuman. Salah satu upaya yang dilakukan oleh pemerintah untuk mengurangi impor gula adalah merevitalisasi 50 pabrik gula BUMN yang berada di dalam negeri. Revitalisasi yang dimaksud adalah memodernisasi proses pengolahan gula sehingga menghasilkan volume gula yang lebih banyak dengan kualitas yang lebih baik.

PTPN X merupakan perusahaan umum milik negara yang bergerak dalam bidang pengolahan tebu. Dalam situs resmi PTPN X tanggal 4 Januari 2016, PTPN X membukukan jumlah produksi gula 431.020,4 ton pada tahun 2015. Kinerja ini sekaligus mempertahankan posisi PTPN X sebagai produsen gula terbesar di Indonesia mengungguli perusahaan pergulaan lainnya. PTPN X mempunyai 11 PG yang tersebar di Jawa Timur seperti di Sidoarjo, Jombang, Tulungagung, Kediri, Nganjuk, dan Mojokerto. Salah satu pabrik gula yang berkontribusi dalam peningkatan produksi gula dalam negeri adalah PG Kremboong Sidoarjo dengan kapasitas giling sebesar 2400 TCD (*Ton Cane per Day*).

Proses pengolahan tebu menjadi gula di PG Kremboong Sidoarjo berlangsung pada bulan Mei – Oktober.

Proses produksi gula di PG Kremboong Sidoarjo terbagi atas tujuh stasiun kerja antara lain stasiun persiapan, stasiun penggilangan, pemurnian, penguapan, masakan, puteran dan penyelesaian. Salah satu stasiun yang dapat dimaksimalkan dalam peningkatan volume produksi gula adalah stasiun puteran. Proses puteran bertujuan untuk memisahkan kristal gula yang terbentuk dengan larutannya (stroop dan tetes). Pada stasiun ini terdapat 2 sistem puteran yaitu sistem puteran HGF (*High Grade Fugal*) dan LGF (*Low Grade Fugal*). Sistem puteran LGF digunakan untuk memisahkan masakan dengan tingkat kemurnian yang rendah sehingga menghasilkan gula klare D1 dan D2 dan hasil sampingnya berupa tetes. Sistem puteran HGF digunakan untuk memisahkan masakan dengan tingkat kemurnian yang tinggi sehingga menghasilkan kristal gula putih berjenis *Super High Sugar* (SHS) dan hasil samping berupa stroop A.

Menurut Juli selaku *staff* divisi *Quality Control* (QC) bagian pengolahan tebu (*off farm*), volume gula yang dihasilkan untuk setiap kali proses produksi belum optimal. Hal ini terjadi karena masih banyaknya kandungan gula (sukrosa) yang terdapat dalam ampas tebu, blotong dan tetes. Kandungan gula terbesar terdapat dalam tetes karena sudah dekat dengan stasiun akhir proses pengolahan tebu menjadi gula. Sehingga pada proses produksi gula harus dilakukan pengendalian kualitas tetes. Tetes atau molases merupakan produk sisa yang tidak dapat dikristalkan lagi dan tidak dapat dikonsumsi dari hasil sistem puteran LGF. Tingkat kehilangan gula dalam tetes diketahui dari nilai Hk yang diukur melalui perhitungan persentase Pol dibagi persentase Brix dikali 100%. Semakin tinggi persentase Pol yang diikuti dengan penurunan persentase Brix membuat persentase Hk semakin tinggi sehingga akan memperbesar volume gula yang hilang untuk setiap kali proses produksi. Persentase Pol yang rendah diikuti dengan peningkatan persentase Brix membuat persentase Hk semakin

rendah sehingga akan menurunkan volume gula yang hilang untuk setiap kali proses produksi. Pengamatan karakteristik kualitas Pol dan Brix dilakukan tiap selang waktu satu jam berdasarkan *shift* kerja. Subgrup dalam penelitian ini adalah per-jam karena sampel yang diteliti menghasilkan pengukuran yang berbeda tiap selang waktu satu jam dan ukuran subgrup adalah satu. Ukuran subgroup ditentukan satu ( $n=1$ ) karena sampel yang diteliti bersifat homogen. Dengan demikian, pengendalian kualitas tetes dilakukan secara multivariat dengan menggunakan karakteristik kualitas Pol dan Brix

Hasil pengendalian kualitas tetes yang sudah dilakukan oleh pihak QC menunjukkan beberapa nilai pengamatan Pol dan Brix masih berada diluar batas spesifikasi perusahaan. Hal ini terjadi karena adanya penyebab khusus dalam proses sehingga pengamatan karakteristik kualitas Pol dan Brix belum terkendali. Batas spesifikasi yang digunakan pada pengukuran Pol dan Brix sangat teliti sehingga terdapat indikasi terjadi pergeseran proses yang kecil. Ketelitian batas spesifikasi Pol dan Brix dapat diketahui dari rentang batas spesifikasi yang kecil dimana pengamatan yang keluar batas spesifikasi dapat dideteksi hingga nilai satu desimal. Hal ini dapat juga dilihat dari nilai-nilai pengamatan dengan selisih yang kecil. Menurut Montgomery (2005), pergeseran proses yang kecil dalam diagram kontrol dinyatakan sekitar  $1,5\sigma$  sedangkan pergeseran proses diagram kontrol Shewart dinyatakan dalam  $3\sigma$ . Pada penerapan diagram kontrol Shewart hanya menggunakan informasi dari pengamatan terakhir atau saat ini dan mengabaikan setiap informasi yang diberikan oleh seluruh pengamatan. Sehingga membuat diagram kontrol Shewart kurang sensitif untuk mendeteksi pergeseran proses yang kecil. Pengendalian kualitas tetes secara *multivariate* untuk mendeteksi pergeseran proses yang kecil dilakukan dengan menggunakan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) dan *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* (MEWMV) pada pengamatan individual. Penerapan diagram kontrol ini dilakukan melalui dua fase yaitu fase 1 digu-

nakan untuk menentukan batas kendali dan fase 2 digunakan untuk memantau proses produksi selanjutnya.

Penelitian yang berkaitan dengan proses produksi gula dilakukan oleh Due N (2009) mengenai analisis kualitas ampas tebu di PG Pesantren Baru Kediri. Diketahui variabilitas dan rata-rata proses produksi ampas pada fase 1 dan fase 2 belum terkendali. Pembobot optimum dalam mendeteksi pergeseran variabilitas proses adalah  $\lambda = 0,4$  dan  $\omega = 0,4$  serta rata-rata proses  $\lambda = 0,9$ .

Berdasarkan uraian diatas, dalam tugas akhir ini akan dilakukan penelitian mengenai pengendalian kualitas Pol dan Brix yang terkandung dalam tetes produksi PG Kremboong Sidoarjo menggunakan diagram kontrol MEWMA dan MEWMV. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai pengendalian kualitas tetes secara statistik periode giling bulan September – Oktober 2015.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam beberapa tahun terakhir, kebutuhan gula oleh masyarakat masih belum terpenuhi. PG Kremboong Sidoarjo mempunyai peranan penting dalam mengatasi masalah tersebut dengan meningkatkan jumlah produksi gula untuk setiap kali proses produksi. Pada proses pengolahan tebu menjadi gula masih banyak yang perlu diperhatikan, salah satunya adalah tetes yang dihasilkan di stasiun puteran LGF. Diketahui bahwa kandungan gula dalam tetes masih terlalu banyak, apabila hal ini dibiarkan maka jumlah produksi gula akan berkurang untuk setiap kali proses produksi. Kandungan gula dalam tetes dapat diketahui dari pengukuran harkat kemurnian tetes berdasarkan persentase Pol dan Brix. Hasil pengukuran yang telah dilakukan oleh pihak QC menunjukkan nilai-nilai pengamatan Pol dan Brix yang berbeda tiap selang waktu satu jam. Beberapa nilai pengamatan tersebut masih berada diluar batas spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan. Batas spesifikasi yang digunakan pada pengukuran Pol dan Brix sangat teliti sehingga terdapat indikasi terjadi pergeseran proses yang kecil. Dengan demikian pengendalian kualitas tetes dalam penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan diagram kon-

trol MEWMA dan MEWMV pada pengamatan individual dengan rumusan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil pengendalian kualitas tetes fase 1 diagram kontrol MEWMA dan MEWMV produksi PG Kremboong Sidoarjo?
2. Bagaimana hasil pengendalian kualitas tetes fase 2 diagram kontrol MEWMA dan MEWMV produksi PG Kremboong Sidoarjo?
3. Bagaimana kapabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo setelah dilakukan pengontrolan kualitas tetes secara statistik ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengontrolan kualitas tetes pada fase 1 dan fase 2 diagram kontrol MEWMA dan MEWMV serta mengetahui kapabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi bagi pihak PG Kremboong Sidoarjo mengenai pengendalian kualitas tetes secara statistik pada periode giling 2015. Selain itu, dapat dijadikan sebagai masukan dan pertimbangan dalam meningkatkan volume produksi gula. Penelitian ini juga bermanfaat untuk menambah pengetahuan mengenai pengendalian kualitas secara statistik menggunakan diagram kontrol MEWMA dan MEWMV di bidang industri.

### **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini fokus pada tetes yang dihasilkan di stasiun puteran PG Kremboong Sidoarjo. Data yang digunakan pada pengamatan karakteristik kualitas tetes berupa persentase Pol dan Brix adalah pada bulan September – Oktober 2015. Selanjutnya, pada penerapan diagram kontrol MEWMA dan MEWMV hanya terdapat *additive outlier* yaitu pengamatan yang keluar dari batas kendali dimana hanya berpengaruh pada waktu tertentu saja tanpa



mempengaruhi pengamatan lain. Hal ini terjadi karena *assignable causes* yang terdapat dalam proses.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengujian Korelasi

Pengujian korelasi dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antara variabel penelitian. Menurut Walpole (2007), pengujian korelasi antara dua variabel dapat dilakukan dengan menggunakan metode korelasi *pearson*. Hubungan antara dua variabel dalam populasi diukur dengan menggunakan koefisien korelasi  $\rho$  sedangkan dalam sampel diukur dengan koefisien korelasi  $r$ . Nilai korelasi sampel berkisar antara  $-1 \leq r \leq 1$ . Korelasi bernilai positif menunjukkan bahwa hubungan antar variabel bersifat searah. Namun apabila korelasi bernilai negatif maka hubungan antara variabel bersifat berlawanan arah. Perumusan hipotesis korelasi tersebut didefinisikan berikut ini.

$H_0 : \rho = 0$  (tidak ada korelasi antar variabel)

$H_1 : \rho \neq 0$  (ada korelasi antar variabel)

statistik uji :

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (1)$$

nilai  $r$  diperoleh dari perhitungan berikut

$$r = \frac{\sum_{i=1}^t (X_{1i} - \bar{X}_1)(X_{2i} - \bar{X}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^t (X_{1i} - \bar{X}_1)^2 \sum_{i=1}^t (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}}$$

dimana  $i$  = pengamatan sebanyak  $t$

Tolak  $H_0$  jika  $t_{hitung} > t_{\alpha, df}$  dimana  $df = t - 2$ , artinya terdapat korelasi antara kedua variabel.

## 2.2 Diagram Kontrol MEWMV

Diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* (MEWMV) digunakan untuk mendeteksi pergeseran variabilitas proses yang kecil. Menurut Huwang *and* Arthur (2007), pendeteksian pergeseran variabilitas proses lebih penting dari pada pendeteksian pergeseran mean proses untuk perbaikan proses produksi pada data individual. Penerapan diagram kontrol MEWMV dilakukan untuk mendeteksi perubahan matrix kovarian dengan asumsi bahwa tidak terjadi pergeseran mean proses. Namun pendeteksian perubahan matrix kovarian masih dapat dilakukan jika terjadi pergeseran mean proses. Sehingga akan lebih baik jika penggunaan diagram kontrol MEWMV dikombinasikan dengan diagram kontrol lain khususnya pendeteksian pergeseran *mean* proses. Perumusan diagram kontrol MEWMA dibentuk dari persamaan berikut ini.

$$V_t = \omega(x_t - y_t)(x_t - y_t)^T + (1 - \omega)V_{t-1} \quad (2)$$

dimana:

$\omega$  : pembobot *smoothing constant*,  $0 < \omega < 1$  dan

$$V_0 = (x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T.$$

$x_t$  : estimasi *multivariate exponentially weighted moving average*

$y_t$  : estimasi natural untuk proses *mean* pada waktu  $t$  dari  $x_t$  yang didefinisikan berikut ini.

$$y_t = \lambda x_t + (1 - \lambda)y_{t-1} \quad (3)$$

dimana  $0 < \lambda < 1$  dan  $y_0 = 0$ , untuk mendeteksi perubahan matriks kovarian, terlebih dahulu didefinisikan,

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_t]^T, Y = [y_1, y_2, \dots, y_t]^T$$

$C$  adalah matriks diagonal berukuran  $t \times t$  dengan  $\omega$  sebagai elemennya yang sudah ditetapkan pada perhitungan nilai ARL dengan Simulasi Monte Carlo.

$$C = \text{diag}((1 - \omega)^{t-1}, \omega(1 - \omega)^{t-2}, \dots, \omega(1 - \omega), \omega)$$

Berdasarkan persamaan (2) dan (3) maka diperoleh persamaan berikut ini,

$$V_t = \sum_{i=1}^t \omega(1-\omega)^{t-1} (x_i - y_i)(x_i - y_i)^T + (1-\omega)^t V_0 \quad (4)$$

$$y_t = \sum_{i=1}^t \lambda(1-\lambda)^{t-i} x_i \quad (5)$$

$$\begin{aligned} x_i - y_i &= x_i - \sum_{j=1}^i \lambda(1-\lambda)^{i-j} x_j \\ &= (1-\lambda)x_i - \lambda(1-\lambda)x_{i-1} - \dots - \lambda(1-\lambda)^{i-1} x_1, \\ &\quad i = 1, 2, \dots, t \end{aligned}$$

setelah itu,

$$\begin{aligned} (X - Y) &= \begin{bmatrix} (x_1 - y_1)^T & (x_2 - y_2)^T & \dots & (x_t - y_t)^T \end{bmatrix}^T \\ &= \begin{bmatrix} 1-\lambda & 0 & \dots & 0 \\ -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -\lambda(1-\lambda)^{t-1} & \dots & -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1^T \\ x_2^T \\ \vdots \\ x_t^T \end{bmatrix} \\ &= (I_t - M)X \quad (6) \end{aligned}$$

dimana  $I_t$  adalah matriks identitas  $t$  berukuran  $t \times t$  dan  $M$  adalah matriks segitiga bawah berukuran  $t \times t$  dengan  $\lambda$  sebagai elemennya. Menurut Huwang and Arthur (2007), nilai pembobot  $\lambda$  merupakan nilai bobot yang sudah ditetapkan pada perhitungan nilai ARL dengan simulasi Monte Carlo.

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

sebagai hasilnya,

$$\begin{aligned}
 V_t &= (X - Y)^T C (X - Y) \\
 &= X(I_t - M)^T C (I_t - M) X \\
 &= X^T Q X
 \end{aligned} \tag{7}$$

dimana  $Q = (I_t - M)^T C (I_t - M)$ ,  $1 \leq i, j \leq t$  (8)

sehingga  $tr(V_t) = tr(X^T Q X) = tr(Q X X^T)$

$$X X^T = \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^p x_{1k}^2 & \sum_{k=1}^p x_{1k} x_{2k} & \cdots & \sum_{k=1}^p x_{1k} x_{tk} \\ \sum_{k=1}^p x_{2k} x_{1k} & \sum_{k=1}^p x_{2k}^2 & \cdots & \sum_{k=1}^p x_{2k} x_{tk} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{k=1}^p x_{tk} x_{1k} & \sum_{k=1}^p x_{tk} x_{2k} & \cdots & \sum_{k=1}^p x_{tk}^2 \end{bmatrix}$$

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \cdots & q_{1t} \\ q_{21} & q_{22} & \cdots & q_{2t} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ q_{t1} & q_{t2} & \cdots & q_{tt} \end{bmatrix}$$

oleh karena itu,

$$\begin{aligned}
 tr(V_t) &= \sum_{j=1}^t q_{1j} \left( \sum_{k=1}^p x_{jk} x_{1k} \right) + \sum_{j=1}^t q_{2j} \left( \sum_{k=1}^p x_{jk} x_{2k} \right) + \cdots + \\
 &\quad \sum_{j=1}^t q_{tj} \left( \sum_{k=1}^p x_{jk} x_{tk} \right) \\
 &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij} \left( \sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right)
 \end{aligned} \tag{9}$$

Nilai variabel ke- $j$  pada persamaan (9) tidak dapat didefinisikan pada organisasi data karena indeks  $j$  berjalan sesuai dengan perhitungan matriks  $Q$ . Matriks  $Q$  diperoleh berdasarkan persamaan (8) yang perhitungannya berhubungan dengan nilai pembobot  $\omega$  dan  $\lambda$  yang sudah ditetapkan. Nilai variabel ke- $i$  dan ke- $k$  pada organisasi data didefinisikan sesuai dengan perhitungan matriks pengamatan  $XX^T$ . Menurut Huwang *and* Arthur (2007), bila  $p = 1$ , nilai  $tr(V_t)$  akan sama seperti diagram kontrol EWMV. Bila proses dalam keadaan terkontrol, maka diperoleh persamaan berikut ini.

$$\begin{aligned} E[tr(V_t)] &= \sum_{i=1}^t q_{ii} E\left(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2\right) + \sum_{i=1}^t \sum_{j \neq i}^t q_{ij} E\left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk}\right) \\ &= p \operatorname{tr}(Q) \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{Var}[tr(V_t)] &= \operatorname{Var}\left[\sum_{i=1}^t q_{ii} \sum_{k=1}^p x_{ik}^2 + 2 \sum_{i=1}^t \sum_{j < i}^t q_{ij} \sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk}\right] \\ &= \sum_{i=1}^t q_{ii}^2 \operatorname{Var}\left(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2\right) + 4 \sum_{i=1}^t \sum_{j < i}^t q_{ij}^2 \operatorname{Var}\left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk}\right) \\ &= 2p \sum_{i=1}^t q_{ii}^2 + 4p \sum_{i=1}^t \sum_{j < i}^t q_{ij}^2 \\ &= 2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2 \end{aligned} \quad (11)$$

dimana dapat ditunjukkan batasan untuk setiap  $t$ . Oleh karena itu, batas dari diagram kontrol berdasarkan  $tr(V_t)$  diberikan oleh

$$E[tr(V_t)] \pm L \sqrt{\operatorname{Var}[tr(V_t)]}$$

atau

$$\begin{aligned}
 BKA &= p \operatorname{tr}(Q) + L \sqrt{2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2} \\
 BKA &= p \operatorname{tr}(Q) - L \sqrt{2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

nilai  $L$  bergantung pada  $p$ ,  $\omega$  dan  $\lambda$  yang sudah ditentukan sebelumnya.

### 2.3 Diagram Kontrol MEWMA

Menurut Montgomery (2005), diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) merupakan pengembangan dari diagram kontrol EWMA pada kasus multivariat yang digunakan untuk mendeteksi pergeseran *mean* proses yang kecil. Selanjutnya menurut Joe H. Sullivan (2001), diagram kontrol MEWMA adalah mengakumulasi informasi dari pengamatan sebelumnya, sehingga membuat diagram kontrol ini lebih sensitif untuk mendeteksi pergeseran *mean* proses yang kecil serta robust terhadap *non-normal distribution* pada pengamatan individual. Kelebihan diagram kontrol MEWMA adalah robust terhadap *non-normal distribution* yang berarti apabila pengamatan tidak berdistribusi normal multivariat maka penerapan diagram kontrol MEWMA masih dapat dilakukan. Perumusan diagram kontrol MEWMA didefinisikan sebagai berikut.

$$Z_i = \lambda X_i + (1 - \lambda)Z_{i-1} \tag{13}$$

dimana  $Z_0 = 0$  dengan  $i = 1, 2, \dots, t$

$t$  : banyaknya pengamatan

$\lambda$  : besarnya pembobot,  $0 < \lambda < 1$

Menurut Montgomery (2005), nilai pembobot  $\lambda$  merupakan nilai bobot yang sudah ditetapkan pada perhitungan ARL. Titik pengamatan yang akan diplotkan dalam diagram kontrol diperoleh dari persamaan berikut ini.

$$T_i^2 = Z_i^T \Sigma_{Z_i}^{-1} Z_i \quad (14)$$

dimana matriks kovarian sebagai berikut,

$$\Sigma_{Z_i} = \frac{\lambda}{2-\lambda} [1 - (1-\lambda)^{2i}] \Sigma_X \quad (15)$$

Dalam diagram kontrol MEWMA, nilai batas kendali atas (BKA) dinyatakan dalam  $H$ . Nilai  $H$  diperoleh berdasarkan nilai  $\lambda$  yang sudah ditetapkan oleh Prabhu & Runger (1997) pada perhitungan nilai ARL. Dalam hal ini, proses dikatakan terkendali apabila nilai-nilai pengamatan lebih kecil dari batas kendali atau  $T_i^2 > H$ .

Adapun struktur data dari diagram kontrol MEWMV dan MEWMA sebagai berikut.

**Tabel 2.1** Struktur Data MEWMV dan MEWMA

Pengamatan (i)	Karakteristik kualitas (k)				
	$X_1$	...	$X_k$	...	$X_p$
1	$X_{11}$	...	$X_{1k}$	...	$X_{1p}$
⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
i	$X_{i1}$	...	$X_{ik}$	...	$X_{ip}$
⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
t	$X_{t1}$	...	$X_{tk}$	...	$X_{tp}$
Rata-rata	$\bar{X}_1$	...	$\bar{X}_k$	...	$\bar{X}_p$

Keterangan:

$X_{tp}$  : nilai pengamatan ke- $t$  pada variabel ke- $p$

$i$  : pengamatan sebanyak  $t$

$k$  : variabel sebanyak  $p$

## 2.4 Indeks Kapabilitas Proses

*Statistical Process Control* (SPC) tidak mampu menganalisis secara kuantitatif suatu proses yang sedang berjalan, karena SPC hanya memantau proses yang sedang berjalan. Proses berja-



lan secara kapabel atau tidak dapat diketahui dari nilai indeks kapabilitas proses. Kapabilitas proses penting untuk penilaian dan peningkatan kualitas proses produksi. Suatu proses produksi berjalan secara kapabel apabila nilai  $C_p \geq 1$ . Menurut Raissi (2009), *Multivariate Proses Capability Indices* (MPCI) menunjukkan seberapa baik sebuah proses manufaktur dapat menemui batas spesifikasi ketika karakteristik kualitas memiliki korelasi. Perhitungan indeks kapabilitas multivariat dapat dilakukan pada saat proses dalam keadaan terkendali dan asumsi data sudah terpenuhi. Kapabilitas proses penting dan biasanya digunakan untuk penilaian dan perbaikan kualitas proses produksi. Ketika karakteristik kualitas sebuah produk berkorelasi kemudian didekati dengan metode MPCi, hal ini tidak biasanya mudah untuk dilaksanakan. Ada beberapa metode MPCI yang dapat digunakan seperti yang dikemukakan oleh Taam *et al* dan Shahriari *at al*. Taam *et al* merekomendasikan penggunaan MPCI yang didefinisikan sebagai sebuah rasio dari dua bagian yaitu  $R_1$  dan  $R_2$ . Selanjutnya, Shahriari *at al* mengusulkan vektor yang terdiri dari tiga komponen. Komponen pertama dari vektor yang diusulkan adalah data berdistribusi normal multivariat. Komponen kedua adalah berdasarkan pada asumsi bahwa pusat batas spesifikasi merupakan mean proses. Kemudian komponen ketiga adalah mengacu pada indeks lokasi yang membandingkan wilayah proses modifikasi dengan toleransi. Metode perhitungan MPCI yang dikemukakan oleh Taam *et al* dan Shahriari *at al* tersebut tidak mudah untuk dilaksanakan sehingga Raissi mengusulkan sebuah metode sederhana. Metode sederhana dalam memperkirakan indeks kapabilitas proses berasal dari model *ridge regression* pada karakteristik kualitas. Berikut ini merupakan persamaan metode MPCI dengan pendekatan *ridge regression* yang dibangun dari masing-masing karakteristik kualitas.

$$X_1 = a_{11}X_1 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1p}X_p + \varepsilon_1$$

$$X_2 = a_{21}X_1 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2p}X_p + \varepsilon_2$$

.....

$$X_p = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots + a_{p,p-1}X_{p-1} + \varepsilon_p \quad (16)$$

Keterangan:

$X_p$  : variabel penelitian ke- $p$

$\varepsilon_p$  : kesalahan acak (*error random*) ke- $p$

Bila proses terkendali secara statistik maka parameter yang diperoleh dari persamaan (16) digunakan untuk menentukan perkiraan rata-rata karakteristik kualitas yang berkorelasi seperti berikut ini.

$$\begin{aligned} \hat{\mu}_{X_1} &= a_{12}\hat{\mu}_{X_2} + \dots + a_{1p}\hat{\mu}_{X_p} \\ \hat{\mu}_{X_2} &= a_{21}\hat{\mu}_{X_1} + \dots + a_{2p}\hat{\mu}_{X_p} \\ &\dots\dots\dots \\ \hat{\mu}_{X_p} &= a_{p1}\hat{\mu}_{X_1} + \dots + a_{p,p-1}\hat{\mu}_{X_{p-1}} \end{aligned} \quad (17)$$

demikian juga dengan perkiraan standar deviasi masing-masing karakteristik kualitas dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_{X_1}^2 &= a_{12}^2\hat{\sigma}_{X_2}^2 + a_{13}^2\hat{\sigma}_{X_3}^2 + \dots + a_{1p}^2\hat{\sigma}_{X_p}^2 \\ &\quad + 2a_{12}a_{13}\hat{\sigma}_{X_2X_3} + \dots + 2a_{1,p-1}a_{1p}\hat{\sigma}_{X_{p-1}X_p} \\ \hat{\sigma}_{X_2}^2 &= a_{21}^2\hat{\sigma}_{X_1}^2 + a_{23}^2\hat{\sigma}_{X_3}^2 + \dots + a_{2p}^2\hat{\sigma}_{X_p}^2 \\ &\quad + 2a_{21}a_{23}\hat{\sigma}_{X_1X_3} + \dots + 2a_{2,p-1}a_{2p}\hat{\sigma}_{X_{p-1}X_p} \\ &\dots\dots\dots \\ \hat{\sigma}_{X_p}^2 &= a_{p1}^2\hat{\sigma}_{X_1}^2 + a_{p2}^2\hat{\sigma}_{X_2}^2 + \dots + a_{p,p-1}^2\hat{\sigma}_{X_{p-1}}^2 \\ &\quad + 2a_{p1}a_{p2}\hat{\sigma}_{X_1X_2} + \dots + 2a_{p,p-2}a_{p,p-1}\hat{\sigma}_{X_{p-2}X_{p-1}} \end{aligned} \quad (18)$$

$TT_{X_i}$  merupakan toleransi untuk karakteristik kualitas ke- $i$ . Secara umum setiap karakteristik kualitas mempunyai BSA, BSB dan nilai rata-rata seperti berikut ini.

$$TT_{X_i} = [BSA_{X_i}, T_{X_i}, BSB_{X_i}], i = 1, 2, \dots, p \quad (19)$$

Kapabilitas proses secara univariat pada masing-masing karakteristik kualitas dihitung dengan indeks  $C_p(X_i)$ ,  $C_{pk}(X_i)$  dan  $C_{pm}(X_i)$ .

$$\begin{aligned} \hat{C}_P(X_i) &= \frac{BSA_{X_i} - BSB_{X_i}}{6\hat{\sigma}_{X_i}} \\ \hat{C}_{PK}(X_i) &= \text{Min} \left\{ \frac{BSA_{X_i} - \hat{\mu}_{X_i}}{3\hat{\sigma}_{X_i}}, \frac{\hat{\mu}_{X_i} - BSB_{X_i}}{3\hat{\sigma}_{X_i}} \right\} \\ \hat{C}_{PM}(X_i) &= \frac{BSA_{X_i} - BSB_{X_i}}{6\sqrt{\hat{\sigma}_{X_i}^2 + (\hat{\mu}_{X_i} - T_{X_i})^2}}, i = 1, 2, \dots, p \end{aligned} \quad (20)$$

Keterangan:

$C_p(X_i)$  : indeks kapabilitas proses terhadap presisi secara univariat pada variabel penelitian ke- $i$

$C_{pk}(X_i)$  : indeks kapabilitas proses terhadap akurasi secara univariat pada variabel penelitian ke- $i$

$C_{pm}(X_i)$  : indeks kapabilitas proses terhadap presisi dan akurasi secara univariat pada variabel penelitian ke- $i$

Perkiraan MPCPI didasarkan pada  $p$  estimasi PCI dengan menggunakan metode rata-rata pembobot. Besar pembobot yang digunakan pada karakteristik kualitas Brix adalah 0,8 dan Pol sebesar 0,2. Perumusan indeks kapabilitas produk didefinisikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} MC_P &= \sum_{i=1}^P W_i C_P(X_i) \\ MC_{PK} &= \sum_{i=1}^P W_i C_{PK}(X_i) \end{aligned}$$

$$MC_{PMK} = \sum_{i=1}^P W_i C_{PMK}(X_i) \quad (21)$$

$$\sum_i^P W_i = 1, i = 1, 2, \dots, p$$

Keterangan:

$MC_p$  : indeks kapabilitas proses terhadap presisi secara multivariat

$MC_{pk}$  : indeks kapabilitas proses terhadap akurasi secara multivariat

$MC_{pm}$  : indeks kapabilitas proses terhadap presisi dan akurasi secara multivariat

$W_i$  : pembobot variabel ke- $i$

## 2.5 Pabrik gula Kremboong Sidoarjo

PG Kremboong Sidoarjo didirikan oleh N.V Cooy dan Coster Van Voor Hout pada tahun 1847 di Desa Krembung, kabupaten Sidoarjo pada masa penjajahan Belanda. Pada saat itu Pabrik Gula Kremboong memproduksi gula masih dengan tenaga manusia yang dibantu dengan peralatan yang masih sederhana, dan masih bersifat *home industry*. Pada saat Belanda mengalami kekalahan perang atas tentara Jepang, kedudukan Belanda di Indonesia diganti oleh Jepang. Pada masa kedudukan Jepang, pabrik Gula Kremboong tidak hanya digunakan untuk memproduksi gula saja, tetapi juga digunakan untuk pembuatan senjata perang. Pada saat perang dunia II antar Jepang melawan Sekutu, Jepang mengalami kekalahan sehingga terjadi kevakuman kekuasaan di negara Indonesia sehingga pada tahun 1945 Indonesia memproklamasikan kemerdekaannya. Selanjutnya Pabrik Gula yang dikuasai oleh Jepang diambil alih oleh Indonesia. Pada saat itu PG. Kremboong belum dapat memproduksi gula karena situasi negara yang masih belum stabil. Pada tahun 1957, saat terjadi perebutan Irian Barat, semua perusahaan di Indonesia yang dikuasai oleh bangsa asing

diambil alih oleh bangsa Indonesia. Pada tahun itu kepengurusan PG Kremboong ditangani oleh Kementerian Perkebunan dengan nama Perusahaan Negara Perkebunan (PNP). Kemudian pada tahun 1973 PNP diubah lagi menjadi PTP (Perseroan Terbatas Perkebunan). Dengan terbentuknya PTP ini maka PNP XXI dan PNP XXII dilebur menjadi satu yaitu PTP XXI-XXII. PG Kremboong Sidoarjo adalah bagian dari PTP XXI-XXII, sampai kemudian diadakan penggabungan dalam PTPN. Terdapat beberapa PTPN yang berada dalam negeri dan salah satunya adalah PTPN X yang bergerak dalam pengolahan tebu menjadi gula. PTPN X bertugas mengawasi kinerja 11 pabrik gula yang berada di wilayah Jawa Timur. Salah satunya adalah PG Kremboong Sidoarjo yang terletak di dusun Krembung kecamatan Krembung Jawa Timur.

Bahan baku utama proses produksi gula di PG Kremboong Sidoarjo adalah tebu. Tebu yang diolah sebagian besar diperoleh dari masyarakat dengan kapasitas 80% dan sisanya berasal dari PG Kremboong Sidoarjo sendiri. PG Kremboong Sidoarjo memproduksi gula utama SHS IA dan tetes dengan kapasitas giling  $\pm$  2400 ton tebu per hari. Alat yang digunakan pada proses produksi gula antara lain alat angkut, timbangan, penggilingan, peralatan pemurnian, peralatan penguapan, peralatan kristalisasi, peralatan pengeringan, dan peralatan pengepakan. Proses pengolahan tebu menjadi gula di PG kremboong Sidoarjo terdiri dari beberapa tahapan berikut ini.

Stasiun persiapan diadakan sebagai sarana penyediaan bahan baku utama maupun bahan baku pembantu. Aktivitas yang dilakukan di stasiun ini adalah menimbang bahan baku utama berupa tebu dan bahan baku pembantu berupa air, asam pospat, susu kapur dan gas belerang ( $\text{SO}_2$ ). Hal ini bertujuan untuk menghindari kekurangan bahan baku pada saat proses produksi gula berlangsung. Tebu yang sudah ditimbang akan dibawa ke stasiun penggilingan dengan menggunakan lori.

Proses penggilingan di PG Kremboong Sidoarjo berlangsung sebanyak 4 tahapan. Tahap pertama, tebu ditarik oleh kren unloading dibawa ke meja tebu kemudian dijatuhkan ke *Can Ca-*

*rier I* lalu dipotong-potong dengan menggunakan mesin *Can Cutter I* dan *Can Catter II* dengan ukuran 4-5 cm. Selanjutnya dibawa ke *Can Carrier II* menuju unigrator. Di unigrator terdapat 42 *Hummer Tip* yang berfungsi untuk memipihkan tebu menjadi serabut agar mudah untuk diekstraksi. Serabut tebu yang dihasilkan dibawa oleh intermediet ke gilingan I, II, III dan berakhir di gilingan IV. Pada masing-masing gilingan tersebut akan ditambahkan air ambibisi yang berfungsi untuk melarutkan gula yang masih terdapat dalam ampas tebu. Sehingga dihasilkan nira mentah dan ampas tebu yang kemudian akan dibawa oleh cakar utama ke wadah penampungan ampas.

Nira mentah hasil gilingan IV akan masuk ke talang getar menuju ke juice tank I dialirkan ke PP I (pemanas pendahuluan I) dengan suhu  $75-80^{\circ}$  C. Disini akan ditambahkan asam pospat, susu kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dan gas belerang. Asam phospat digunakan untuk mempermudah pengendapan nira. Susu kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) digunakan untuk mendapatkan sakarosa dalam nira semaksimal mungkin, menetralkan nira, mencegah terjadinya perpecahan nira, menghilangkan kotoran dalam nira dalam bentuk endapan. Sedangkan gas belerang ( $\text{SO}_2$ ) digunakan untuk menetralsisir kelebihan susu kapur, serta menyerap zat warna pada nira. Setelah itu dialirkan ke tanki reaktor dan dibawa ke mix juice tank II lalu dialirkan ke PP II dengan suhu  $90-100^{\circ}$  dan kemudian masuk ke flash tank. Di flash tank ada penambahan amiflow yang berfungsi untuk menangkap koloid yang terlarut sehingga dihasilkan nira kotor (blotong) yang merupakan ampas hasil endapan dan nira jernih. Nira jernih yang dihasilkan dibawa ke PP III dengan suhu  $90-100^{\circ}$  dan kemudian dialirkan ke penguapan.

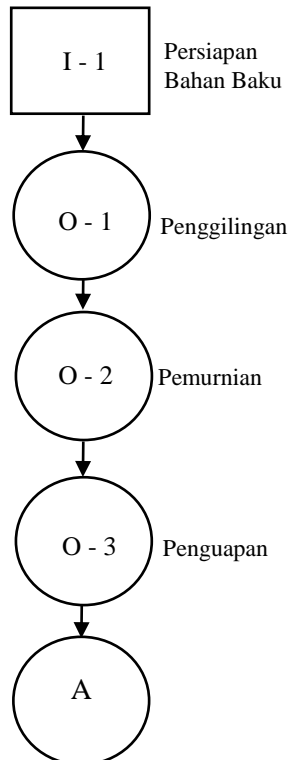
Pada stasiun penguapan terdapat 7 BP (badan penguapan) yang berfungsi untuk menekan kadar air yang terkandung dalam nira jernih. Proses penguapan pada stasiun ini menggunakan sistem *Quadrafel Effect* yaitu sistem parallel dan sistem seri. Sistem parallel digunakan pada BP nomor  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $II_A$ , dan  $II_B$  secara bergantian apabila salah satu dari BP tersebut dibersihkan (*skrap*), BP lainnya dapat digunakan. Pada BP nomor  $I_A$ ,  $I_B$  uap yang yang

digunakan adalah uap bekas turbin, namun untuk BP nomor II<sub>A</sub>, II<sub>B</sub> menggunakan uap nira. Sedangkan untuk sistem seri, digunakan pada BP nomor II, IV, dan V uap yang digunakan pada BP tersebut adalah uap nira dari BP sebelumnya. Pada stasiun ini dihasilkan nira kental dan uap nira. Nira kental dialirkan menuju ke stasiun masakan dan uap nira difungsikan sebagai pemanas Pan masakan.

Pada stasiun masakan terdapat dua jenis pan masakan yaitu pan masakan A dan Pan Masakan D. Pan masakan A terdiri dari pan 6,7 dan 8 dan pan masakan D terdiri dari pan 1 dan pan 2, sedangkan pan 3 dan pan 4 sebagai masakan air. Masing-masing pan masakan berfungsi untuk mengkristalkan nira kental dengan bantuan uap air, uap bekas dan uap baru. Dalam setiap pan masakan terjadi tahap pemekatan nira yakni pemanasan nira sampai melewati titik jenuh hingga membentuk kristal sukrosa. Nira mentah yang tidak dapat mengkristal akan dialirkan ke stasiun puteran untuk diproses selanjutnya.

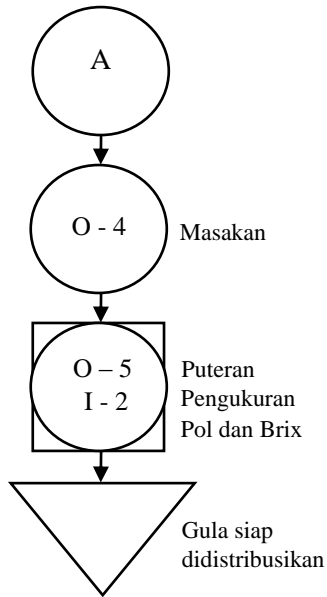
Stasiun puteran berfungsi untuk memisahkan gula dan bukan gula kandungan nira kental. Pada stasiun ini terdapat dua bagian pemisahan yaitu pemisahan masakan A dan pemisahan masakan D. Pemisahan masakan A menggunakan sistem HGF (*High Grade Fugal*) dengan cara penambahan air panas pada masakan A sebelum memasuki puteran dan selanjutnya akan melalui proses puteran dengan sistem HGF. Setelah melalui sistem HGF, gula yang dihasilkan berupa produk gula SHS (*Super High Sugar*) yaitu gula putih dengan kelas IA dan hasil samping berupa stroop A. Selanjutnya, pemisahan masakan D menggunakan sistem puteran LGF (*Low Grade Fugal*) dengan cara penambahan air dingin pada masakan D sebelum memasuki puteran dan selanjutnya akan melalui proses puteran dengan sistem LGF. Setelah melalui sistem puteran LGF, maka akan dihasilkan gula berupa klare D1 dan D2 dan hasil samping berupa tetes. Hasil samping berupa stroop A akan diolah kembali sedangkan tetes akan dialirkan menuju ke wadah penyimpanan tetes.

Gula berjenis SHS (*Super High Sugar*) hasil puteran sistem HGF dialirkan melewati *Grasshoper* (talang goyang) menuju *Dryer* (alat pengering) yang memiliki suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dan kemudian melewati *Cooler* yang memiliki suhu  $30^{\circ}\text{C}$  sehingga diperoleh gula yang kering. Gula yang telah kering dipisahkan dengan menggunakan alat *Vibrating Screen* sehingga dihasilkan gula halus, gula kerikil dan gula produk. Gula halus dan gula kerikil akan dilebur kembali sedangkan gula produk akan dibawa elevator menuju ke *sugar bin* lalu akan dikemas dengan karung. Kemudian ditimbang dengan ukuran yang sama seberat 50 kg lalu dibawa ke gudang penyimpanan gula.



**Gambar 2.1** Peta Proses Produksi Gula





**Gambar 2.1** Peta Proses Produksi Gula (Lanjutan)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang diperoleh dari departemen *quality control* PG Kremboong Sidoarjo. Unit penelitian adalah tetes sedangkan objek yang diteliti adalah Pol dan Brix. Pengamatan karakteristik kualitas Pol dan Brix dilakukan tiap selang waktu satu jam berdasarkan *shift* kerja. Subgrup dalam penelitian ini adalah per-jam karena sampel yang diteliti menghasilkan pengukuran yang berbeda tiap selang waktu satu jam dimana ukuran subgrup adalah satu. Ukuran subgroup ditentukan satu ( $n=1$ ) karena sampel yang diteliti bersifat homogen. Pengambilan sampel dibagi atas tiga *shift* kerja. *Shift* kerja pertama bekerja jam 06.00 – 13.00, *shift* kerja kedua bekerja jam 14.00 – 21.00 dan *shift* kerja ketiga bekerja jam 22.00 – 05.00. Sehingga dalam satu hari dilakukan pengambilan sampel sebanyak 24. Sampel yang digunakan dalam diagram kontrol fase 1 yaitu pada tanggal 1 – 30 September 2015 sebanyak 720 pengamatan sedangkan pada fase 2 yaitu pada tanggal 1 – 26 Oktober 2015 sebanyak 624 pengamatan. Pemilihan sampel pada fase 1 dan 2 didasarkan pada proses produksi gula yang berlangsung pada bulan Mei – Oktober 2015. Hasil penjumlahan produksi gula setiap bulan akan dijadikan sebagai kapasitas produksi gula pada periode giling tahun 2015.

**Tabel 3.1** Struktur Data Penelitian

Pengamatan (i)	Karakteristik Kualitas	
	% Pol	% Brix
1	$X_{11}$	$X_{12}$
2	$X_{21}$	$X_{22}$
3	$X_{31}$	$X_{32}$
⋮	⋮	⋮
720	$X_{720.1}$	$X_{720.2}$

Keterangan:

$i$  = pengamatan perjam berdasarkan *shift* kerja

$X_{720.1}$  = nilai pengamatan ke-720 untuk karakteristik kualitas Pol

$X_{720.2}$  = nilai pengamatan ke-720 untuk karakteristik kualitas Brix

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah karakteristik kualitas tetes yang dihasilkan pada stasiun puteran PG Kremboong Sidoarjo. Karakteristik kualitas tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 3.2** Variabel Penelitian

No	Karakteristik Kualitas	Satuan	Batas Spesifikasi
1	Pol	%	27,8 – 29,1
2	Brix	%	87,0 – 90,0

Berikut ini merupakan penjelasan dari karakteristik kualitas yang ditampilkan pada Tabel 3.2.

1. Pol merupakan kadar gula dalam tetes diukur menggunakan polarimeter dengan satuan %. Batas spesifikasi Pol yang ditetapkan oleh PG Kremboong Sidoarjo sebesar 27,8 – 29,1
2. Brix merupakan zat kering yang terlarut dalam tetes yang diukur menggunakan brix weiger dengan satuan %. Batas spesifikasi Brix yang ditetapkan oleh PG Kremboong Sidoarjo sebesar 87,0 – 90,0

Persentase kehilangan gula di stasiun puteran sistem LGF diukur berdasarkan persentase Pol dan Brix yang terdapat dalam kandungan tetes. Semakin tinggi persentase Pol yang diikuti dengan penurunan persentase Brix akan memperbesar volume gula yang hilang untuk setiap kali proses produksi. Namun, jika persentase Pol semakin rendah yang diikuti dengan peningkatan persentase Brix akan menurunkan volume gula yang hilang untuk setiap kali proses produksi. Persentase kadar gula dalam tetes diketahui dari hasil pengukuran harkat kemurnian tetes (HK) melala-

lui perhitungan persentase Pol dibagi dengan persentase brix dikali 100 %.

### 3.3 Langkah Analisis Data

Langkah analisis pengendalian kualitas tetes di PG Kremboong Sidoarjo yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik kualitas Pol dan Brix dengan statistik deskriptif
2. Melakukan pengujian korelasi karakteristik kualitas Pol dan Brix
3. Pengontrolan variabilitas proses menggunakan diagram kontrol MEWMV berikut ini.

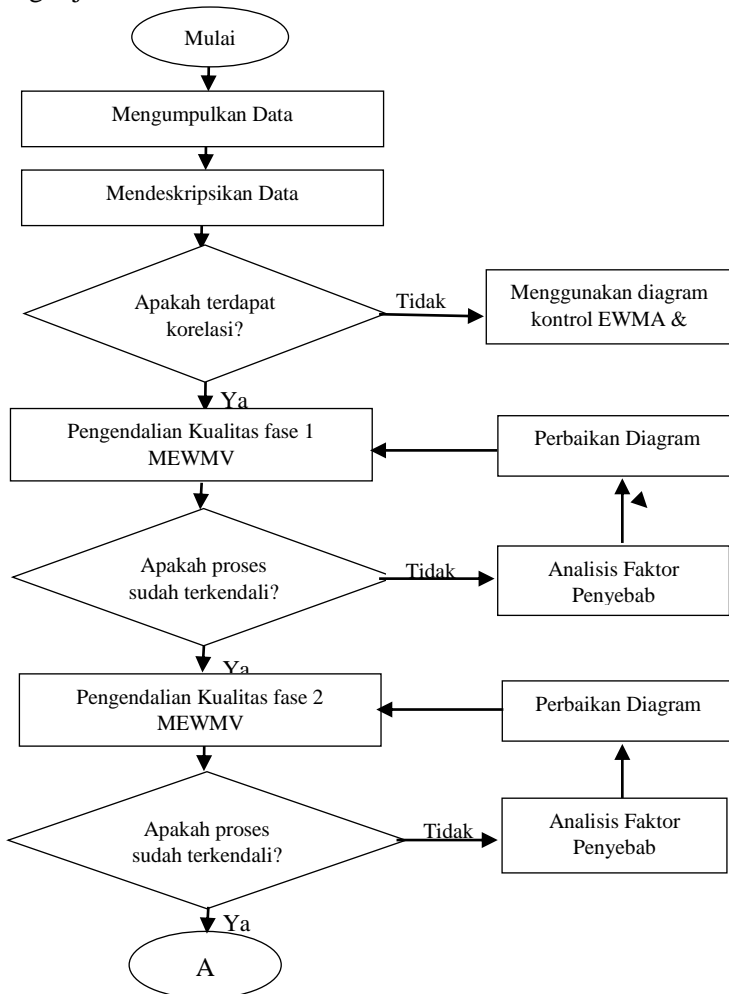
Fase 1 adalah untuk membangun batas kontrol MEWMV menggunakan data periode September 2015

- i. Membuat vektor  $X = [x_1, x_2, \dots, x_t]^T$
- ii. Membuat matriks diagonal C berukuran  $t \times t$  dengan  $\omega$  sebagai elemennya,  $\omega$  merupakan pembobot yang ditetapkan
- iii. Menghitung matriks  $Y_t$  berdasarkan persamaan (5)
- iv. Membuat matriks M yang merupakan matriks segitiga bawah ukuran  $t \times t$  dengan  $\lambda$  sebagai elemennya,  $\lambda$  merupakan pembobot yang ditetapkan
- v. Menghitung matrix  $V_t$  berdasarkan persamaan (7)
- vi. Menghitung matriks Q berdasarkan persamaan (8)
- vii. Menghitung nilai  $tr(V_t)$  berdasarkan persamaan (9)
- viii. Menghitung nilai  $E[tr(V_t)]$  berdasarkan persamaan (10)
- ix. Menghitung nilai  $Var[tr(V_t)]$  berdasarkan persamaan (11)
- x. Menghitung nilai BKB dan BKA diagram kontrol MEWMV berdasarkan persamaan (12)
- xi. Memplotkan nilai  $tr(V_t)$  dengan berbagai kombinasi pembobot  $\lambda$  dan  $\omega$  yang sudah ditetapkan
- xii. Memilih pembobot  $\lambda$  dan  $\omega$  diagram kontrol MEWMV yang paling optimum

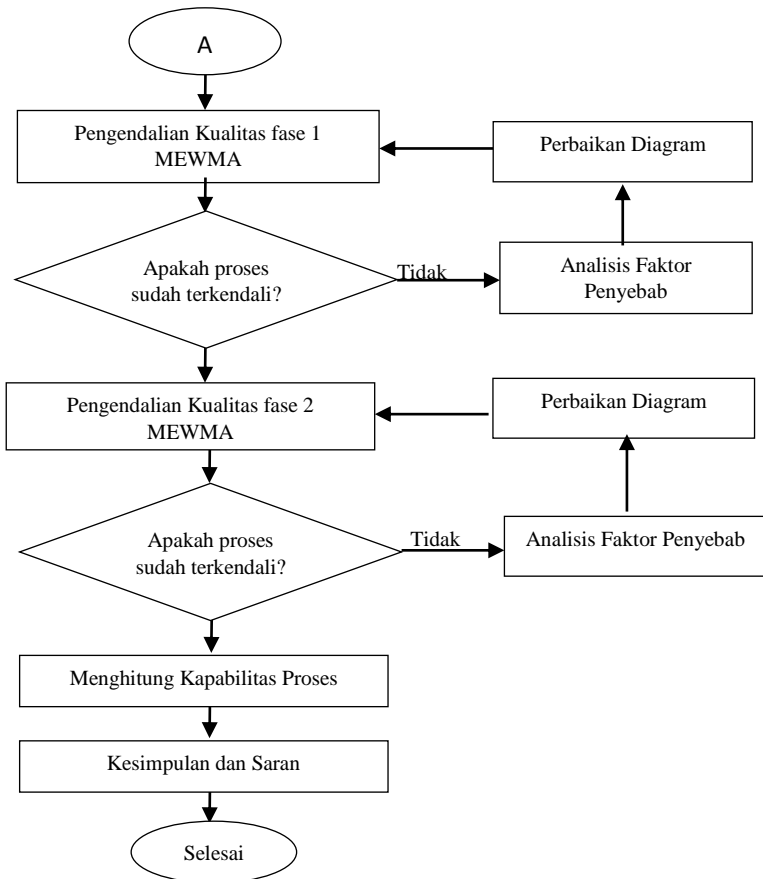
- Fase 2 adalah untuk memonitoring proses menggunakan data periode Oktober 2015
- xiii. Perhitungan i – viii menggunakan pembobot  $\lambda$  dan  $\omega$  yang paling optimum
  - xiv. Memplotkan nilai  $tr(V_i)$  dengan pembobot  $\lambda$  dan  $\omega$  yang paling optimum
4. Pengontrolan *mean* proses menggunakan diagram kontrol MEWMA berikut ini.
- Fase 1 adalah untuk membangun batas kontrol MEWMA menggunakan data periode September 2015
- i. Membuat matrix data pengamatan X berukuran  $t \times 2$
  - ii. Menghitung matrix  $Z_i$  berdasarkan persamaan (13)
  - iii. Menghitung matrix varian kovarian data pengamatan X berukuran  $2 \times 2$
  - iv. Menghitung nilai  $T^2$  berdasarkan persamaan (14)
  - v. Menghitung matriks varian kovarian  $Z_i$  berukuran  $2 \times 2$  berdasarkan persamaan (15)
  - vi. Memplotkan nilai  $T^2$  dengan BKB=0 dan BKA=H yang diperoleh berdasarkan pembobot  $\lambda$  yang sudah ditetapkan pada diagram kontrol MEWMA
  - vii. Memilih pembobot  $\lambda$  diagram kontrol MEWMA yang optimum
- Fase 2 adalah untuk memantau proses menggunakan data periode Oktober 2015
- viii. Perhitungan i – iv menggunakan pembobot  $\lambda$  yang paling optimum
  - ix. Memplotkan nilai  $T^2$  dengan pembobot  $\lambda$  yang paling optimum
5. Menghitung kapabilitas proses tetes
6. Kesimpulan dan saran berdasarkan analisis deskriptif, pengontrolan fase 1 dan fase 2 diagram kontrol MEWMA dan MEWMV serta analisis kapabilitas proses.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan tahapan penelitian proses produksi tetes yang berlangsung di PG Kremboong Sidoarjo yang dijabarkan berikut ini.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Penelitian mengenai pengendalian proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo periode giling bulan September – Oktober akan dijelaskan dalam analisis dan pembahasan bab ini. Pada saat pengukuran kualitas tetes diketahui terdapat dua karakteristik kualitas yang diteliti yaitu Pol dan Brix. Langkah analisis pertama yang dilakukan adalah menguji korelasi antara kedua karakteristik kualitas tersebut. Selanjutnya, dilakukan pendeskripsian data karakteristik kualitas Pol dan Brix menggunakan statistik deskriptif. Apabila terdapat korelasi antara kedua karakteristik kualitas tersebut maka akan dilanjutkan dengan pengendalian variabilitas dan rata-rata proses produksi tetes. Pengendalian variabilitas proses dilakukan dengan menggunakan diagram kontrol MEWMV dimana syntax program ditampilkan pada Lampiran E. Selanjutnya, pengendalian rata-rata proses produksi tetes dilakukan dengan menggunakan diagram kontrol MEWMA dimana syntax program ditampilkan pada Lampiran F. Proses pengendalian kualitas tetes dilakukan melalui dua fase analisis yaitu fase 1 dan fase 2.

Pengendalian kualitas tetes fase 1 bertujuan untuk membangun batas kendali sehingga akan diperoleh diagram kontrol yang paling optimum dalam mendeteksi pergeseran proses. Apabila semua pengamatan telah berada dalam batas kendali maka akan dilanjutkan ke analisis fase 2. Namun, jika terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali maka akan dilakukan identifikasi mengenai penyebab pengamatan tersebut tidak terkendali. Penyebab suatu proses tidak terkendali dapat diketahui dari *assignable causes* dan *common causes* yang terdapat dalam proses. *Assignable causes* merupakan penyebab khusus yang terdapat dalam proses dan harus dikendalikan. *Common causes* merupakan penyebab umum yang melekat dalam proses dimana tidak dapat dihindarkan dan tidak dapat dikendalikan. Apabila diketahui terdapat *assignable causes* dalam proses maka pengamatan yang berada diluar batas kendali dapat dikeluarkan hingga proses mencapai



*in control*. Data yang digunakan pada analisis diagram kontrol fase 1 adalah periode giling bulan September 2015.

Pengendalian kualitas tetes pada fase 2 dilakukan dengan menggunakan parameter diagram kontrol yang sudah terkendali pada fase 1. Hal ini bertujuan untuk memantau proses produksi tetes pada periode giling bulan Oktober 2015 apakah sudah terkendali atau tidak. Apabila proses sudah terkendali maka batas kontrol yang digunakan pada analisis fase 2 dapat digunakan untuk memantau proses produksi tetes pada periode selanjutnya. Namun, apabila terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali maka akan dilakukan identifikasi mengenai penyebab pengamatan tersebut tidak terkendali. Jika diketahui *assignable causes* terdapat dalam proses maka dilakukan perbaikan diagram kontrol dengan mengeluarkan pengamatan yang berada diluar batas kendali.

Berdasarkan hasil pengendalian kualitas tetes pada fase 2 maka data pengamatan yang sudah terkendali akan digunakan untuk perhitungan capabilitas proses. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah proses produksi tetes sudah berjalan sesuai dengan batas spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan (*capable*) atau tidak.

#### 4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas Tetes

Deskripsi karakteristik kualitas tetes merupakan gambaran umum hasil produksi tetes secara statistik. Gambaran umum karakteristik kualitas tetes meliputi rata-rata, varians, nilai minimum dan nilai maksimum. Karakteristik kualitas tetes yang diamati terdiri dari Pol dan Brix pada periode giling bulan September – Oktober 2015. Berikut ini merupakan hasil deskripsi Pol dan Brix menggunakan metode statistik.

**Tabel 4.1** Karakteristik Kualitas Tetes

Bulan	Karakteristik Kualitas	Batas Spesifikasi	Rata-Rata	Varians	Min	Max
September	Pol	27,9 – 29,1	30,06	0,539	24,6	35,3
	Brix	87,0 – 90,0	90,08	1,385	84,6	93,6
Oktober	Pol	27,9 – 29,1	29,80	0,343	26,4	32,9
	Brix	87,0 – 90,0	89,55	1,745	84,6	92,6

Tabel 4.1 memuat periode giling yang berlangsung di PG Kremboong sidoarjo yaitu bulan September – Oktober pada kolom pertama. Karakteristik kualitas tetes berupa Pol dan brix dapat dilihat pada kolom kedua. Selanjutnya, batas spesifikasi Pol dan Brix yang ditetapkan oleh perusahaan terdapat pada kolom ketiga. Kolom keempat dan kelima memuat rata-rata dan varians karakteristik kualitas tetes. Kemudian pada kolom keenam dan ketujuh terdapat nilai minimum dan maksimum Pol dan Brix.

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa batas spesifikasi Pol dan Brix yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 27,9 – 29,1 dan 87,0 – 90,0. Rata-rata karakteristik kualitas Pol pada bulan September sebesar 30,06 dan Brix sebesar 90,08 sedangkan rata-rata karakteristik kualitas Pol pada bulan Oktober sebesar 29,80 dan Brix sebesar 89,55. Diketahui bahwa rata-rata karakteristik kualitas Brix pada bulan September – Oktober berada diluar batas spesifikasi. Demikian juga dengan rata-rata karakteristik kualitas Pol pada bulan September yang berada diluar batas spesifikasi sedangkan pada bulan Agustus berada di dalam batas spesifikasi. Selanjutnya, apabila ditinjau dari variansi Pol dan Brix diketahui bahwa Pol memiliki variansi terbesar pada bulan September yaitu sebesar 0,359 sedangkan Brix pada bulan Oktober yaitu sebesar 1,745. Jika dilihat dari nilai minimum dan maksimum Pol dan Brix pada bulan September – Oktober, kedua variabel tersebut berada diluar batas spesifikasi yang ditetapkan perusahaan.

#### **4.2 Uji Korelasi Karakteristik Kualitas Tetes**

Langkah pertama yang perlu diketahui dalam melakukan analisis adalah asumsi data harus terpenuhi sesuai dengan metode statistika yang digunakan. Pada penerapan diagram kontrol multivariat, asumsi data yang harus dipenuhi adalah terdapat korelasi antara karakteristik kualitasnya. Dalam penelitian ini, terdapat dua karakteristik kualitas tetes yaitu Pol dan Brix sehingga perlu dilakukan pengujian korelasi terhadap kedua karakteristik kualitas tersebut. Data pengamatan karakteristik kualitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah periode giling bulan Septem-

ber – Oktober. Berikut ini merupakan hipotesis pengujian korelasi *Pearson* dengan tingkat signifikansi  $\alpha$  (0,0027).

$H_0 : \rho = 0$  (tidak terdapat korelasi antara karakteristik kualitas)

$H_1 : \rho \neq 0$  (terdapat korelasi antara karakteristik kualitas)

Daerah kritis tolak  $H_0$  jika  $t$  hitung  $> t_{\alpha,df}$  dimana  $df = t - 2$

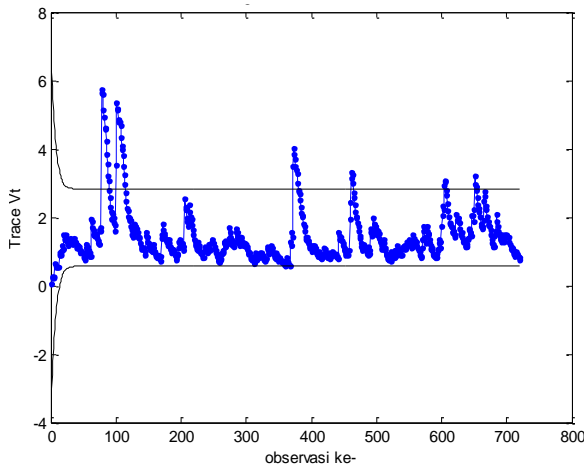
Berdasarkan hasil pengujian korelasi *pearson* diperoleh nilai  $t$  hitung sebesar 20,060 dan  $t_{0,0027,1342}$  sebesar 3,006. Nilai  $t$  hitung  $> t_{0,0027,1342}$  yang berarti tolak  $H_0$  sehingga disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara karakteristik kualitas Pol dan Brix. .

### 4.3 Analisis Variabilitas dan Rata-Rata Fase 1

Analisis variabilitas dan rata-rata fase 1 dilakukan dengan menggunakan diagram kontrol MEWMV dan MEWMA. Penerapan diagram kontrol fase 1 bertujuan untuk menentukan batas kendali dengan memilih pembobot yang paling optimum mendekati pergeseran variabilitas dan rata-rata proses produksi tetes. Data pengamatan yang digunakan dalam analisis ini adalah periode giling bulan September 2015.

#### 4.3.1 Penerapan Diagram Kontrol MEWMV Fase 1

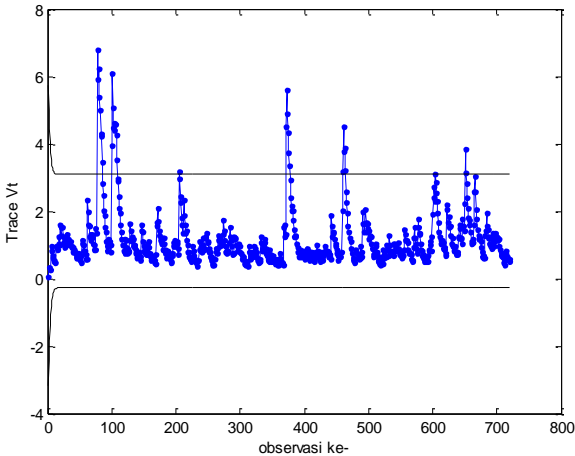
Diagram kontrol MEWMV digunakan untuk mendeteksi pergeseran variabilitas proses yang kecil. Penerapan diagram kontrol ini dilakukan dengan mengkombinasikan nilai pembobot  $0 < \lambda < 1$  dan  $0 < \omega < 1$  yang telah ditetapkan dalam perhitungan nilai ARL (Huwang and Arthur, 2007). Pada diagram kontrol MEWMV terdapat garis vertikal yang merupakan nilai  $tr(V_t)$  dari hasil perhitungan sedangkan garis horizontal merupakan observasi. Demikian juga dengan batas kendali dalam diagram kontrol ini, dimana batas kendali atas dan bawah dimiliki oleh masing-masing nilai  $tr(Vt)$ . Data yang diteliti pada periode giling September 2015 sebanyak 720 pengamatan. Berikut ini merupakan hasil pengendalian variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 1.



**Gambar 4.1** Diagram Kontrol MEWMAV Fase 1  $\omega = 0,1; \lambda = 0,1$

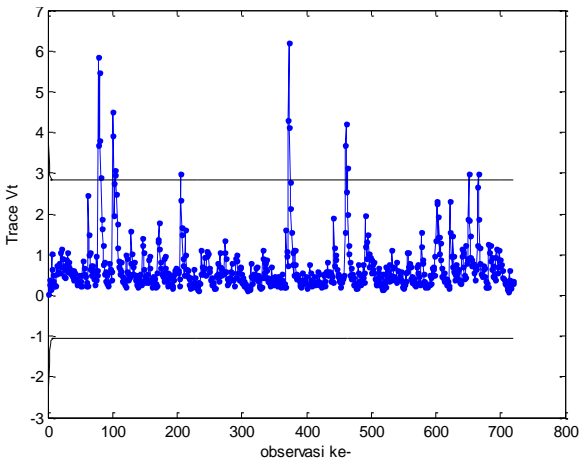
Gambar 4.1 merupakan hasil pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMAV fase 1 dengan nilai pembobot  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,1$ . Berdasarkan hasil analisis tersebut diketahui banyaknya data yang berada di luar batas kendali adalah 45 pengamatan. Masing-masing nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali dapat dilihat pada Lampiran H. Sehingga disimpulkan bahwa variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo periode giling September 2015 dengan nilai pembobot  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,1$  belum terkendali secara statistik.

Selanjutnya, pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMAV fase 1 dengan nilai pembobot  $\omega = 0,2$  dan  $\lambda = 0,2$  dapat dilihat pada Gambar 4.2. Hasil analisis diagram kontrol tersebut menunjukkan bahwa secara statistik proses variabilitas produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo berada dalam keadaan *out of control*. Hal ini diketahui dari sejumlah pengamatan yang berada diluar batas kendali diagram kontrol. Jumlah data yang berada diluar batas kendali sebanyak 31 pengamatan dimana nilai-nilai pengamatan tersebut ditampilkan pada Lampiran H.



**Gambar 4.2** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\omega = 0,2; \lambda = 0,2$

Pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA pada fase 1 dengan pembobot  $\omega = 0,4$  dan  $\lambda = 0,4$  ditampilkan berikut ini.

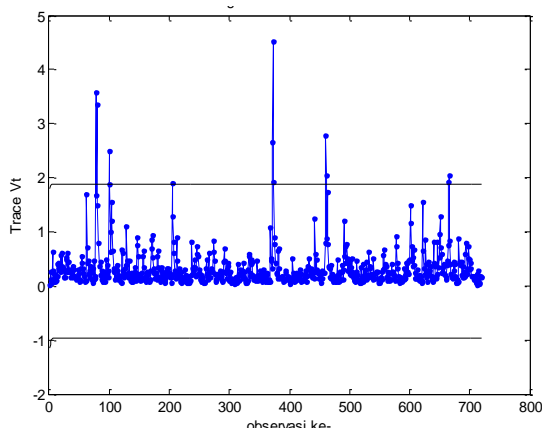


**Gambar 4.3** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\omega = 0,4; \lambda = 0,4$

Gambar 4.3 menunjukkan sebaran nilai  $tr(Vt)$  diagram kontrol MEWMA fase 1. Diketahui terdapat 18 pengamatan yang

berada diluar batas kendali dimana nilai-nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran H. Sehingga disimpulkan bahwa variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali secara statistik pada periode giling bulan September 2015.

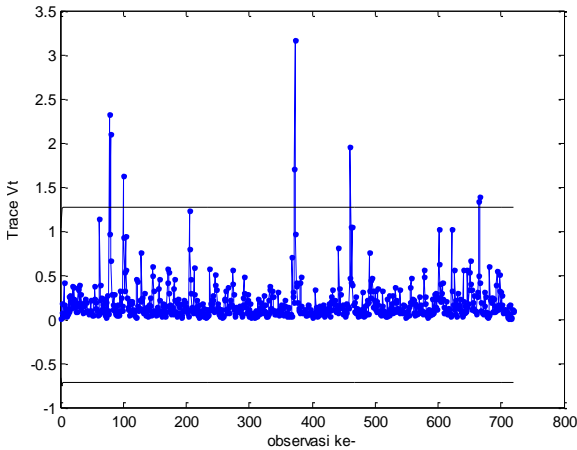
Pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 1 tetap dilakukan dengan nilai pembobot yang lebih besar. Tujuan akhir analisis ini adalah untuk mengetahui diagram kontrol MEWMV yang paling sensitif dalam mendeteksi pergeseran variabilitas proses. Berikut ini merupakan hasil analisis variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 1 dengan nilai pembobot  $\omega = 0,6$  dan  $\lambda = 0,6$ .



**Gambar 4.4** Diagram Kontrol MEWMV Fase 1  $\omega = 0,6; \lambda = 0,6$

Hasil analisis pada Gambar 4.4 diketahui terdapat 11 pengamatan yang berada diluar batas kendali. Masing-masing nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran H. Hasil analisis tersebut memberikan gambaran yang sama dengan analisis diagram kontrol sebelumnya. Sejumlah pengamatan masih berada diluar batas kendali. Dengan demikian, secara statistik variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo periode giling bulan September 2015 berada dalam keadaan *out of control*.

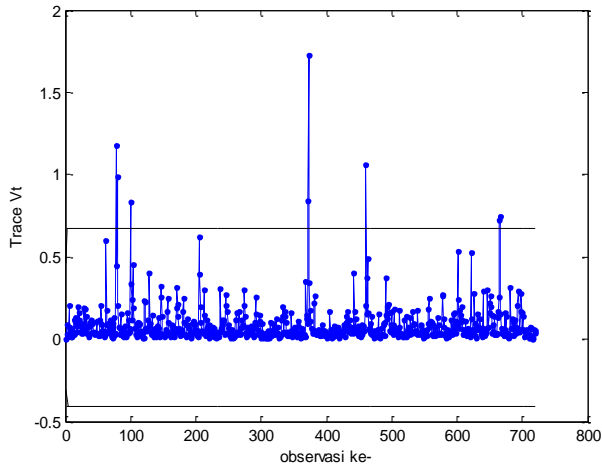
Selanjutnya, pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 1 dengan pembobot  $\omega=0,7$  dan  $\lambda=0,7$  dapat dilihat sebagai berikut.



**Gambar 4.5** Diagram Kontrol MEWMV Fase 1  $\omega=0,7$ ;  $\lambda=0,7$

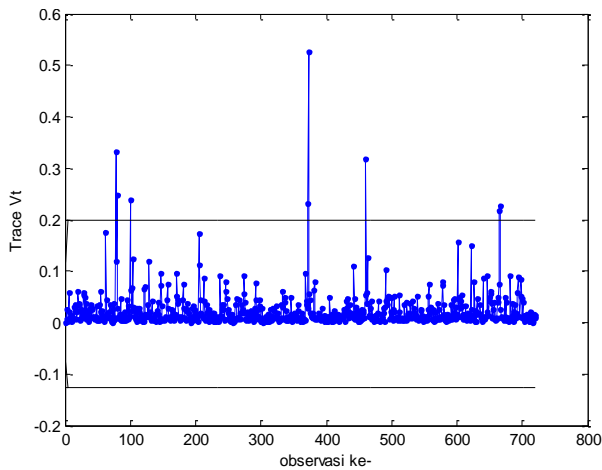
Sebaran nilai  $tr(Vt)$  pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali secara statistik. Hal ini diketahui dari data pengamatan yang masih berada diluar batas kendali sebanyak 8 pengamatan. Masing-masing nilai pengamatan tersebut ditampilkan pada Lampiran H.

Analisis pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 1 dengan pembobot  $\omega=0,8$  dan  $\lambda=0,8$  ditampilkan pada Gambar 4.6. Hasil analisis tersebut menggambarkan proses yang sama dengan diagram kontrol sebelumnya dimana masih terdapat sejumlah pengamatan yang berada diluar batas kendali. Diketahui jumlah data yang berada diluar batas kendali sebanyak 8 pengamatan. Nilai-nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran H. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali secara statistik pada periode giling bulan September 2015.



**Gambar 4.6** Diagram Kontrol MEWMAV Fase 1  $\omega = 0,8; \lambda = 0,8$

Selanjutnya pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMAV fase 1 dengan pembobot terbesar ditampilkan berikut ini.



**Gambar 4.7** Diagram Kontrol MEWMAV Fase 1  $\omega = 0,9; \lambda = 0,9$

Gambar 4.7 menunjukkan variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali secara statistik de-



ngan pembobot  $\omega = 0,9$  dan  $\lambda = 0,9$ . Jumlah data yang berada diluar batas kendali sebanyak 8 pengamatan. Masing-masing nilai pengamatan tersebut ditampilkan pada Lampiran H.

Pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 1 dengan berbagai kombinasi nilai pembobot  $\omega$  dan  $\lambda$  sudah dilakukan. Gambaran umum yang diperoleh berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo periode giling bulan September 2015 belum terkendali secara statistik. Langkah selanjutnya adalah menentukan diagram kontrol yang paling sensitif dalam mendeteksi pergeseran variabilitas proses produksi tetes. Hal ini dilakukan pada masing-masing diagram kontrol dengan perhitungan nilai  $tr(Vt)$  maksimum dikurangi batas kendali atas (BKA) maksimum yang diperoleh dari hasil analisis. Diagram kontrol yang memiliki selisih nilai terkecil akan menjadi pendeteksi pergeseran proses yang paling sensitif. Berikut merupakan hasil perhitungan nilai  $tr(Vt)$  maksimum dikurangi BKA maksimum pada masing-masing diagram kontrol dengan nilai pembobot yang berbeda.

**Tabel 4.2** Perhitungan  $tr(Vt)$  maksimal – BKA maksimal

$\omega$	$\lambda$	L	BKA maksimal	Tr(Vt) maksimal	Tr(Vt) maksimal – BKA maksimal
0,1	0,1	2,8725	6,274	5,740	0,534
	0,2	2,8738	4,959	4,197	0,762
	0,3	2,8800	3,802	3,213	0,589
	0,4	2,8838	2,796	2,419	0,377
	0,5	2,8900	1,945	1,737	0,208
	0,6	2,8975	1,247	1,923	0,676
	0,7	2,9038	0,723	0,733	0,010
	0,8	2,9138	0,313	0,356	0,043
	0,9	2,9238	0,080	0,096	0,016
0,2	0,1	3,4725	7,246	9,761	2,515
	0,2	3,4775	5,731	6,786	1,055
	0,3	3,4850	4,395	4,890	0,495
	0,4	3,8850	3,517	5,104	1,587

**Tabel 4.2** Perhitungan  $\text{tr}(\text{Vt})$  maksimal – BKA maksimal (Lanjutan)

$\omega$	$\lambda$	L	BKA maksimal	Tr(Vt) maksimal	Tr(Vt) maksimal – BKA maksimal
0,2	0,5	3,5075	2,254	2,915	0,661
	0,6	3,5175	1,446	2,054	0,608
	0,7	3,5275	0,815	1,272	0,457
	0,8	3,5350	0,366	0,622	0,256
	0,9	3,5394	0,100	0,171	0,071
0,3	0,1	3,8675	7,885	13,803	5,918
	0,2	3,8725	6,327	9,554	3,317
	0,3	3,8800	4,782	6,601	1,819
	0,4	3,8850	3,517	5,104	1,587
	0,5	3,9000	2,450	3,942	1,492
	0,6	3,9100	1,571	3,799	2,228
	0,7	3,9291	0,887	1,744	0,857
	0,8	3,9413	0,410	0,857	0,447
	0,9	3,9413	0,109	0,237	0,128
0,4	0,1	4,1625	8,363	17,766	9,403
	0,2	4,1675	6,614	12,291	5,677
	0,3	4,1788	5,075	8,500	3,425
	0,4	4,1875	3,735	6,186	2,451
	0,5	4,1900	2,595	4,821	2,226
	0,6	4,2050	1,666	3,449	1,783
	0,7	4,2088	0,954	2,162	1,208
	0,8	4,2150	0,454	1,069	0,615
	0,9	4,2250	0,122	0,296	0,174
0,5	0,1	4,4000	8,748	21,663	12,915
	0,2	4,4000	6,912	15,001	8,089
	0,3	4,4050	5,297	10,393	5,096
	0,4	4,4150	3,899	7,151	3,252
	0,5	4,4225	2,711	5,576	2,865
	0,6	4,4225	1,735	4,019	2,284
	0,7	4,4300	1,041	2,536	1,495
	0,8	4,4350	0,502	1,260	0,758
	0,9	4,4350	0,139	0,351	0,212
0,6	0,1	4,5875	9,052	25,518	16,466
	0,2	4,5925	7,158	17,700	10,542

**Tabel 4.2** Perhitungan  $\text{tr}(\text{Vt})$  maksimal – BKA maksimal (Lanjutan)

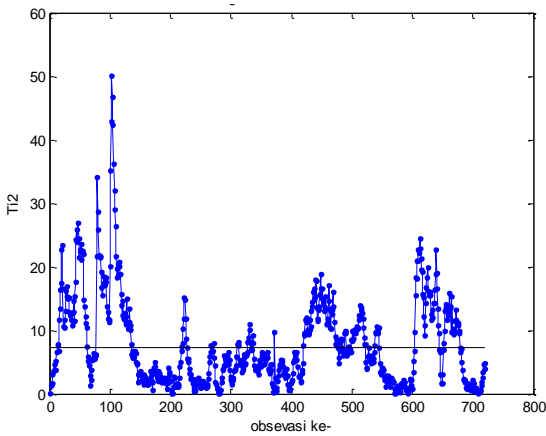
$\omega$	$\lambda$	L	BKA maksimal	Tr(Vt) maksimal	Tr(Vt) maksimal – BKA maksimal
0,7	0,3	4,5875	5,476	12,2879	6,8119
	0,4	4,5938	4,028	8,472	4,444
	0,5	4,6013	2,801	6,215	3,414
	0,6	4,6000	1,886	4,516	2,63
	0,7	4,5975	1,152	2,868	1,716
	0,8	4,6000	0,560	1,433	0,873
	0,9	4,5975	0,560	1,443	0,883
	0,1	4,7281	9,280	29,354	20,074
	0,2	4,7313	7,336	20,401	13,065
	0,3	4,7288	5,614	0,9604	4,6535
	0,4	4,7325	4,127	9,803	5,676
	0,5	4,7350	3,030	6,738	3,708
	0,6	4,7450	2,093	4,940	2,847
	0,7	4,7250	1,273	3,160	1,887
	0,8	4,7225	0,617	1,588	0,971
	0,9	4,7100	0,170	0,447	0,277
0,8	0,1	4,8313	9,448	33,185	23,737
	0,2	4,8281	7,460	23,111	15,651
	0,3	4,8313	5,724	16,108	10,384
	0,4	4,8313	4,481	11,143	6,662
	0,5	4,8359	3,333	7,488	4,155
	0,6	4,8250	2,291	5,288	2,997
	0,7	4,8188	1,393	3,411	2,018
	0,8	4,8063	0,673	1,726	1,053
	0,9	4,8004	0,185	0,488	0,303
0,9	0,1	4,8953	9,550	37,017	27,467
	0,2	4,8900	7,720	25,830	18,11
	0,3	4,8900	6,265	18,034	11,769
	0,4	4,8900	4,897	12,492	7,595
	0,5	4,8950	3,637	8,400	4,763
	0,6	4,8813	2,494	5,560	3,066
	0,7	4,8725	1,512	3,620	2,108
	0,8	4,8638	0,729	1,846	1,117
	0,9	4,8475	0,199	0,525	0,326

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan kombinasi berbagai nilai pembobot diperoleh 81 hasil perhitungan diagram kontrol MEWMV fase 1. Semua diagram kontrol tersebut menghasilkan proses yang sama yaitu variabilitas produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo bulan September 2015 belum terkendali secara statistik. Masing-masing nilai pengamatan yang berada di luar batas kendali dapat dilihat pada Lampiran H.

Hasil perhitungan pada Tabel 4.1 diketahui bahwa selisih nilai terkecil dari perhitungan  $tr(Vt)$  maksimum dikurangi BKA sebesar 0,010. Sehingga nilai pembobot yang paling optimum dalam mendeteksi pergeseran variabilitas proses produksi tetes adalah  $\lambda = 0,7$ ,  $\omega = 0,1$  dan  $L = 2,9038$  sebagai lebar batas kendali. Selanjutnya, pembobot optimum tersebut akan digunakan sebagai batas kendali dalam diagram kontrol MEWMV fase 2. Pengendalian proses pada fase 2 bertujuan untuk memonitoring variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling bulan berikutnya.

#### 4.3.2 Penerapan Diagram Kontrol MEWMA Fase 1

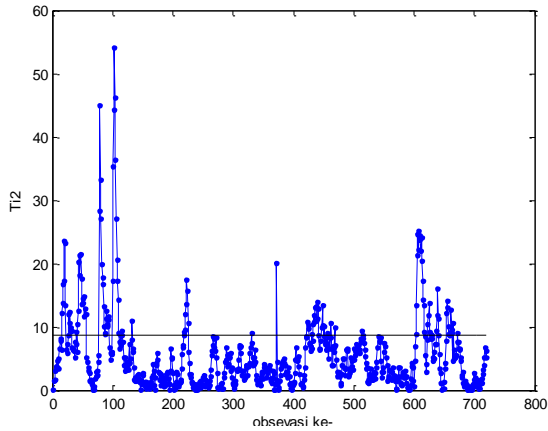
Diagram kontrol MEWMA digunakan untuk mendeteksi pergeseran rata-rata proses yang kecil. Pada penerapan diagram ini digunakan nilai pembobot  $0 < \lambda < 1$  yang telah ditetapkan pada perhitungan nilai ARL (Montgomery, 2005). Selanjutnya, akan diperoleh pembobot yang optimum dalam mendeteksi pergeseran rata-rata proses produksi tetes. Garis vertikal yang terdapat dalam diagram kontrol MEWMA merupakan nilai  $T^2$  hasil perhitungan dari persamaan (14) sedangkan garis horizontal adalah observasi. Batas kendali atas sebesar nilai H yang diperoleh sesuai dengan nilai pembobot  $\lambda$  yang sudah ditetapkan sebelumnya dan batas kendali bawah sebesar 0. Data yang diteliti pada fase 1 diagram kontrol MEWMA adalah periode giling bulan September 2015 sebanyak 720 pengamatan. Berikut ini merupakan hasil pengendalian rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan berbagai nilai pembobot  $\lambda$ .



**Gambar 4.8** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,05$

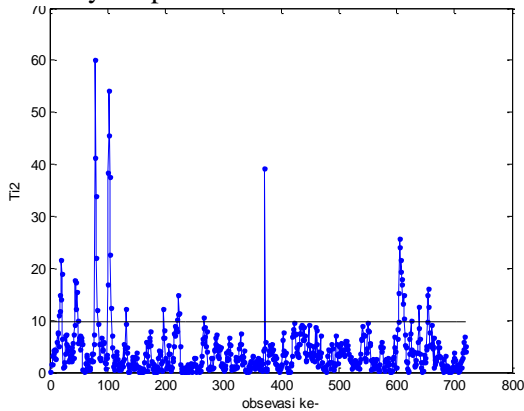
Gambar 4.8 merupakan hasil analisis rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan pembobot  $\lambda = 0,05$  dan H sebesar 7,35. Banyaknya data yang berada diluar batas kendali adalah 294 pengamatan dimana masing-masing nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran L. Dengan demikian, rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan nilai pembobot  $\lambda = 0,05$  belum terkendali secara statistik.

Selanjutnya analisis pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan pembobot  $\lambda = 0,1$  dapat dilihat pada Gambar 4.9. Hasil analisis tersebut manunjukkan gambaran sama dengan diagram kontrol sebelumnya dimana masih banyak pengamatan yang berada diluar batas kendali sebesar 8,64. Jumlah data yang berada diluar batas kendali sebanyak 130 pengamatan dimana masing-masing nilai pengamatan tersebut ditampilkan pada Lampiran H. Sehingga disimpulkan rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 1 pada periode giling bulan September 2015 belum terkendali secara statistik.



**Gambar 4.9** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,1$

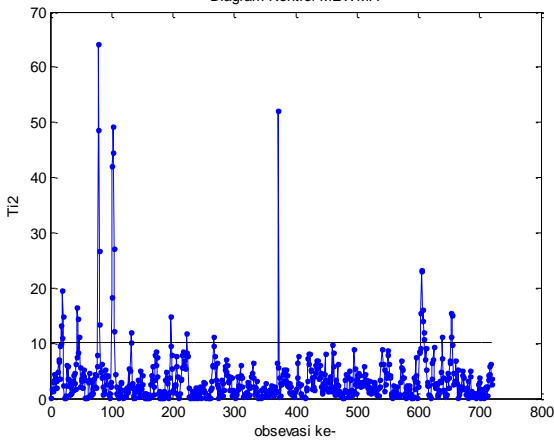
Analisis yang telah dilakukan dengan pembobot  $\lambda = 0,05$  dan  $\lambda = 0,1$  menunjukkan hasil yang sama yaitu rata-rata proses produksi tetes berada dalam keadaan *out of control*. Dengan membandingkan hasil analisis kedua diagram kontrol tersebut diketahui bahwa fluktuasi data semakin berkurang. Selanjutnya dilakukan pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan nilai pembobot  $\lambda = 0,2$  dan hasilnya dapat dilihat berikut ini.



**Gambar 4.10** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,2$

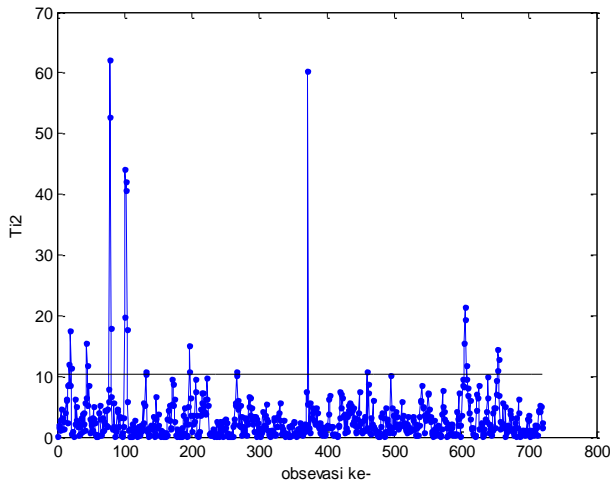
Hasil analisis pada Gambar 4.10 dengan pembobot  $\lambda = 0,2$  menunjukkan fluktuasi data yang semakin kecil jika dibandingkan dengan pembobot  $\lambda = 0,05$  dan  $\lambda = 0,1$ . Jumlah data yang berada diluar batas kendali atas sebesar 9,65 adalah 47 pengamatan. Masing-masing nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran L. Sehingga disimpulkan bahwa secara statistik rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo berada dalam keadaan *out of control*.

Selanjutnya, pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan pembobot  $\lambda = 0,3$  ditampilkan pada Gambar 4.11. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali secara statistik. Diketahui terdapat 23 pengamatan yang berada diluar batas kendali atas sebesar 10,08. Masing-masing nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran L.



**Gambar 4.11** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,3$

Langkah selanjutnya adalah pembuatan diagram kontrol dengan nilai pembobot yang lebih besar. Berikut ini merupakan pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan pembobot  $\lambda = 0,4$ .

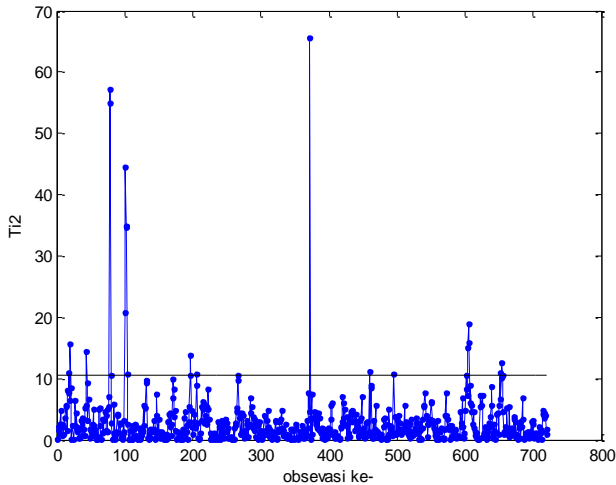


**Gambar 4.12** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,4$

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 4.12 diketahui bahwa rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali secara statistik. Hal ini dapat dilihat dari sejumlah pengamatan yang masih berada diluar batas kendali atas sebesar 10,31. Jumlah data yang berada diluar batas kendali sebanyak 24 pengamatan dimana masing-masing nilai pengamatan tersebut ditampilkan pada Lampiran L. Selain itu, dapat juga dilihat bahwa fluktuasi data yang semakin kecil jika dibandingkan dengan hasil diagram kontrol sebelumnya. Gambaran tersebut hampir sama dengan hasil analisis yang dilakukan oleh pihak QC PG Kremboong Sidoarjo. Proses produksi tetes yang berlangsung sudah dikendalikan sehingga sangat sedikit pengamatan yang tidak terkendali.

Selanjutnya, pengendalian rata-rata proses produksi tetes tetap berlangsung dengan nilai pembobot yang semakin besar. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pembobot yang paling optimum dalam mendeteksi pergeseran rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling bulan September 2015. Berikut ini merupakan hasil analisis pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan pembobot  $\lambda = 0,5$ .

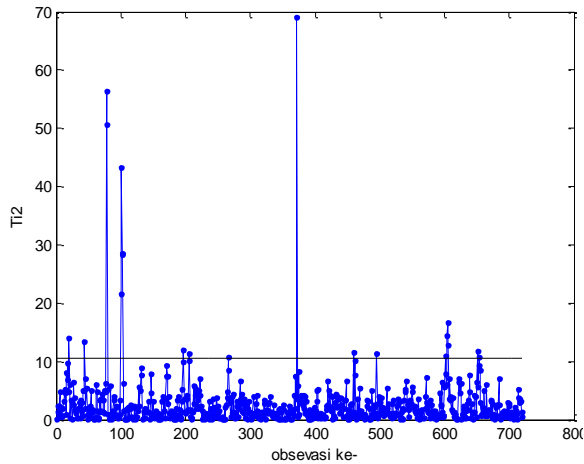




**Gambar 4.13** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,5$

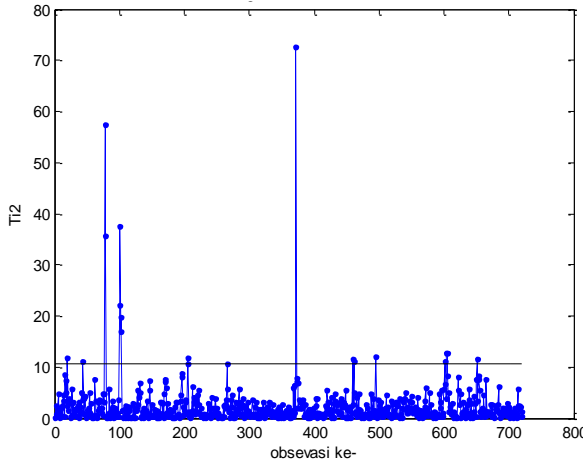
Hasil analisis pada Gambar 4.13 menunjukkan gambaran yang sama dengan diagram kontrol sebelumnya. Rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo berada dalam keadaan *out of control*. Hal ini diketahui dari pengamatan yang masih berada diluar batas kendali sebesar 10,44. Banyaknya data yang berada diluar batas kendali adalah 25 pengamatan. Masing-masing nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran L.

Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase1 dengan pembobot  $\lambda = 0,6$ . Hasil analisis diagram kontrol tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.14. Diketahui batas kendali atas diagram kontrol sebesar 10,52. Banyaknya data pengamatan yang berada diluar batas kendali adalah 20 pengamatan yang ditampilkan pada Lampiran L. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pengamatan yang berada diluar batas kendali semakin sedikit sejalan dengan pembobot yang semakin besar. Pengamatan yang masih berada diluar batas kendali mencerminkan rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada fase1 periode giling bulan September 2015 berada dalam keadaan *out of control*.



**Gambar 4.14** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,6$

Selanjutnya, pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan nilai pembobot  $\lambda = 0,8$  dapat dilihat pada Gambar 4.15.



**Gambar 4.15** Diagram Kontrol MEWMA Fase 1  $\lambda = 0,8$

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali secara statistik. Hal ini diketahui dari data pengamatan yang masih be-

rada diluar batas kendali atas sebesar 10,58. Data pengamatan yang menyebabkan proses dalam keadaan *out of control* sebanyak 19 pengamatan dimana nilai-nilai pengamatan tersebut dapat dilihat pada Lampiran L.

Pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan berbagai kombinasi nilai pembobot  $\lambda$  sudah dilakukan. Berdasarkan hasil analisis tersebut diketahui bahwa secara statistik rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo periode giling 2015 berada dalam keadaan *out of control*. Langkah selanjutnya adalah menentukan diagram kontrol dengan pembobot yang paling optimum dalam mendeteksi pergeseran rata-rata proses. Kesensitipan diagram kontrol MEWMA dideteksi dengan perhitungan nilai  $T^2$  maksimum dikurangi batas kendali atas (BKA) maksimum. Berikut ini merupakan hasil perhitungan nilai  $T^2$  maksimum dikurangi BKA maksimum.

**Tabel 4.3** Perhitungan  $T^2$  maksimal – BKA maksimal

$\lambda$	BKA	Banyak titik keluar	$T^2$ maksimal	$T^2$ maksimal – BKA maksimal
0,05	7,35	294	50,08	42,73
0,1	8,64	130	54,08	45,44
0,2	9,65	47	60,13	50,48
0,3	10,08	34	64,19	54,11
0,4	10,31	26	62,20	51,89
0,5	10,44	25	65,52	55,08
0,6	10,52	20	69,05	58,53
0,8	10,58	19	72,58	62

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa nilai terkecil dari perhitungan  $T^2$  maksimal dikurangi BKA maksimal sebesar 42,73 dengan pembobot  $\lambda = 0,05$ . Jumlah data yang berada diluar batas kendali sebanyak 294 pengamatan. Sehingga diperoleh suatu gambaran bahwa pembobot  $\lambda = 0,05$  adalah nilai pembobot yang paling optimum dalam mendeteksi rata-rata pergeseran proses produksi tetes. Namun hal tersebut perlu dipertimbangkan karena

pengamatan yang berada diluar batas kendali masih terlalu banyak. Hasil analisis tersebut tidak mencerminkan proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo yang sudah dikendalikan sesuai dengan batas spesifikasi. Sehingga banyaknya pengamatan yang berada diluar batas spesifikasi perusahaan relatif sedikit. Demikian halnya dengan fluktuasi data yang relatif kecil karena proses pengendalian yang dilakukan oleh perusahaan. Berdasarkan kriteria perusahaan tersebut maka hasil analisis diagram kontrol MEWMA fase 1 dengan pembobot  $\lambda = 0,8$  adalah paling sesuai menggambarkan proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.12 dimana jumlah pengamatan yang keluar batas kendali sedikit dan fluktuasi data yang relatif kecil. Setelah diperoleh pembobot optimum pada pengendalian proses produksi tetes fase 1 maka dilanjutkan ke fase 2. Pembobot optimum  $\lambda = 0,8$  yang diperoleh pada fase 1 akan digunakan sebagai pembobot dalam fase 2. Pengendalian proses fase 2 bertujuan untuk memantau rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling berikutnya.

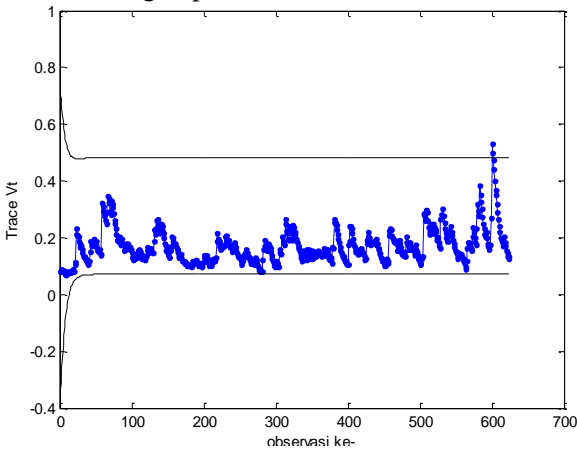
#### **4.4 Analisis Variabilitas dan Rata-Rata Fase 2**

Analisis variabilitas dan rata-rata fase 2 dilakukan dengan menggunakan pembobot optimum yang diperoleh dari diagram kontrol MEWMV dan MEWMA fase 1. Data pengamatan yang digunakan dalam analisis ini adalah periode giling bulan Oktober 2015 sebanyak 624 pengamatan. Apabila pada analisis fase 2 ditemukan pengamatan yang berada diluar batas kendali maka akan dilakukan identifikasi penyebab tidak terkendalinya pengamatan tersebut. Jika terdapat *assignable causes* dalam proses maka pengamatan yang berada diluar batas kendali dapat dikeluarkan hingga proses mencapai *in control*. Analisis pengendalian variabilitas proses produksi tetes dilakukan terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pengendalian rata-rata proses. Setelah diperoleh variabilitas dan rata-rata proses pada fase 2 terkendali maka dilanjutkan dengan perhitungan kapabilitas proses. Perhitungan kapabilitas proses dilakukan untuk mengetahui apakah proses

produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling bulan Oktober 2015 sudah sesuai dengan batas spesifikasi yang ditetapkan (*capable*) atau tidak.

#### 4.4.1 Penerapan Diagram Kontrol MEWMV Fase 2

Diagram kontrol MEWMV fase 2 dibangun berdasarkan parameter yang diperoleh dari fase 1 yaitu  $\lambda = 0,7$ ,  $\omega = 0,1$ . Parameter tersebut digunakan untuk memonitoring variabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo periode giling bulan Oktober 2015. Berikut ini merupakan hasil analisis pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 2 dengan pembobot  $\lambda = 0,7$  dan  $\omega = 0,1$ .



**Gambar 4.16** Diagram Kontrol MEWMV Fase 2  $\omega = 0,1$ ;  $\lambda = 0,7$

Gambar 4.16 menunjukkan sebaran nilai  $tr(Vt)$  dimana diketahui terdapat 2 pengamatan yang berada diluar batas kendali dan salah satunya adalah pengamatan ke-600. Apabila ditinjau pada perusahaan maka pengamatan ke 600 merupakan sampel yang diambil oleh pekerja *shift* pagi pada tanggal 25 Oktober pukul 05.00 s/d 06.00. Berdasarkan hasil analisis tersebut, disimpulkan bahwa variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 2 dengan pembobot optimum belum terkendali secara statistik.

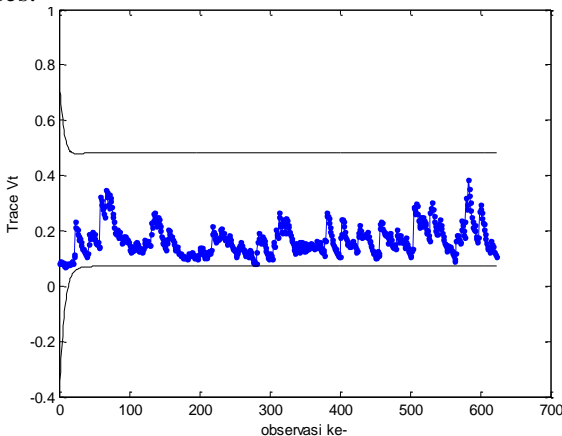
#### 4.4.2 Identifikasi Faktor Penyebab *Out of Control*

Pengamatan yang berada diluar batas kendali mengakibatkan proses dalam keadaan *out of control*. Sehingga untuk mencapai proses *in control* maka harus dilakukan identifikasi penyebab pengamatan tersebut tidak terkendali. Jika diketahui penyebab khusus (*assignable causes*) terdapat dalam proses maka pengamatan tersebut dapat dikeluarkan. Namun, apabila terdapat penyebab umum (*common causes*) dalam proses maka penyebab tersebut tidak dihiraukan dan tidak dapat dikendalikan. Penyebab proses *out of control* diidentifikasi melalui pengamatan yang telah dilakukan di PG Kremboong Sidoarjo. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kualitas tebu yang digiling seperti tebu muda dan tebu layu (*daduk*). Tebu muda dapat menyebabkan harkat kemurnian (HK) tetes yang rendah. Sedangkan tebu layu dapat mengakibatkan gula yang diolah di stasiun puteran menjadi tetes semua karena sulit untuk dikristalkan. Selanjutnya, dapat disebabkan oleh Sistem Operasional Pabrik (SOP) yang ditetapkan sebelum masa giling tidak dilakukan dengan benar. Misalkan penambahan bahan baku pembantu di stasiun pemurnian tidak sesuai dengan takaran yang ditentukan. Demikian juga dengan ketidaksiplinan pekerja terutama pada saat *shift* malam yang sudah mulai jenuh dan kantuk. Kemampuan karyawan yang belum mumpuni atau masih belum sesuai harapan. Selain itu, dapat juga disebabkan oleh kesalahan pembacaan nilai Pol pada alat Polarimeter dan Brix pada alat Brixweiger, cara pengambilan sampel, dan kalibrasi alat. Penger-tian kalibrasi alat adalah alat digunakan pada saat pengukuran Pol dan Brix tidak sesuai standard. Hal tersebut bisa terjadi karena alat yang digunakan sudah tua dan juga karena pengaruh suhu tetes yang tinggi. Kemudian faktor penyebab *out of control* dapat juga diakibatkan oleh *setting* dan *maintenance* mesin yang tidak sesuai. Kesalahan setting awal mesin dapat terjadi pada pengaturan temperatur di stasiun masakan dan *power* yang dibutuhkan untuk penggilingan tebu di stasiun gilingan. Selain itu, kesalahan juga dapat terjadi pada stasiun puteran dimana puteran mesin LGF dan HGF harus mencapai 600-800 rpm. Berdasarkan ketera-

ngan tersebut, diketahui hanya terdapat *assignable causes* dalam proses produksi tetes sehingga langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan proses.

#### 4.4.3 Perbaikan Diagram Kontrol MEWMV Fase 2

Perbaikan diagram kontrol dilakukan dengan mengeluarkan pengamatan yang berada diluar batas kendali hingga proses terkendali. Langkah perbaikan tersebut bisa dilakukan setelah diidentifikasi *assignable causes* terdapat dalam proses produksi tetes. Pada penerapan diagram kontrol MEWMV fase 2, perbaikan proses dilakukan dengan mengeluarkan pengamatan ke 600. Berikut merupakan hasil analisis pengendalian variabilitas proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMV fase 2 dengan pembobot  $\lambda = 0,7$  dan  $\omega = 0,1$  setelah dilakukan perbaikan proses.



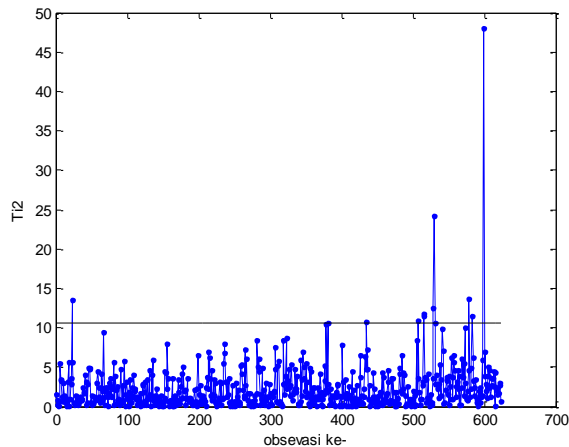
**Gambar 4.17** Diagram Kontrol MEWMV Fase 2  $\omega = 0,1; \lambda = 0,7$   
Setelah Perbaikan Pengulangan 1

Hasil analisis pada Gambar 4.17 menunjukkan bahwa variabilitas proses produksi tetes sudah terkendali secara statistik setelah pengamatan yang berada diluar batas kendali dikeluarkan. Nilai-nilai pengamatan yang berada di dalam diagram kontrol tersebut dapat dilihat pada lampiran J.

#### 4.4.4 Penerapan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali

Analisis diagram kontrol MEWMA fase 2 bertujuan untuk memonitoring rata-rata proses produksi tetes pada periode Oktober 2015. Penerapan diagram kontrol tersebut berdasarkan variabilitas proses produksi tetes yang sudah terkendali. Parameter yang digunakan berasal dari pembobot optimum dari hasil analisis diagram kontrol MEWMA fase 1 yaitu  $\lambda = 0,8$ .

Berikut ini merupakan pengendalian rata-rata proses produksi tetes PG Kremboog Sidoarjo dengan menggunakan pembobot optimum.



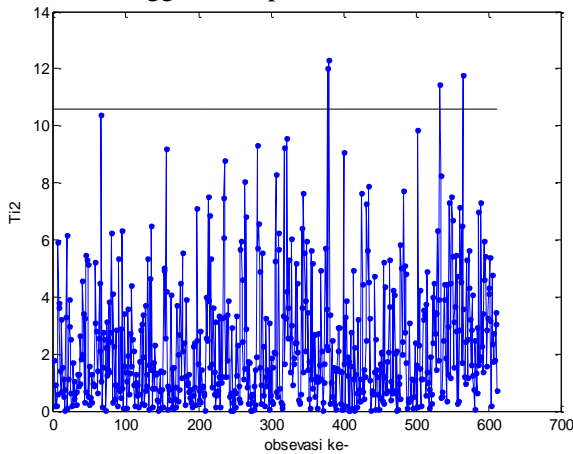
**Gambar 4.18** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali  $\lambda = 0,8$

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 4.18 diketahui terdapat 11 pengamatan yang berada diluar batas kendali dan salah satunya adalah pengamatan ke 435. Apabila ditinjau pada perusahaan maka pengamatan ke 435 merupakan sampel yang diambil oleh pekerja *shift* pagi pada tanggal 18 Oktober pukul 08.00 s/d 09.00. Nilai-nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali dapat dilihat pada Lampiran N. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proses produksi tetes PG Kremboog sidoarjo pada bulan Oktober 2015 belum terkendali secara statistik.



#### 4.4.5 Perbaikan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali

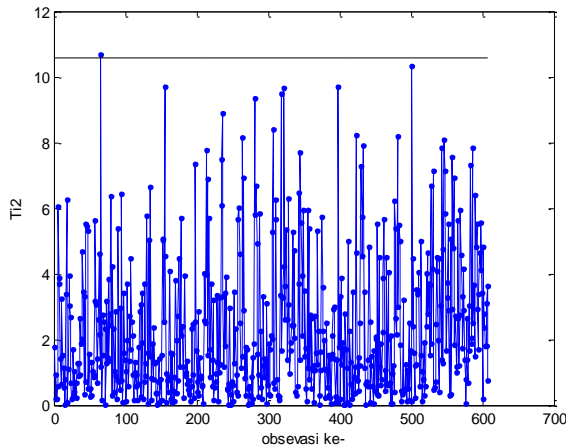
Rata-rata proses produksi tetes berada dalam keadaan *out of control* diketahui karena terdapat *assignable causes* dalam proses. Langkah perbaikan diagram kontrol dilakukan dengan mengeluarkan semua pengamatan yang berada diluar batas kendali. Berikut ini merupakan hasil perbaikan pengulangan 1 diagram kontrol MEWMA fase 2 menggunakan pembobot  $\lambda = 0,8$ .



**Gambar 4.19** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali Setelah Perbaikan Pengulangan 1  $\lambda = 0,8$

Gambar 4.19 mencerminkan rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling bulan Oktober 2015 belum terkendali secara statistik. Hal ini diketahui dari data yang berada diluar batas kendali sebanyak 4 pengamatan dan salah satunya adalah pengamatan ke 378. Apabila diaplikasikan pada perusahaan maka pengamatan ke 378 merupakan sampel yang diambil oleh pekerja *shift* malam pada tanggal 16 Oktober 2015 pukul 23.00 s/d 24.00.

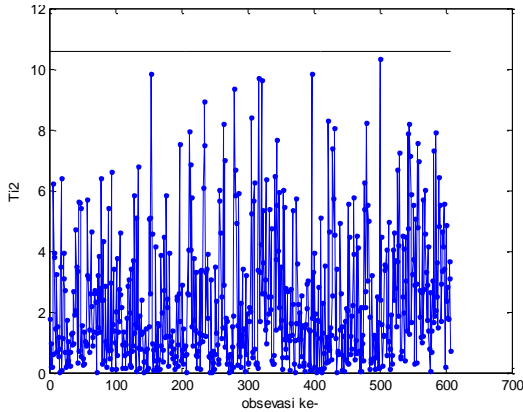
Selanjutnya, dilakukan perbaikan pengulangan kedua pada diagram kontrol MEWMA fase 2 dengan menggunakan pembobot  $\lambda = 0,8$  seperti berikut ini.



**Gambar 4.20** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali Setelah Perbaikan Pengulangan 2  $\lambda = 0,8$

Hasil analisis pada Gambar 4.20 diketahui hanya pengamatan ke 66 yang berada diluar batas kendali. Pengamatan tersebut mencerminkan sampel yang diambil oleh pekerja *shift* malam pada tanggal 3 Oktober pukul 22.00 s/d 23.00 di PG Kremboong sidoarjo. Sehingga disimpulkan bahwa rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling bulan Oktober 2015 masih berada dalam keadaan *out of control*.

Perbaikan proses sampai dengan pengulangan kedua belum mencapai keadaan *in control* . Langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan pengulangan ketiga pada diagram kontrol dengan pembobot  $\lambda = 0,8$  . Hasil perbaikan proses tersebut ditampilkan pada Gambar 4.21. Rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling bulan Oktober 2015 sudah terkendali secara statistik. Hal ini dapat diketahui dari semua pengamatan yang sudah berada di dalam batas kendali. Data pengamatan tersebut ditampilkan pada Lampiran O. Pada penerapan diagram kontrol MEWMA fase 2 dengan variabilitas terkendali diketahui rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo mencapai *in control* setelah melakukan perbaikan proses sebanyak tiga kali pengulangan.

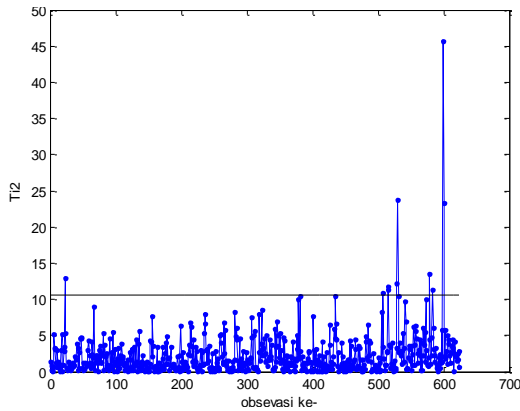


**Gambar 4.21** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Terkendali Setelah Perbaikan Pengulangan 3  $\lambda = 0,8$

#### 4.4.6 Penerapan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali

Penerapan diagram kontrol MEWMA fase 2 dilakukan dengan menggunakan pembobot optimum yang diperoleh dari fase 1. Hal ini bertujuan untuk memonitoring rata-rata proses produksi tetes dimana variabilitas proses belum terkendali pada periode giling Oktober 2015.

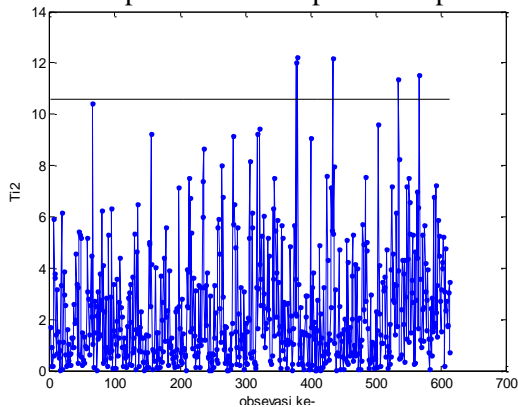
Hasil analisis pengendalian rata-rata proses produksi tetes menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 2 dengan pembobot optimum  $\lambda = 0,8$  dapat dilihat pada Gambar 4.22. Dari hasil analisis tersebut diketahui terdapat 10 pengamatan yang berada diluar batas kendali dan salah satunya adalah pengamatan ke 23. Apabila ditinjau pada perusahaan maka pengamatan ke 23 merupakan sampel yang diambil oleh pekerja *shift* pagi pada tanggal 1 Oktober pukul 04.00 s/d 05.00. Masing-masing nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali dapat dilihat pada lampiran Q. Dengan demikian, secara statistik rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo dengan menggunakan diagram kontrol MEWMA fase 2 pada periode giling bulan Oktober 2015 berada dalam keadaan out of *control*.



**Gambar 4.22** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali  $\lambda = 0,8$

#### 4.4.7 Perbaikan Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali

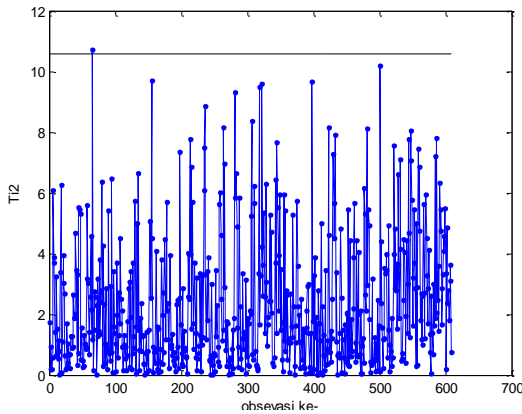
Rata-rata proses produksi tetes pada Gambar 22 belum terkendali secara statistik. Perbaikan diagram kontrol dilakukan dengan mengeluarkan semua pengamatan yang berada diluar batas kendali setelah diidentifikasi terdapat *assignable causes* dalam proses. Berikut analisis pengendalian rata-rata proses produksi tetes dengan pembobot optimum setelah perbaikan proses.



**Gambar 4.23** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali  $\lambda = 0,8$  Setelah Perbaikan Pengulangan 1

Gambar 4.23 menunjukkan bahwa hasil analisis rata-rata proses produksi tetes setelah dilakukan perbaikan pengulangan 1 berada dalam keadaan *out of control*. Dari hasil perhitungan diketahui terdapat 5 pengamatan yang berada diluar batas kendali dan salah satunya adalah pengamatan ke 154. Apabila diaplikasikan pada kondisi pabrik maka pengamatan ke 154 merupakan sampel yang diambil oleh pekerja *shift* siang pada tanggal 7 Oktober pukul 15.00 s/d 16.00. Nilia-nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali dapat dilihat pada lampiran Q. Solusi perbaikan pengulangan 1 belum menghasilkan rata-rata proses produksi tetes yang terkendali sehingga akan dilakukan perbaikan proses dengan pengulangan selanjutnya.

Berikut ini merupakan hasil perbaikan pengulangan kedua diagram kontrol MEWMA fase 2 dengan pembobot optimum.

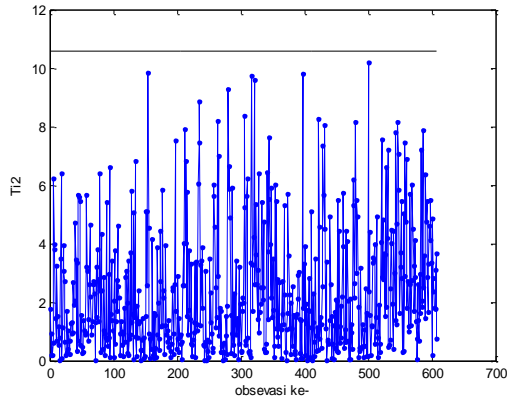


**Gambar 4.24** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali  $\lambda = 0,8$  Setelah Perbaikan Pengulangan 2

Hasil perbaikan proses pada Gambar 4.24 diketahui hanya pengamatan ke 67 yang berada diluar batas kendali. Apabila diaplikasikan pada kondisi pabrik maka pengamatan ke 67 merupakan sampel yang diambil oleh pekerja *shift* malam pada tanggal 3

Oktober pukul 23.00 s/d 24.00. Berdasarkan analisis tersebut disimpulkan bahwa secara statistik rata-rata proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo pada periode giling bulan Oktober 2015 berada dalam keadaan *out of control* setelah dilakukan perbaikan pengulangan kedua.

Selanjutnya dilakukan perbaikan pengulangan ketiga pada diagram kontrol MEWMA fase 2 dengan pembobot  $\lambda = 0,8$  dan hasilnya dapat dilihat berikut ini.



**Gambar 4.25** Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Variabilitas Tidak Terkendali  $\lambda = 0,8$  Setelah Perbaikan Pengulangan 3

Hasil analisis pada Gambar 4.25 menunjukkan semua pengamatan sudah berada di dalam batas kendali. Sehingga rata-rata proses produksi tetes PG Kreemboong Sidoarjo pada periode giling bulan Oktober 2015 sudah terkendali secara statistik setelah dilakukan perbaikan pengulangan ketiga. Masing-masing nilai pengamatan yang berada di dalam batas kendali ditampilkan pada lampiran R.

#### 4.4.8 Analisis Kapabilitas Proses

Setelah proses terkendali secara statistik baik dalam variabilitas dan rata-rata maka langkah berikutnya adalah mengukur kapabilitas proses produksi tetes. Analisis kapabilitas proses dilakukan untuk mengetahui seberapa baik proses produksi tetes me-

memenuhi batas spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan. Pengukuran kapabilitas proses secara multivariat dilakukan melalui indeks  $MC_p$ ,  $MC_{PK}$  dan  $MC_{PM}$ . Indeks tersebut diperoleh dari hasil perkalian nilai  $C_p$ ,  $C_{PK}$  dan  $C_{PM}$  dengan pembobot pada masing-masing karakteristik kualitas yang bersesuaian. Pembobot yang ditetapkan untuk karakteristik kualitas Brix sebesar 0,2 dan Pol sebesar 0,8. Proses produksi tetes berjalan secara kapabel apabila indeks  $MC_p$ ,  $MC_{PK}$ ,  $MC_{PM} \geq 1$ .

Indeks  $C_p$  digunakan untuk mengetahui presisi atau sebaran data pengamatan apakah sudah sesuai dengan batas spesifikasi atau tidak. Semakin kecil sebaran data relatif terhadap batas spesifikasi semakin baik. Batas spesifikasi adalah ukuran variabilitas yang ditoleransi oleh pelanggan atau disebut toleransi spesifikasi dimana toleransi proses sebesar  $6\sigma$ . Berikut ini merupakan nilai  $C_p$  dan  $MC_p$  untuk setiap karakteristik kualitas.

**Tabel 4.4** Nilai  $C_p$  dan  $MC_p$  karakteristik kualitas

$C_p$ Brix	$C_p$ Pol	$MC_p$
0,9282	0,9218	0,9230

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai  $C_p$  untuk variabel Brix sebesar 0,9282 yang berarti bahwa proses pengukuran Brix belum kapabel. Nilai  $C_p$  untuk variabel Pol diperoleh sebesar 0,9218 juga menjelaskan bahwa proses pengukuran Pol belum kapabel. Selanjutnya diperoleh nilai  $MC_p$  sebesar 0,9230 yang menyatakan bahwa proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum berjalan secara kapabel.

Secara umum penggunaan  $C_p$  dalam mengukur kemampuan proses digunakan berdasarkan asumsi bahwa rata-rata proses terpusat atau berada tepat di pertengahan batas spesifikasi. Dalam kenyataannya, hal ini jarang terjadi sehingga digunakan indeks  $C_{PK}$  untuk mengukur akurasi proses. Semakin tinggi nilai  $C_{PK}$  maka akurasi proses semakin baik atau rata-rata proses semakin terpusat dimana data yang keluar batas spesifikasi semakin sedi-

kit. Berikut ini merupakan hasil perhitungan  $C_{PK}$  pada masing-masing karakteristik kualitas.

**Tabel 4.5** Nilai  $C_{PK}$  dan  $MC_{PK}$  karakteristik kualitas

$C_{PK}$ Brix	$C_{PK}$ Pol	$MC_{PK}$
0,2313	-1,009	-0,7610

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa nilai  $C_{PK}$  untuk variabel Brix sebesar 0,2313 yang menunjukkan bahwa proses pengukuran Brix belum kapabel. Nilai  $C_{PK}$  untuk Pol sebesar -1.009 menggambarkan pengamatan Pol yang berada diluar batas spesifikasi masih terlalu banyak sehingga proses belum kapabel. Kemudian diperoleh nilai  $MC_{PK}$  sebesar -0,7610 yang memberikan informasi bahwa proses produksi tetes masih jauh dari nilai target yang diharapkan. Hal ini dapat terjadi karena kesalahan pengukuran dan proses produksi tetes yang belum maksimal. Sehingga disimpulkan bahwa proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum kapabel.

Bagaimanapun indeks  $C_{PK}$  sendiri tidak cukup untuk mengukur suatu proses terpusat sehingga harus dibandingkan dengan indeks  $C_p$ . Hasil perbandingan tersebut diukur dengan indeks  $C_{pm}$ . Berikut adalah hasil pengukuran karakteristik kualitas tetes menggunakan indeks  $C_{PM}$ .

**Tabel 4.6** Nilai  $C_{PM}$  dan  $MC_{PM}$  Karakteristik Kualitas

$C_{PM}$ Brix	$C_{PM}$ Pol	$MC_{PM}$
0,4005	0,1568	0,2056

Pada Tabel 4.5 diketahui nilai  $C_{PM}$  masing-masing variabel Brix dan Pol sebesar 0,4009 dan 0,1568. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengukuran Brix dan Pol belum kapabel. Demikian juga dengan nilai  $C_{PM}$  sebesar 0,2056 yang menyatakan bahwa proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum sesuai dengan batas spesifikasi yang ditetapkan.



## LAMPIRAN

### LAMPIRAN A. Rumus Diagram Kontrol MEWMV

Perhitungan nilai  $V_t$

$$V_t = \omega(x_t - y_t)(x_t - y_t)^T + (1 - \omega)V_{t-1}; t = 1, 2, \dots, t$$

$$V_0 = (x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T$$

$$V_1 = \omega(x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T + (1 - \omega)V_0$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \omega(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)^T + (1 - \omega)V_1 \\ &= \omega(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)^T + (1 - \omega)(\omega(x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T + (1 - \omega)V_0) \\ &= \omega(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)^T + \omega(1 - \omega)(x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T + (1 - \omega)^2 V_0 \\ &= \omega(1 - \omega)(x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T + \omega(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)^T + (1 - \omega)^2 V_0 \end{aligned}$$

$$V_3 = \omega(x_3 - y_3)(x_3 - y_3)^T + (1 - \omega)V_2$$

$$\begin{aligned} &= \omega(x_3 - y_3)(x_3 - y_3)^T + (1 - \omega)(\omega(1 - \omega)(x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T + \omega(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)^T + (1 - \omega)^2 V_0) \\ &= \omega(x_3 - y_3)(x_3 - y_3)^T + \omega(1 - \omega)^2 (x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T + \omega(1 - \omega)(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)^T + (1 - \omega)^3 V_0 \\ &= \omega(1 - \omega)^2 (x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T + \omega(1 - \omega)(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)^T + \omega(x_3 - y_3)(x_3 - y_3)^T + (1 - \omega)^3 V_0 \end{aligned}$$

$$V_t = \sum_{i=1}^t \omega(1 - \omega)^{t-i} (x_i - y_i)(x_i - y_i)^T + (1 - \omega)^t V_0$$

Perhitungan nilai  $Y_t$

$$y_t = \lambda x_t + (1 - \lambda)y_{t-1}; y_0 = 0$$

$$y_1 = \lambda x_1 + (1 - \lambda)y_0$$

$$= \lambda x_1$$

$$y_2 = \lambda x_2 + (1 - \lambda)y_1$$

$$= \lambda x_2 + (1 - \lambda)(\lambda x_1)$$

$$= \lambda(1 - \lambda)x_1 + \lambda x_2$$

$$y_3 = \lambda x_3 + (1 - \lambda)y_2$$

$$= \lambda x_3 + (1 - \lambda)(\lambda x_2 + \lambda(1 - \lambda)x_1)$$

$$= \lambda x_3 + \lambda(1 - \lambda)x_2 + \lambda(1 - \lambda)^2 x_1$$

$$= \lambda(1 - \lambda)^2 x_1 + \lambda(1 - \lambda)x_2 + \lambda x_3$$

$$y_t = \sum_{i=1}^t \lambda(1 - \lambda)^{t-i} x_i, i = 1, 2, 3, \dots, t$$

Perhitngan nilai  $X - Y$

$$x_i - y_i = x_i - \sum_{j=1}^i \lambda(1 - \lambda)^{i-j} x_j$$

$$= (1 - \lambda)x_i - \lambda(1 - \lambda)x_{i-1} - \dots - \lambda(1 - \lambda)^{i-1} x_1, i = 1, 2, \dots, t$$

$$x_1 - y_1 = x_1 - \lambda(1 - \lambda)^0 x_1$$

$$= x_1 - \lambda x_1$$

$$= (1 - \lambda)x_1$$

$$x_2 - y_2 = x_2 - (\lambda(1 - \lambda)^1 x_1 + \lambda(1 - \lambda)^0 x_2)$$

$$= x_2 - (\lambda(1 - \lambda)x_1 + \lambda x_2)$$

$$= x_2 - \lambda(1 - \lambda)x_1 - \lambda x_2$$

$$= x_2 - \lambda x_2 - \lambda(1 - \lambda)x_1$$

$$= (1 - \lambda)x_2 - \lambda(1 - \lambda)x_1$$

$$x_3 - y_3 = x_3 - (\lambda(1 - \lambda)^2 x_1 + \lambda(1 - \lambda)^2 x_2 + \lambda(1 - \lambda)^0 x_3)$$

$$= x_3 - (\lambda(1 - \lambda)^2 x_1 + \lambda(1 - \lambda)x_2 + \lambda x_3)$$

$$= x_3 - \lambda(1 - \lambda)^2 x_1 - \lambda(1 - \lambda)x_2 - \lambda x_3$$

$$= x_3 - \lambda x_3 - \lambda(1 - \lambda)^2 x_1 - \lambda(1 - \lambda)x_2$$

$$= (1 - \lambda)x_3 - \lambda(1 - \lambda)x_2 - \lambda(1 - \lambda)^2 x_1$$

**LAMPIRAN B. Rumus Diagram Kontrol MEWMA**

Perhitungan nilai  $Z_i$

$$Z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)Z_{i-1}; \mu_0 = Z_0 = Target$$

$$Z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)(\lambda x_{i-1} + (1 - \lambda)Z_{i-2})$$

$$= \lambda x_i + \lambda(1 - \lambda)x_{i-1} + (1 - \lambda)^2 Z_{i-2}$$

$$Z_i = \lambda x_i + \lambda(1 - \lambda)x_{i-1} + (1 - \lambda)^2(\lambda x_{i-2} + (1 - \lambda)Z_{i-3})$$

$$= \lambda x_i + \lambda(1 - \lambda)x_{i-1} + \lambda(1 - \lambda)^2 x_{i-2} + (1 - \lambda)^3 Z_{i-3}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$Z_1 = \lambda x_1 + (1 - \lambda)Z_0$$

$$Z_2 = \lambda x_2 + (1 - \lambda)Z_1$$

$$= \lambda x_2 + (1 - \lambda)(\lambda x_1 + (1 - \lambda)Z_0)$$

$$= \lambda x_2 + \lambda(1 - \lambda)x_1 + (1 - \lambda)^2 Z_0$$

$$Z_3 = \lambda x_3 + (1 - \lambda)Z_2$$

$$= \lambda x_3 + (1 - \lambda)(\lambda x_2 + \lambda(1 - \lambda)x_1 + (1 - \lambda)^2 Z_0)$$

$$= \lambda x_3 + \lambda(1 - \lambda)x_2 + \lambda(1 - \lambda)^2 x_1 + (1 - \lambda)^3 Z_0$$

$$Z_t = \sum_{i=1}^t \lambda(1 - \lambda)^{t-i} x_i + (1 - \lambda)^t Z_0; Z_0 = \mu_0 = 0$$

$$Z_t = \sum_{i=1}^t \lambda(1 - \lambda)^{t-i} x_i$$

$$\sum_{i=1}^t \lambda(1 - \lambda)^{t-i} = \lambda \left[ \frac{1 - (1 - \lambda)^t}{1 - (1 - \lambda)} \right] = 1 - (1 - \lambda)^t$$

Perhitungan Var  $Z_i$

$$\begin{aligned}
 \text{Var}(Z_t) &= \text{Var}\left(\sum_{i=1}^t \lambda(1-\lambda)^{t-i} x_i\right) \\
 &= \lambda \sum_{i=1}^t (1-\lambda)^{t-1} \text{Var}\left(\sum_{i=1}^t x_i\right) \\
 &= 1 - (1-\lambda)^t \text{Var}\sum_{i=1}^t x_i \\
 &= \left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right) [(1 - (1-\lambda)^{2t})] \sigma^2
 \end{aligned}$$

Misalkan  $t=3$

$$\begin{aligned}
 \text{Var}(Z_3) &= \text{Var}\left(\sum_{i=1}^3 \lambda(1-\lambda)^{3-i} x_i\right) \\
 \text{Var}(Z_3) &= \text{Var}(\lambda x_3 + \lambda(1-\lambda)x_2 + \lambda(1-\lambda)^2 x_1) \\
 &= (\lambda + \lambda(1-\lambda) + \lambda(1-\lambda)^2) \cdot \text{Var}(x_1 + x_2 + x_3) \\
 &= (\lambda^2 + \lambda^2(1-\lambda)^2 + \lambda^2(1-\lambda)^4) \cdot \sigma^2 \\
 &= \left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right) [(1 - (1-\lambda)^{2 \cdot 3})] \sigma^2
 \end{aligned}$$

### LAMPIRAN C. Data Pengamatan Periode September Fase 1

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
1	89.90	29.90	38	91.60	29.80	75	87.60	29.10	112	89.20	30.40
2	91.60	29.90	39	89.60	29.40	76	88.60	29.20	113	88.60	29.10
3	90.90	30.40	40	90.60	29.40	77	87.90	29.70	114	90.20	29.90
4	90.40	29.90	41	90.90	31.00	78	84.60	24.60	115	89.20	29.00
5	90.90	29.60	42	91.60	29.30	79	87.60	26.70	116	88.90	29.60
6	88.60	28.50	43	90.60	29.30	80	90.60	30.50	117	89.90	30.10
7	89.60	29.60	44	91.60	28.80	81	89.60	30.10	118	90.60	30.40
8	90.60	29.60	45	90.90	29.60	82	90.60	30.40	119	90.20	30.10
9	89.60	29.90	46	90.90	30.40	83	90.60	29.60	120	90.60	29.90
10	89.40	29.60	47	91.90	29.90	84	91.90	29.60	121	87.90	29.40
11	90.60	29.40	48	89.90	29.90	85	89.60	30.10	122	90.60	30.50
12	89.60	29.10	49	89.60	29.90	86	89.90	30.20	123	89.60	29.70
13	87.90	28.90	50	90.20	29.30	87	88.60	29.90	124	88.60	29.90
14	88.40	29.40	51	90.60	29.90	88	89.20	29.60	125	89.90	30.00
15	89.90	30.10	52	91.20	29.90	89	88.20	29.10	126	90.60	29.30
16	89.90	28.10	53	89.20	29.60	90	88.90	29.30	127	88.60	29.60
17	90.90	29.30	54	88.60	28.50	91	90.20	29.90	128	87.60	29.60
18	91.60	29.30	55	90.90	29.90	92	89.60	29.60	129	90.90	31.30
19	89.90	29.30	56	89.90	29.60	93	88.60	29.30	130	89.60	31.00
20	92.60	29.30	57	89.60	31.10	94	88.90	29.90	131	88.90	31.00
21	90.60	29.60	58	90.40	30.10	95	90.90	30.70	132	88.60	30.40
22	89.20	30.70	59	90.60	30.40	96	90.60	30.20	133	90.60	29.60
23	89.60	31.00	60	89.90	29.90	97	88.90	29.40	134	89.90	30.20
24	90.60	29.60	61	90.90	30.40	98	88.60	30.50	135	90.90	30.20
25	89.60	29.90	62	86.60	29.10	99	89.60	29.80	136	90.60	29.60
26	90.20	29.00	63	88.60	29.90	100	84.60	28.30	137	89.90	29.90
27	88.90	28.50	64	89.60	30.00	101	84.90	26.40	138	88.90	29.10
28	90.90	30.10	65	90.90	29.90	102	86.60	28.60	139	90.20	29.60
29	88.60	28.80	66	89.60	30.10	103	85.90	29.70	140	90.20	29.60
30	89.40	29.90	67	90.90	31.00	104	89.60	29.90	141	88.60	29.90
31	91.60	30.10	68	89.90	31.00	105	90.60	29.40	142	90.60	29.00
32	90.90	29.90	69	91.60	29.90	106	90.60	30.40	143	90.90	30.10
33	88.90	29.90	70	90.90	29.30	107	90.90	29.60	144	89.90	30.00
34	90.60	29.90	71	90.60	29.30	108	89.60	30.40	145	89.60	30.10
35	91.60	30.30	72	90.60	29.60	109	89.90	30.10	146	91.90	31.80
36	91.60	30.50	73	88.90	29.50	110	91.60	29.90	147	88.60	31.00
37	89.90	29.90	74	89.60	29.60	111	90.60	29.60	148	89.60	29.60

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
149	89.60	30.20	186	88.60	29.10	223	89.90	31.30	260	91.60	29.90
150	89.90	31.00	187	90.60	29.90	224	90.20	30.40	261	89.60	30.40
151	90.60	30.40	188	89.20	28.80	225	90.20	29.60	262	91.90	31.00
152	90.60	29.90	189	90.60	29.30	226	88.90	29.10	263	91.40	30.30
153	89.60	29.40	190	89.60	29.60	227	90.20	29.90	264	91.90	31.10
154	88.60	29.70	191	90.60	29.90	228	89.90	29.60	265	90.90	31.00
155	89.60	29.80	192	89.90	30.20	229	90.20	30.10	266	88.90	31.60
156	91.60	30.40	193	89.90	30.40	230	89.20	30.20	267	89.60	31.00
157	88.60	30.10	194	90.60	31.30	231	89.60	29.40	268	89.90	30.40
158	90.40	29.90	195	88.90	30.70	232	89.20	29.60	269	88.60	29.90
159	89.60	30.10	196	90.60	31.80	233	89.90	30.00	270	90.60	30.40
160	90.60	30.10	197	90.90	31.80	234	90.90	30.20	271	88.90	30.70
161	89.90	29.90	198	91.60	30.40	235	90.90	30.40	272	89.20	29.30
162	88.90	29.60	199	89.90	30.40	236	91.90	30.70	273	91.60	29.90
163	90.60	29.90	200	90.90	29.60	237	88.90	29.40	274	88.60	28.50
164	89.20	28.80	201	90.20	29.00	238	89.90	29.60	275	90.20	29.90
165	90.60	29.30	202	89.60	29.00	239	90.90	29.60	276	89.60	30.10
166	89.60	29.60	203	90.60	29.90	240	88.90	29.90	277	89.20	29.60
167	89.90	29.00	204	90.20	29.60	241	90.60	30.40	278	89.90	29.90
168	89.90	30.20	205	85.90	28.90	242	91.60	31.50	279	89.20	28.80
169	89.60	31.30	206	88.60	31.30	243	89.90	30.40	280	90.60	29.60
170	91.90	31.80	207	89.90	29.90	244	89.60	30.20	281	90.90	29.90
171	88.60	31.00	208	90.90	29.60	245	88.90	30.20	282	90.60	30.80
172	87.60	29.60	209	89.60	29.80	246	91.90	30.70	283	91.60	31.00
173	89.60	30.20	210	90.60	30.50	247	89.60	29.30	284	92.60	30.90
174	89.90	31.00	211	89.60	30.60	248	91.90	29.90	285	90.90	30.80
175	90.60	30.40	212	92.60	31.60	249	90.20	29.90	286	91.90	30.60
176	90.60	29.90	213	90.60	30.60	250	91.60	30.40	287	90.60	30.20
177	89.60	29.40	214	90.60	31.20	251	90.90	30.50	288	90.90	30.40
178	88.60	29.70	215	89.90	31.10	252	89.90	30.20	289	91.60	31.00
179	89.60	29.80	216	91.90	31.10	253	90.20	30.40	290	89.90	30.40
180	91.60	30.40	217	90.60	30.40	254	89.20	29.60	291	88.60	30.50
181	88.60	30.10	218	89.90	31.00	255	90.60	29.90	292	91.60	31.00
182	90.40	29.90	219	90.60	30.70	256	90.60	30.40	293	89.60	29.90
183	89.60	30.10	220	90.90	30.70	257	90.60	30.40	294	89.90	31.00
184	90.60	30.10	221	89.20	31.00	258	89.90	29.90	295	90.60	30.70
185	89.90	29.90	222	90.60	31.00	259	89.60	29.80	296	89.60	29.30

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
297	91.60	30.40	334	90.60	30.40	371	89.40	30.30	408	90.90	30.40
298	90.20	29.00	335	89.60	30.20	372	89.60	35.30	409	89.60	30.20
299	89.60	29.60	336	91.90	31.00	373	90.60	27.40	410	89.60	30.10
300	89.90	29.60	337	90.20	29.60	374	90.40	28.70	411	90.60	29.60
301	89.20	29.90	338	88.90	29.60	375	91.40	29.30	412	88.90	29.60
302	90.90	30.40	339	89.20	30.20	376	90.60	31.30	413	90.20	29.90
303	90.90	30.10	340	90.20	29.60	377	91.60	31.20	414	90.60	30.10
304	90.90	30.10	341	90.60	29.90	378	91.90	30.40	415	89.20	30.20
305	91.60	29.80	342	90.90	30.40	379	90.60	31.00	416	90.60	30.40
306	90.60	30.50	343	89.90	29.90	380	91.60	30.40	417	91.60	31.00
307	90.60	30.40	344	90.90	29.60	381	88.90	30.70	418	90.90	30.50
308	90.90	30.60	345	89.60	30.10	382	91.90	29.90	419	91.40	30.70
309	91.60	30.80	346	91.90	30.70	383	91.60	29.90	420	92.60	30.80
310	91.90	30.60	347	90.90	30.60	384	90.90	29.60	421	91.60	30.60
311	90.60	30.20	348	90.60	30.60	385	90.20	29.90	422	90.90	30.50
312	90.90	30.40	349	89.60	29.90	386	89.90	29.00	423	91.90	30.40
313	90.20	30.10	350	90.60	30.10	387	89.20	29.60	424	90.60	30.10
314	88.90	29.10	351	91.90	30.40	388	90.60	29.90	425	90.90	31.00
315	89.90	29.90	352	90.90	30.50	389	89.60	29.30	426	89.60	29.90
316	90.90	30.10	353	89.90	30.00	390	89.90	30.10	427	89.90	31.30
317	90.20	30.40	354	90.60	30.00	391	90.60	30.10	428	90.60	30.20
318	89.20	29.00	355	89.60	30.20	392	91.20	29.90	429	90.20	30.40
319	90.60	29.90	356	91.60	30.40	393	89.40	29.90	430	91.90	31.00
320	90.90	30.70	357	89.90	30.40	394	88.60	29.80	431	89.90	29.90
321	91.90	31.00	358	90.90	30.70	395	89.60	29.60	432	89.60	31.30
322	90.90	30.80	359	90.90	29.90	396	89.40	30.50	433	91.90	31.10
323	89.40	29.80	360	90.90	29.60	397	90.60	30.40	434	90.90	31.00
324	90.40	29.90	361	89.90	29.60	398	90.90	30.50	435	89.60	30.50
325	91.60	30.50	362	88.90	29.30	399	91.60	30.40	436	91.60	31.10
326	90.60	30.70	363	90.20	30.10	400	90.90	30.50	437	90.60	30.70
327	90.90	30.40	364	89.90	29.90	401	90.60	30.40	438	89.40	30.20
328	91.60	30.70	365	90.60	29.60	402	91.60	31.00	439	90.60	30.70
329	90.90	31.00	366	91.20	30.10	403	91.90	31.00	440	91.60	31.20
330	91.90	30.70	367	90.60	30.40	404	91.90	30.10	441	90.90	30.40
331	89.90	30.50	368	87.40	30.00	405	89.60	30.20	442	87.60	29.60
332	88.60	29.60	369	89.60	30.20	406	90.60	29.60	443	89.90	29.90
333	90.90	31.00	370	87.60	30.00	407	90.90	30.70	444	89.90	30.40

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
445	91.60	31.00	482	91.40	30.50	519	91.90	29.90	556	91.90	30.20
446	91.90	30.40	483	90.90	30.00	520	90.90	29.60	557	88.90	29.90
447	90.60	31.20	484	89.60	30.10	521	90.20	29.90	558	89.90	30.70
448	90.60	31.50	485	90.60	29.90	522	90.60	30.40	559	88.60	29.30
449	90.20	29.90	486	89.60	30.20	523	88.90	29.10	560	90.20	28.80
450	89.90	30.10	487	91.40	30.50	524	90.20	29.60	561	90.60	30.40
451	90.90	31.00	488	92.40	31.00	525	90.90	30.10	562	89.90	29.90
452	90.20	29.90	489	90.60	30.40	526	90.90	31.40	563	90.60	29.60
453	90.60	30.40	490	90.90	30.40	527	90.60	30.30	564	88.90	29.30
454	88.90	30.20	491	87.60	29.60	528	90.20	31.20	565	88.90	29.60
455	89.60	30.70	492	89.60	30.50	529	88.60	30.00	566	90.20	30.40
456	90.90	31.00	493	91.60	30.70	530	89.60	29.90	567	89.60	29.90
457	89.60	29.90	494	89.60	30.20	531	90.40	30.20	568	90.60	29.90
458	88.90	29.60	495	87.60	31.00	532	92.40	30.60	569	89.60	30.40
459	86.60	29.90	496	89.90	30.20	533	90.60	30.40	570	91.60	31.00
460	92.60	31.10	497	90.20	30.10	534	89.40	30.10	571	91.90	30.90
461	93.60	31.60	498	91.60	30.40	535	90.60	30.10	572	92.60	30.70
462	91.60	31.20	499	91.90	31.10	536	91.60	30.20	573	90.90	30.40
463	88.60	29.40	500	89.60	30.40	537	90.60	31.00	574	90.60	29.90
464	90.60	29.50	501	90.20	31.00	538	89.90	31.00	575	91.60	30.40
465	90.60	30.40	502	88.90	29.90	539	90.90	31.30	576	90.60	30.10
466	90.90	31.50	503	88.60	30.20	540	88.60	30.40	577	87.90	30.40
467	89.60	30.20	504	90.90	31.00	541	88.90	30.70	578	90.90	29.60
468	90.60	30.70	505	89.60	30.10	542	89.60	30.20	579	89.60	29.60
469	89.90	31.30	506	90.60	30.50	543	88.60	29.90	580	91.60	29.90
470	91.60	29.90	507	89.60	30.50	544	90.20	30.70	581	90.60	29.90
471	90.60	29.60	508	90.60	30.60	545	89.60	29.20	582	90.20	29.60
472	89.90	29.60	509	91.60	30.60	546	88.60	28.90	583	89.60	29.60
473	90.20	29.90	510	90.90	30.40	547	89.60	29.40	584	89.90	29.90
474	90.60	30.70	511	92.40	31.00	548	88.60	29.60	585	89.20	29.30
475	89.40	30.20	512	89.90	30.70	549	88.90	29.40	586	90.60	29.60
476	90.60	30.10	513	90.60	30.40	550	87.90	29.20	587	89.90	30.10
477	90.20	30.70	514	90.20	31.00	551	88.60	29.20	588	89.40	30.20
478	89.90	29.30	515	90.90	30.40	552	89.60	29.50	589	90.40	30.70
479	90.20	29.90	516	89.90	30.40	553	90.60	29.60	590	90.90	30.20
480	91.90	31.10	517	90.60	30.30	554	89.90	29.30	591	88.90	29.90
481	91.60	30.70	518	89.90	30.20	555	89.60	31.00	592	89.60	29.90



Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
593	88.60	30.70	630	88.60	30.50	667	90.60	30.50	704	90.20	29.60
594	89.60	28.60	631	90.90	30.40	668	89.60	30.40	705	89.60	29.40
595	88.60	29.60	632	89.60	30.20	669	90.60	30.80	706	90.60	30.40
596	87.60	29.30	633	88.90	29.10	670	89.60	30.30	707	89.90	30.70
597	89.90	29.90	634	90.20	29.90	671	88.90	30.40	708	90.90	30.50
598	89.60	30.20	635	88.20	29.30	672	88.60	29.90	709	91.60	30.30
599	91.40	30.20	636	89.20	29.90	673	90.90	30.40	710	90.90	30.40
600	92.40	30.10	637	88.60	29.10	674	90.60	31.20	711	90.60	30.20
601	88.90	27.70	638	88.20	29.30	675	89.20	29.60	712	90.90	30.50
602	87.60	28.80	639	87.90	28.80	676	89.20	29.90	713	89.60	29.60
603	88.60	29.10	640	90.60	30.40	677	90.20	30.10	714	89.90	28.50
604	86.20	29.10	641	90.60	29.90	678	89.60	29.90	715	89.90	29.30
605	87.90	27.70	642	91.60	29.90	679	89.90	29.00	716	89.60	29.30
606	87.20	29.40	643	90.90	30.40	680	89.60	29.30	717	89.60	29.10
607	89.60	29.60	644	89.90	30.20	681	88.90	29.30	718	90.90	29.60
608	87.60	29.40	645	90.90	30.80	682	91.60	31.10	719	90.60	30.40
609	88.90	29.90	646	89.40	30.40	683	91.40	31.00	720	89.90	29.30
610	88.90	29.10	647	92.60	31.10	684	92.60	31.20			
611	89.60	29.60	648	91.60	30.60	685	90.60	30.50			
612	88.20	29.30	649	89.60	30.20	686	89.60	29.90			
613	90.20	29.60	650	87.60	30.40	687	89.90	29.90			
614	89.90	29.90	651	86.60	28.20	688	90.90	29.80			
615	90.60	29.60	652	88.90	29.30	689	88.90	29.30			
616	89.60	29.60	653	88.20	31.00	690	89.90	29.60			
617	90.90	30.40	654	87.90	30.20	691	89.90	31.00			
618	89.60	29.80	655	89.40	31.00	692	89.20	29.90			
619	90.90	30.40	656	89.90	30.40	693	91.60	31.00			
620	89.90	30.30	657	90.60	30.40	694	88.90	29.10			
621	90.60	30.10	658	88.90	29.10	695	89.60	29.60			
622	86.90	28.30	659	88.90	29.30	696	90.60	29.60			
623	87.90	29.40	660	89.20	30.10	697	88.20	29.10			
624	88.90	29.20	661	88.20	30.20	698	91.20	30.20			
625	87.90	29.90	662	90.60	30.40	699	89.20	29.00			
626	90.90	30.40	663	88.90	29.10	700	88.60	29.30			
627	89.90	29.30	664	91.60	30.40	701	90.60	30.10			
628	89.90	29.60	665	86.60	29.40	702	90.90	30.70			
629	89.60	29.30	666	91.60	31.00	703	91.20	30.40			

## LAMPIRAN D. Data Pengamatan Periode Oktober Fase 2

### Bulan Oktober

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
1	88.9	29.1	38	89.6	29.1	75	91.6	30.2	112	90.6	30.4
2	90.2	29.9	39	90.6	29.6	76	90.6	29.8	113	89.9	29.9
3	89.2	29.3	40	89.9	29.3	77	91.6	30.6	114	90.6	29.6
4	89.6	30.1	41	89.6	31.0	78	90.4	30.2	115	88.9	29.3
5	90.6	29.9	42	91.9	30.2	79	91.4	30.3	116	88.9	29.6
6	90.9	29.0	43	88.9	29.9	80	90.9	30.4	117	90.2	30.4
7	90.4	29.3	44	89.9	30.7	81	89.9	31.0	118	89.6	29.9
8	90.2	29.2	45	88.6	29.3	82	89.6	29.3	119	90.9	29.6
9	89.6	29.4	46	90.2	28.8	83	91.6	29.6	120	88.9	30.1
10	90.6	30.2	47	91.6	29.6	84	90.6	29.6	121	91.6	30.5
11	91.6	30.4	48	90.9	29.3	85	89.9	30.2	122	90.6	30.6
12	90.6	30.2	49	90.2	30.1	86	88.6	29.9	123	89.6	29.9
13	89.6	30.1	50	88.6	29.1	87	90.9	30.7	124	90.6	29.4
14	90.9	29.9	51	89.2	29.9	88	90.6	29.9	125	91.6	30.6
15	89.9	29.5	52	88.9	29.6	89	89.6	29.6	126	89.6	29.9
16	89.6	29.9	53	90.4	30.1	90	90.2	29.6	127	90.6	29.9
17	90.9	29.3	54	90.6	29.6	91	90.2	31.1	128	91.6	30.6
18	89.9	28.8	55	88.9	30.2	92	88.9	29.1	129	90.2	29.6
19	89.2	29.9	56	90.6	29.6	93	90.6	30.0	130	89.6	29.3
20	89.6	29.3	57	90.6	29.9	94	91.6	30.2	131	87.6	30.4
21	90.6	31.0	58	91.6	30.1	95	90.2	30.1	132	90.9	30.4
22	91.6	29.9	59	86.6	29.8	96	90.6	28.8	133	89.6	29.6
23	87.6	31.3	60	88.6	30.1	97	89.6	29.9	134	87.6	30.2
24	88.6	30.4	61	90.6	30.4	98	90.6	30.5	135	90.6	30.4
25	88.9	29.3	62	89.6	30.1	99	91.6	30.4	136	90.9	28.8
26	90.2	30.1	63	91.6	30.0	100	90.6	30.1	137	89.6	29.6
27	89.2	29.9	64	91.9	30.2	101	90.4	30.2	138	89.9	30.1
28	88.6	29.1	65	90.6	29.6	102	89.6	29.9	139	88.2	29.9
29	89.6	29.6	66	88.2	29.9	103	90.6	29.4	140	89.4	29.3
30	90.6	30.4	67	91.9	28.8	104	91.6	29.9	141	91.6	30.1
31	89.4	30.1	68	89.6	30.2	105	89.9	30.2	142	90.6	30.2
32	90.2	29.9	69	88.9	29.1	106	88.9	29.1	143	88.9	29.1
33	89.6	30.2	70	89.6	29.1	107	89.6	29.1	144	89.4	29.6
34	90.9	30.2	71	90.9	29.6	108	89.2	30.5	145	89.9	29.9
35	89.9	29.3	72	87.6	29.3	109	90.9	29.0	146	89.6	30.1
36	90.6	29.9	73	89.9	29.9	110	88.9	29.1	147	90.6	30.1
37	89.2	29.3	74	90.9	29.8	111	89.9	29.3	148	90.6	29.6

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
149	89.6	30.0	186	89.6	29.3	223	89.9	30.2	260	90.6	30.9
150	88.6	29.4	187	90.6	30.1	224	90.9	29.3	261	90.9	30.7
151	89.4	29.9	188	88.9	30.2	225	88.9	29.9	262	89.6	30.4
152	88.6	30.0	189	90.6	29.9	226	90.6	30.1	263	90.9	29.9
153	90.9	31.0	190	90.2	29.6	227	89.2	29.3	264	90.4	30.4
154	89.6	30.7	191	88.9	29.9	228	90.9	30.1	265	90.2	31.2
155	89.6	28.8	192	90.2	29.9	229	88.9	30.2	266	90.9	30.4
156	87.9	31.0	193	89.9	30.2	230	91.6	30.6	267	89.8	31.0
157	87.6	29.6	194	90.6	29.3	231	89.6	29.6	268	90.2	29.3
158	88.9	29.6	195	89.6	30.7	232	89.9	29.0	269	89.9	29.3
159	89.6	29.9	196	88.9	29.9	233	90.6	29.9	270	89.6	30.2
160	90.6	30.2	197	89.2	29.6	234	89.6	30.4	271	90.9	30.4
161	88.9	29.4	198	90.6	29.3	235	91.6	31.0	272	88.9	29.3
162	88.6	29.6	199	91.6	29.3	236	91.9	30.9	273	89.9	29.9
163	89.4	28.8	200	89.2	29.3	237	92.6	30.7	274	89.6	29.9
164	89.2	29.9	201	89.2	29.6	238	90.9	30.4	275	90.2	29.6
165	88.9	30.2	202	90.2	29.6	239	90.6	29.9	276	89.6	29.6
166	89.9	29.9	203	91.6	30.1	240	91.6	30.4	277	89.9	29.9
167	88.9	29.1	204	89.9	29.9	241	89.6	30.4	278	89.2	29.3
168	90.6	30.1	205	90.6	30.4	242	91.9	30.4	279	90.6	29.6
169	89.9	29.9	206	90.4	30.1	243	89.9	29.6	280	89.9	30.1
170	90.6	29.8	207	90.6	29.9	244	89.9	29.6	281	90.6	30.5
171	91.6	29.8	208	89.2	30.1	245	89.6	29.9	282	92.6	31.1
172	90.6	30.5	209	90.6	29.8	246	90.6	29.9	283	89.6	30.8
173	89.6	30.0	210	89.6	29.9	247	90.6	29.3	284	92.6	30.5
174	90.6	29.8	211	91.6	30.2	248	89.2	29.9	285	91.6	30.5
175	91.4	30.4	212	91.6	30.5	249	90.2	30.1	286	90.6	30.1
176	91.4	30.7	213	90.6	29.4	250	88.9	29.3	287	89.6	30.0
177	89.9	30.2	214	92.4	29.8	251	89.9	30.1	288	90.6	30.2
178	90.6	29.6	215	91.4	30.0	252	89.9	30.2	289	88.6	30.7
179	90.9	29.1	216	91.9	31.0	253	89.4	30.6	290	90.6	29.6
180	89.6	29.3	217	90.2	30.2	254	90.9	29.6	291	89.6	29.1
181	88.9	29.1	218	87.9	30.4	255	88.9	29.0	292	89.9	30.2
182	90.2	29.9	219	90.9	29.6	256	88.6	29.6	293	90.6	29.6
183	89.6	29.3	220	90.6	29.6	257	90.6	29.9	294	90.6	29.3
184	90.6	31.0	221	91.6	29.9	258	89.6	30.1	295	89.9	29.6
185	90.6	29.9	222	90.6	29.9	259	91.6	31.0	296	89.6	29.3

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
297	89.3	29.3	334	90.2	29.3	371	89.6	30.4	408	89.6	29.9
298	89.9	29.9	335	90.6	29.1	372	89.3	29.4	409	88.9	29.1
299	90.2	29.1	336	90.6	29.6	373	89.6	29.9	410	89.9	29.9
300	88.6	29.90	337	88.6	29.1	374	89.6	30.3	411	89.6	29.0
301	90.4	29.3	338	88.9	30.8	375	90.6	30.4	412	88.9	30.4
302	89.2	29.6	339	89.4	29.3	376	91.6	30.9	413	89.9	29.6
303	89.2	29.6	340	89.2	29.6	377	90.4	30.6	414	88.6	29.3
304	88.6	30.1	341	89.6	30.1	378	90.6	30.4	415	90.2	28.9
305	91.6	29.9	342	90.6	29.9	379	87.9	31.0	416	89.6	30.1
306	90.6	30.5	343	92.4	30.80	380	89.6	30.2	417	91.4	29.9
307	91.6	30.8	344	91.4	29.9	381	85.9	29.9	418	89.6	30.4
308	92.6	30.7	345	90.6	29.9	382	88.9	30.2	419	88.6	29.4
309	89.6	29.4	346	92.4	31.0	383	89.6	29.9	420	89.4	29.9
310	90.4	30.0	347	91.4	30.7	384	90.6	29.6	421	88.4	30.3
311	91.6	31.0	348	91.6	29.9	385	89.6	29.1	422	89.6	29.4
312	91.9	30.7	349	90.9	29.9	386	88.9	29.6	423	88.6	29.8
313	88.6	29.1	350	91.6	31.0	387	89.9	29.3	424	88.6	29.4
314	90.4	30.1	351	89.4	30.2	388	90.2	29.9	425	89.9	30.2
315	90.2	29.9	352	90.4	30.7	389	89.6	29.6	426	86.6	29.9
316	88.9	29.6	353	90.9	30.2	390	90.6	29.6	427	87.6	29.1
317	89.4	29.9	354	88.9	29.9	391	89.6	30.0	428	89.6	30.2
318	88.6	28.8	355	89.6	29.9	392	89.2	30.3	429	90.9	29.6
319	91.6	29.0	356	88.6	30.7	393	90.4	30.5	430	89.9	30.2
320	90.6	29.9	357	90.6	30.2	394	91.4	30.4	431	90.6	29.6
321	91.6	30.4	358	88.9	30.7	395	91.4	30.0	432	89.6	29.1
322	91.6	30.5	359	90.2	29.3	396	90.6	30.2	433	88.6	28.5
323	92.6	31.0	360	89.6	30.7	397	89.6	30.0	434	87.6	28.9
324	89.4	30.4	361	88.9	29.3	398	89.6	29.9	435	86.6	28.3
325	91.6	30.5	362	89.2	29.0	399	90.6	30.4	436	88.6	28.9
326	90.4	30.9	363	90.2	29.6	400	89.6	29.6	437	89.6	28.6
327	91.4	29.9	364	90.9	30.1	401	86.9	30.4	438	88.6	29.6
328	90.6	29.8	365	89.2	29.6	402	89.6	30.2	439	87.6	29.3
329	89.6	30.7	366	90.4	30.4	403	91.9	30.4	440	89.9	29.9
330	88.9	30.7	367	88.6	28.8	404	89.6	29.6	441	89.6	30.2
331	89.9	30.1	368	89.2	29.3	405	89.2	28.8	442	90.2	30.2
332	90.6	30.4	369	88.4	29.8	406	90.2	29.6	443	89.2	29.3
333	90.9	29.6	370	87.4	29.90	407	89.9	29.3	444	89.6	29.3

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
445	90.6	29.1	482	87.4	29.5	519	89.9	30.2	556	88.9	29.9
446	89.9	29.3	483	88.4	29.9	520	88.2	29.6	557	87.2	30.2
447	89.2	29.9	484	88.6	30.0	521	87.6	28.8	558	86.9	29.3
448	89.6	30.4	485	86.4	29.3	522	89.2	29.5	559	87.6	29.9
449	89.2	29.1	486	88.4	29.9	523	89.4	29.8	560	88.6	29.6
450	89.9	29.6	487	87.4	29.8	524	89.9	30.3	561	87.9	29.1
451	89.9	29.9	488	87.6	28.9	525	88.4	29.0	562	88.2	29.0
452	88.9	29.1	489	88.9	30.2	526	89.2	29.8	563	87.9	28.8
453	90.6	30.1	490	89.6	29.6	527	89.9	29.5	564	88.2	29.3
454	88.9	29.0	491	89.9	30.2	528	88.9	28.8	565	89.9	30.2
455	89.9	29.3	492	89.2	29.9	529	85.6	28.3	566	86.9	29.4
456	90.2	29.9	493	87.6	29.1	530	84.6	27.8	567	89.6	29.6
457	86.6	29.3	494	89.9	29.6	531	86.6	28.9	568	87.9	29.1
458	89.6	29.9	495	89.6	30.2	532	88.6	29.2	569	86.6	29.3
459	87.4	28.9	496	88.6	29.9	533	87.4	29.1	570	87.6	29.4
460	89.4	29.4	497	89.2	29.9	534	88.4	29.2	571	87.0	29.6
461	89.4	29.5	498	89.6	29.6	535	87.6	29.5	572	88.6	29.6
462	88.1	29.8	499	89.4	29.3	536	88.6	29.5	573	85.6	29.1
463	89.4	30.1	500	88.9	29.6	537	87.6	29.6	574	88.6	30.2
464	87.9	29.4	501	87.9	29.3	538	86.9	29.2	575	88.9	29.9
465	89.4	30.7	502	89.9	30.1	539	88.6	29.5	576	88.6	29.6
466	87.9	30.2	503	88.6	29.1	540	88.9	30.6	577	87.9	29.6
467	89.6	29.9	504	90.2	29.9	541	86.2	29.9	578	88.6	30.6
468	88.6	29.3	505	85.6	28.9	542	87.6	30.2	579	85.6	29.9
469	88.9	29.6	506	88.6	29.4	543	89.9	30.0	580	89.9	30.2
470	87.2	29.3	507	87.4	29.3	544	89.6	30.1	581	87.9	29.8
471	89.9	29.5	508	85.6	29.0	545	88.6	29.5	582	88.9	30.7
472	88.9	28.8	509	88.6	29.6	546	88.9	29.0	583	85.6	28.1
473	89.6	29.3	510	89.4	29.7	547	87.9	28.9	584	87.2	29.1
474	89.2	29.5	511	88.4	29.5	548	87.6	29.3	585	88.2	29.1
475	89.9	30.0	512	88.6	29.8	549	88.4	29.5	586	88.4	29.7
476	88.6	29.0	513	88.9	28.8	550	89.2	29.8	587	88.4	29.0
477	89.6	30.0	514	87.6	29.4	551	88.2	28.7	588	87.9	29.0
478	90.9	30.0	515	85.6	28.6	552	88.2	29.2	589	88.6	29.8
479	89.2	29.2	516	85.9	29.6	553	88.6	29.9	590	88.9	29.5
480	89.6	29.6	517	87.9	29.2	554	86.6	29.6	591	89.9	30.0
481	86.6	29.5	518	87.6	29.6	555	87.6	29.3	592	87.6	29.4

Data	Brix	Pol
593	88.6	29.5
594	88.9	29.7
595	87.9	29.1
596	88.6	29.4
597	86.6	29.1
598	88.6	29.6
599	87.3	32.9
600	88.9	26.4
601	88.2	29.6
602	86.9	29.9
603	88.6	29.9
604	87.6	29.3
605	88.6	29.6
606	86.9	29.6
607	87.6	29.1
608	87.9	28.8
609	88.2	29.3
610	88.4	29.6
611	87.9	29.1
612	87.4	29.6
613	88.6	28.8
614	87.2	29.1
615	87.9	29.6
616	89.6	29.9
617	90.6	31.0
618	90.6	30.4
619	89.6	30.5
620	89.6	30.3
621	90.6	30.4
622	89.9	30.6
623	88.9	30.4
624	89.9	30.1

**LAMPIRAN E. Sintax Matlab Diagram Kontrol MEWMV**

```

%program diagram kontrol MEWMV
X=importdata('F:\TA\TA Doni\Running\MEWMV\Oktasli.txt');
omega=0.1;
lamda=0.7;
L=2.9038;
p=2;
[brsX,klmX]=size(X);
t=brsX;
rata=mean(X)
for i=1:t
    for j=1:2
        X(i,j)=X(i,j)-rata(j);
    end
end
A=X*X';
[brsA,klmA]=size(A);
t=brsA;
I=eye(t);
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
            M(j,j2)=lamda*(1-lamda)^(j-j2);
        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);
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);
Q=(I_partial_u-M_partial_u)*C*(I_partial_u-M_partial_u);
trv(u)=trace(Q*A_partial_u);
estt(u)=p*trace(Q);
Q2=Q.^2;
sumQ2=sum(sum(Q2));
varr(u)=2*p*sumQ2;
ba=estt+L*sqrt(varr);
bb=estt-L*(sqrt(varr));
end
trv_partial=trv(:,1:t);
esst_partial=estt(:,1:t);
varr_partial=varr(:,1:t);
ba_partial=ba(:,1:t);
bb_partial=bb(:,1:t);
keluarBKA=0;
d1=0
for i=1:t-1;
    if trv_partial(i)>ba_partial(i)
        keluarBKA=keluarBKA+1;
        d1=d1+1;
        yangkeluarBKA(d1)=i;
    end
end
keluarBKB=0;

```



78

```
d2=0
for i=1:t-1;
if trv_partial(i)<bb_partial(i)
keluarBKB=keluarBKB+1;
d2=d2+1;
yangkeluarBKB(d2)=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');
```

## LAMPIRAN F. Sintax Matlab Diagram Kontrol MEWMA

```

%program diagram kontrol MEWMA
X=importdata('F:\TA\TADoni\Running\MEWMA\Fase1periode Sep\data.txt');
r=0.8;
h4=10.58;
%menghitung varian kovarian dari data
S=cov(X);
[brsX,klmX]=size(X);
t=brsX;
rata=mean(X)
for i=1:t
    for j=1:2
        X(i,j)=X(i,j)-rata(j);
    end
end
%menghitung vektor Zi
for p=1:2
    Z(1,p)=r*X(1,p);
end
for i=2:t
    for p=1:2
        Z(i,p)=r*X(i,p)+(1-r)*Z(i-1,p);
    end
end

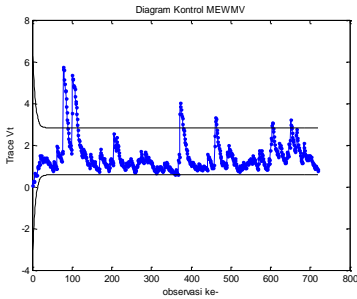
for i=1:t
    Szi=(r*(1-(1-r)^(2*i))/(2-r))*S;
    iS=inv(Szi);
    Z1=Z(i,:);
    T2(i)=Z1'*iS*Z1;
end

```

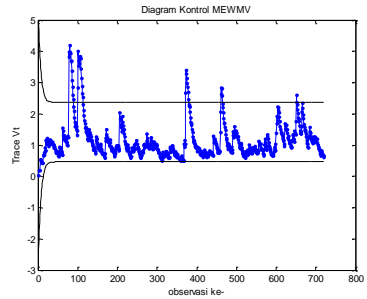
```
keluarBKA=0;
    d=0;
for i=1:t
    if T2(i)>h4
        keluarBKA=keluarBKA+1;
        d=d+1;
        yangkeluarBKA(d)=i;
    end
end
for i=1:t
    batas(i)=h4;
    x(i)=i;
end
%membuat plot diagram kontrol MEWMA
plot(x,T2,'b.-',x,batas,'k-')
title('Diagram Kontrol MEWMA');
xlabel('obsevasi ke-');
ylabel('Ti2')
```

## LAMPIRAN G. Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 Bulan September

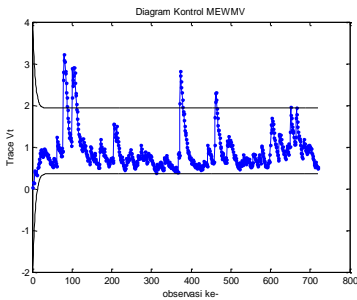
$\lambda=0,2$   $\omega=0,1$   $L=2.8738$



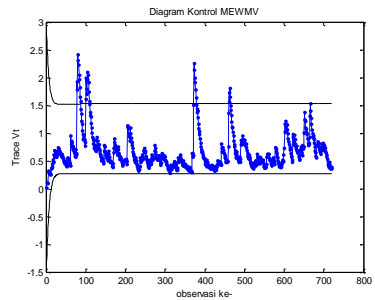
$\lambda=0,2$   $\omega=0,1$   $L=2.8738$



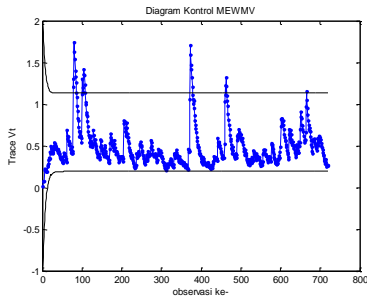
$\lambda=0,3$   $\omega=0,1$   $L=2.8800$



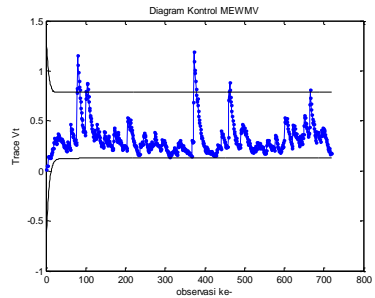
$\lambda=0,4$   $\omega=0,1$   $L=2.8838$



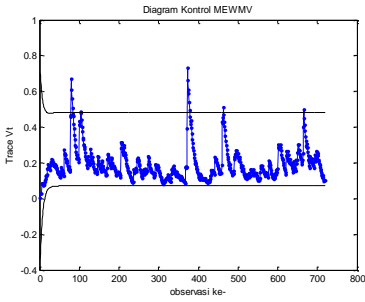
$\lambda=0,5$   $\omega=0,1$   $L=2.8900$



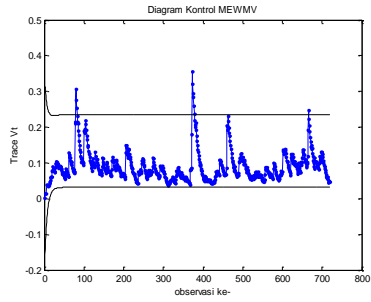
$\lambda=0,6$   $\omega=0,1$   $L=2.8975$



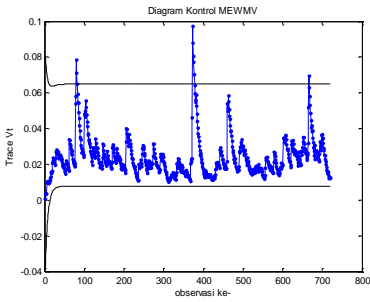
$\lambda=0,7$   $\omega=0,1$   $L=2.9038$



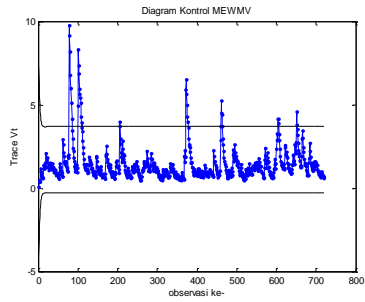
$\lambda=0,8$   $\omega=0,1$   $L=2.9138$



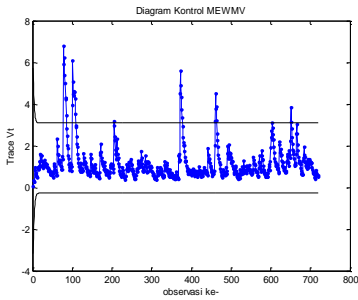
$\lambda=0,9$   $\omega=0,1$   $L=2.9238$



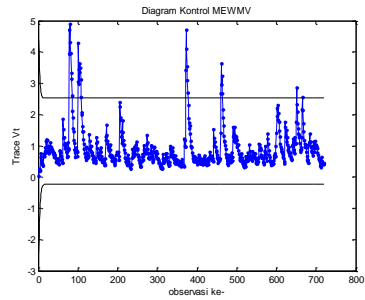
$\lambda=0,1$   $\omega=0,2$   $L=3.4725$



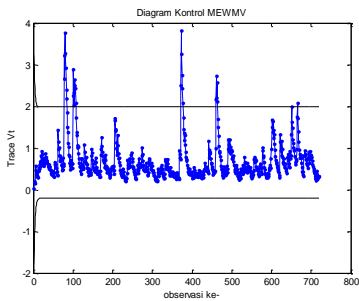
$\lambda=0,2$   $\omega=0,2$   $L=3.4775$



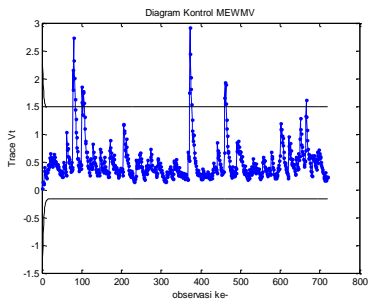
$\lambda=0,3$   $\omega=0,2$   $L=3.4850$



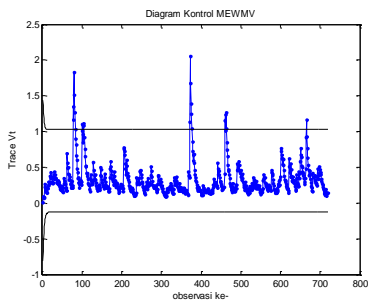
$\lambda=0,4$   $\omega=0,2$   $L=3.4975$



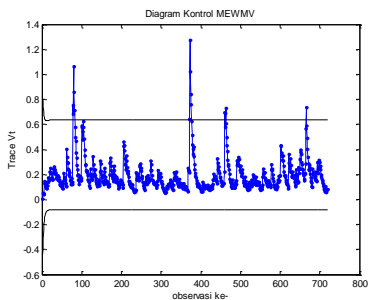
$\lambda=0,5$   $\omega=0,2$   $L=3.5075$



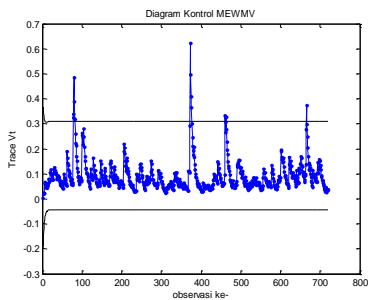
$\lambda=0,6$   $\omega=0,2$   $L=3.5175$



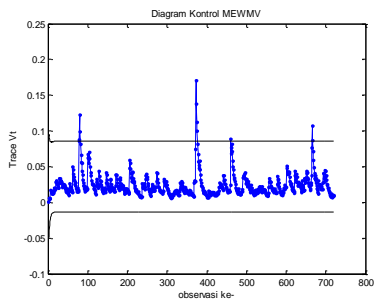
$\lambda=0,7$   $\omega=0,2$   $L=3.5275$



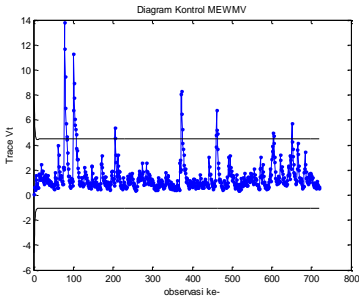
$\lambda=0,8$   $\omega=0,2$   $L=3.5350$



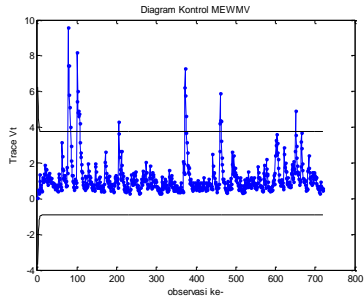
$\lambda=0,9$   $\omega=0,2$   $L=3.5394$



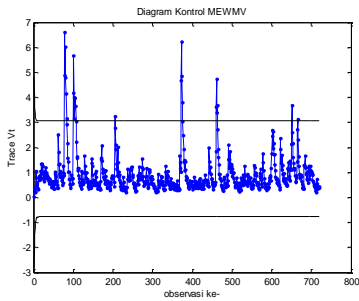
lamda=0,1 omega=0,3 L=3.8675



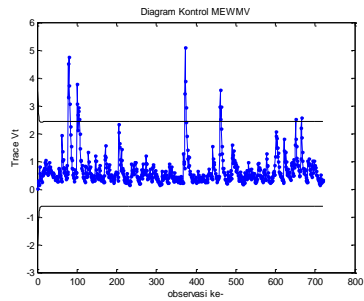
lamda=0,2 omega=0,3 L=3.8725



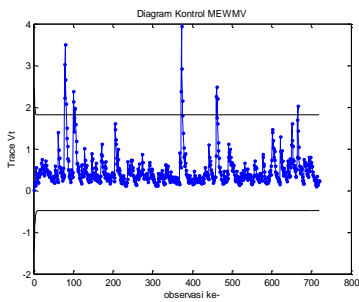
lamda=0,3 omega=0,3 L=3.8800



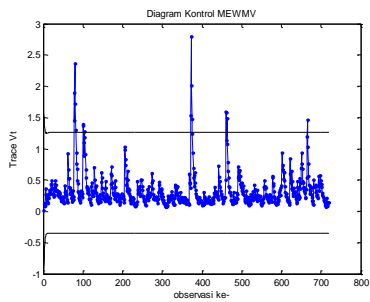
lamda=0,4 omega=0,3 L=3.8850



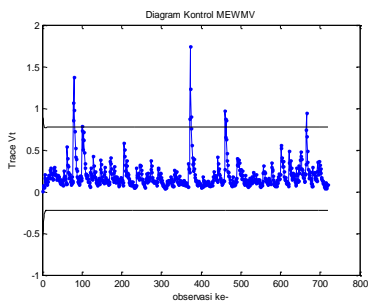
lamda=0,5 omega=0,3 L=3.9000



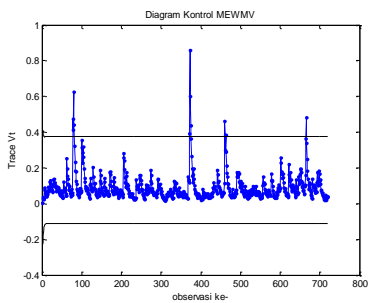
lamda=0,6 omega=0,3 L=3.9100



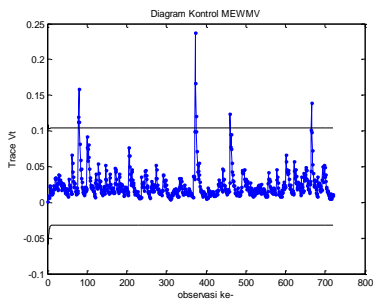
$\lambda=0,7$   $\omega=0,3$   $L=3.9291$



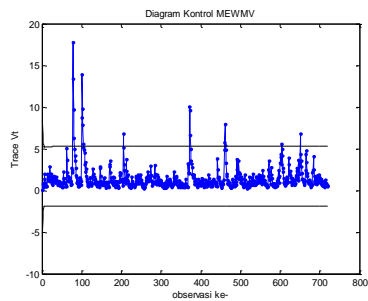
$\lambda=0,8$   $\omega=0,3$   $L=3.9325$



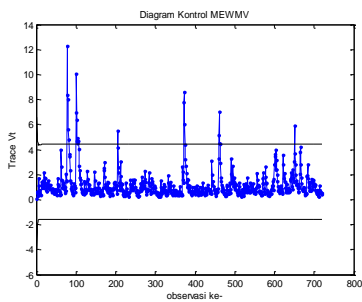
$\lambda=0,9$   $\omega=0,3$   $L=3.9413$



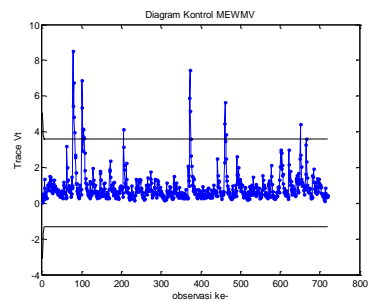
$\lambda=0,1$   $\omega=0,4$   $L=4.1625$



$\lambda=0,2$   $\omega=0,4$   $L=4.1675$

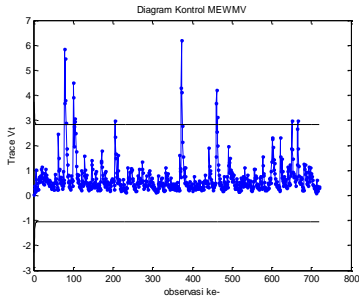


$\lambda=0,3$   $\omega=0,4$   $L=4.1788$

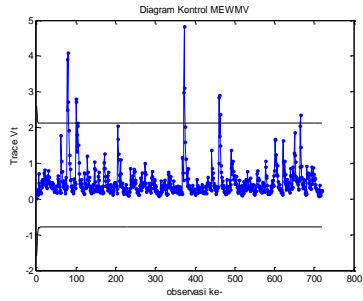




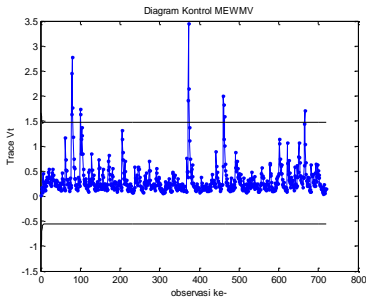
lamda=0,4 omega=0,4 L=4.1875



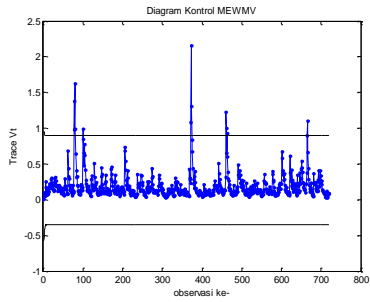
lamda=0,5 omega=0,4 L=4.1900



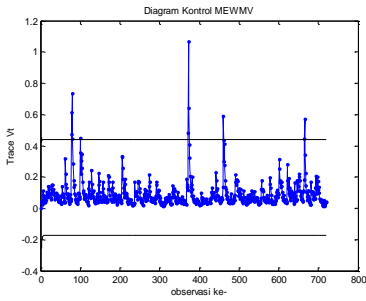
lamda=0,6 omega=0,4 L=4.2050



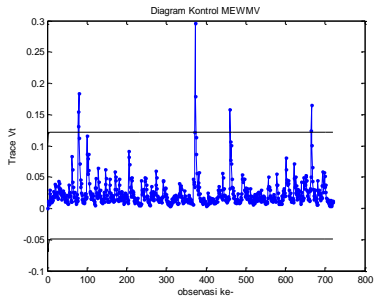
lamda=0,7 omega=0,4 L=4.2088



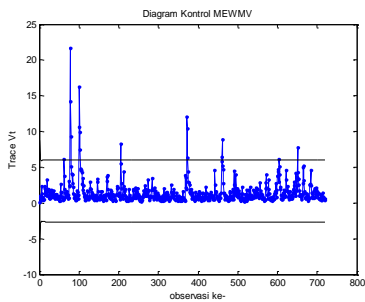
lamda=0,8 omega=0,4 L=4.2150



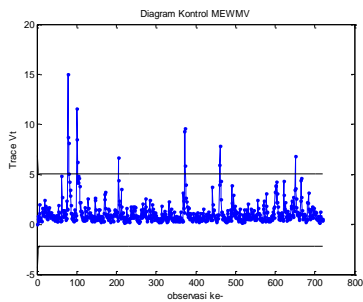
lamda=0,9 omega=0,4 L=4.2250



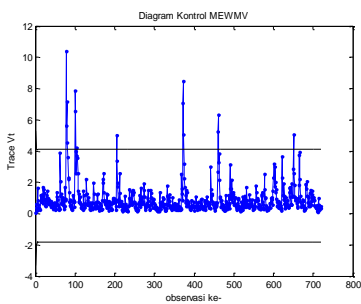
$\lambda=0,1$   $\omega=0,5$   $L=4.4000$



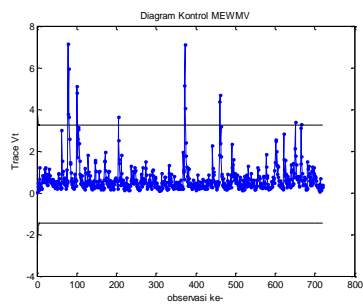
$\lambda=0,2$   $\omega=0,5$   $L=4.4000$



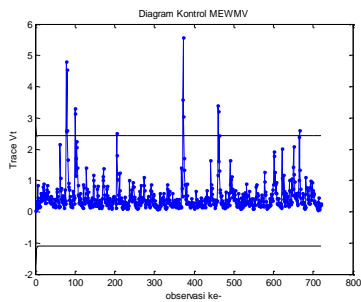
$\lambda=0,3$   $\omega=0,5$   $L=4.4050$



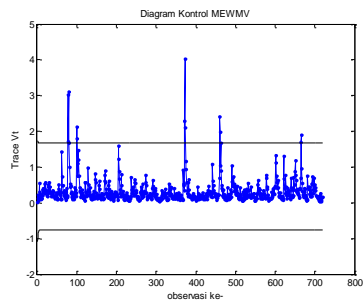
$\lambda=0,4$   $\omega=0,5$   $L=4.4150$



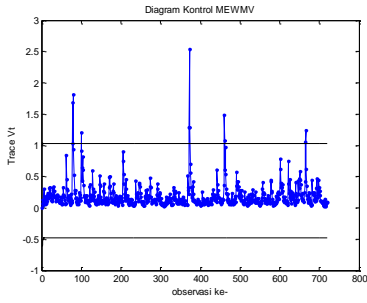
$\lambda=0,5$   $\omega=0,5$   $L=4.4225$



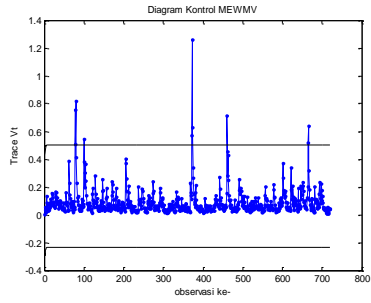
$\lambda=0,6$   $\omega=0,5$   $L=4.4225$



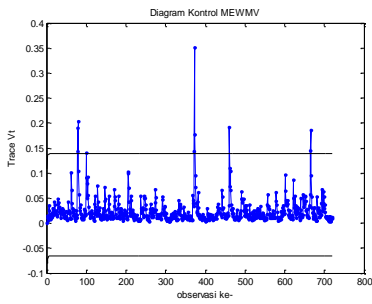
$\lambda=0,7$   $\omega=0,5$   $L=4.4300$



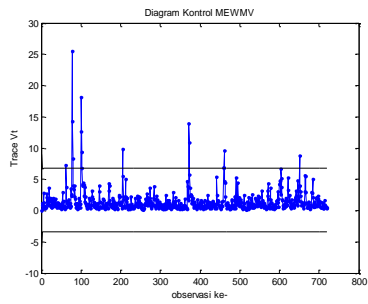
$\lambda=0,8$   $\omega=0,5$   $L=4.4350$



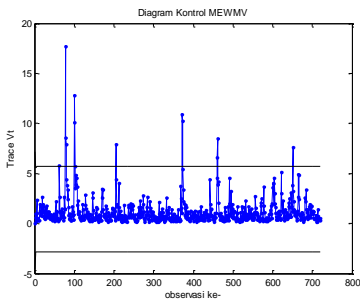
$\lambda=0,9$   $\omega=0,5$   $L=4.4350$



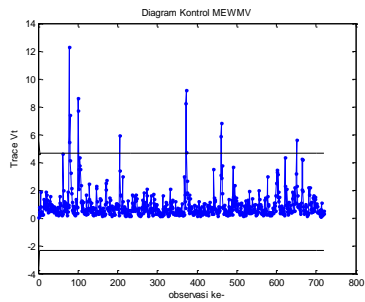
$\lambda=0,1$   $\omega=0,6$   $L=4.5875$



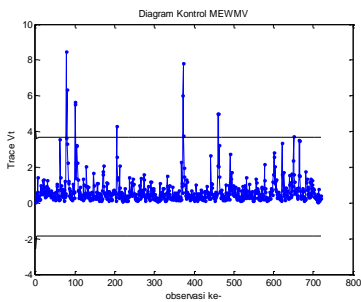
$\lambda=0,2$   $\omega=0,6$   $L=4.5925$



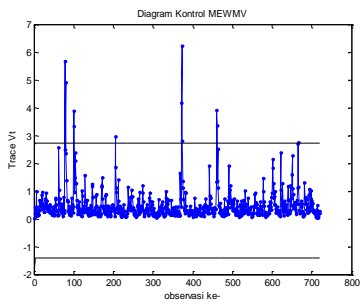
$\lambda=0,3$   $\omega=0,6$   $L=4.5875$



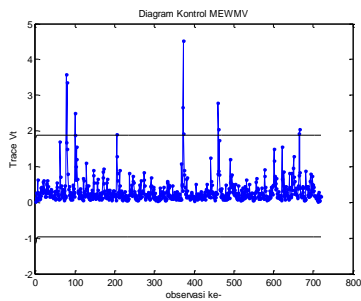
$\lambda=0,4$   $\omega=0,6$   $L=4.5938$



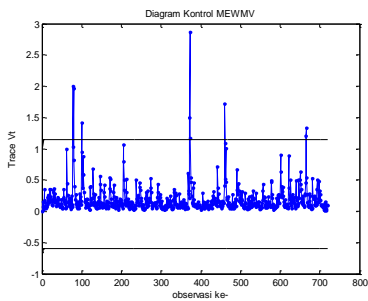
$\lambda=0,5$   $\omega=0,6$   $L=4.6013$



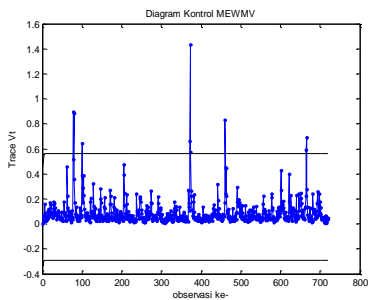
$\lambda=0,6$   $\omega=0,6$   $L=4.6000$



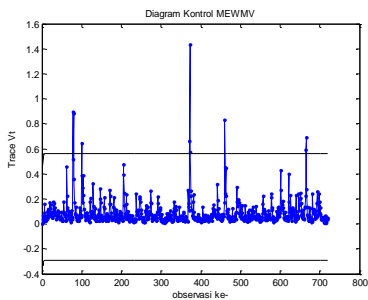
$\lambda=0,7$   $\omega=0,6$   $L=4.5975$



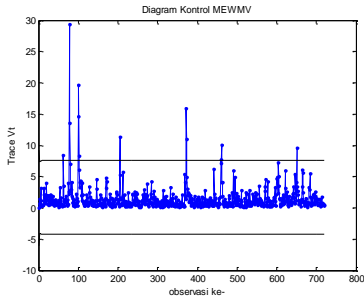
$\lambda=0,8$   $\omega=0,6$   $L=4.6000$



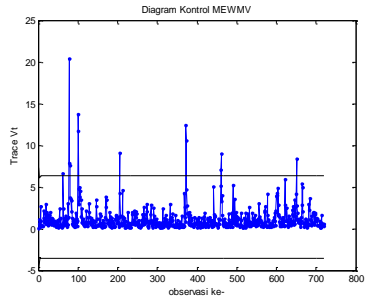
$\lambda=0,9$   $\omega=0,6$   $L=4.5975$



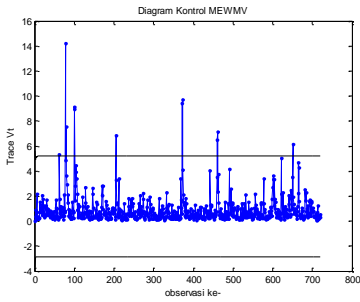
$\lambda=0,1$   $\omega=0,7$   $L=4.7281$



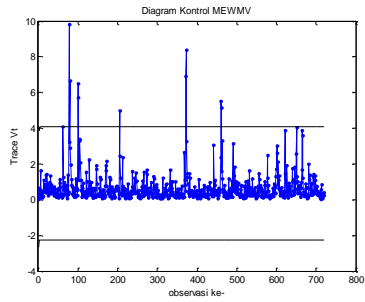
$\lambda=0,2$   $\omega=0,7$   $L=4.7313$



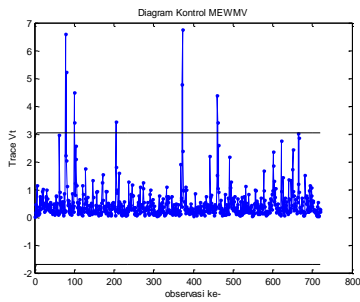
$\lambda=0,3$   $\omega=0,7$   $L=4.7288$



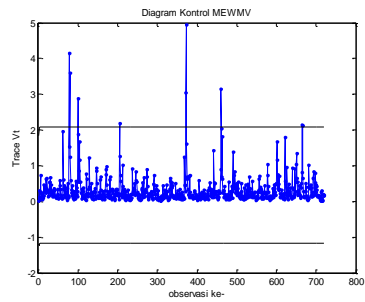
$\lambda=0,4$   $\omega=0,7$   $L=4.7325$



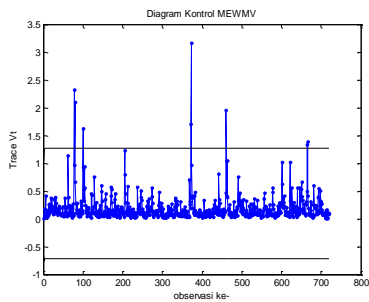
$\lambda=0,5$   $\omega=0,7$   $L=4.7350$



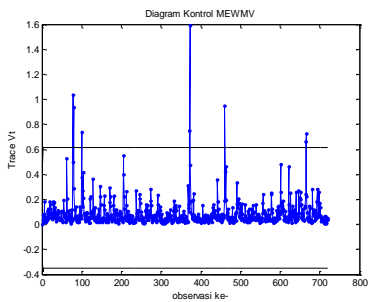
$\lambda=0,6$   $\omega=0,7$   $L=4.7450$



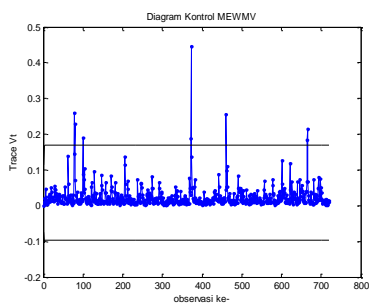
$\lambda=0,7$   $\omega=0,7$   $L=4.7250$



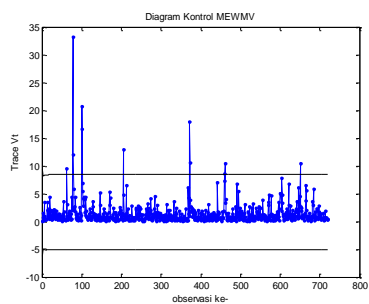
$\lambda=0,8$   $\omega=0,7$   $L=4.7225$



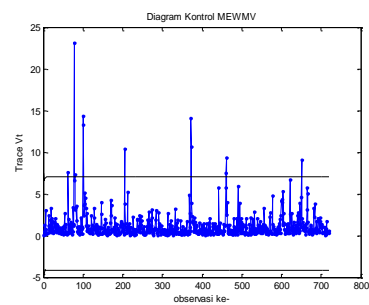
$\lambda=0,9$   $\omega=0,7$   $L=4.7100$



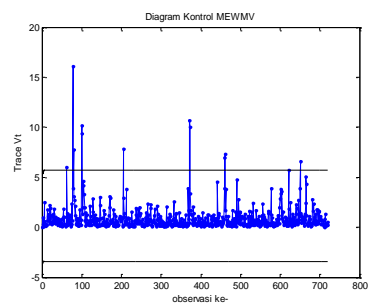
$\lambda=0,1$   $\omega=0,8$   $L=4.8313$

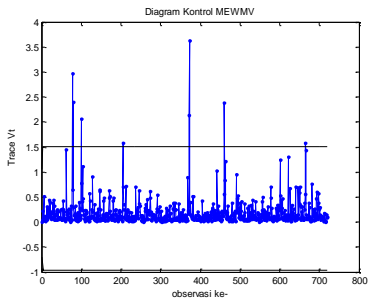
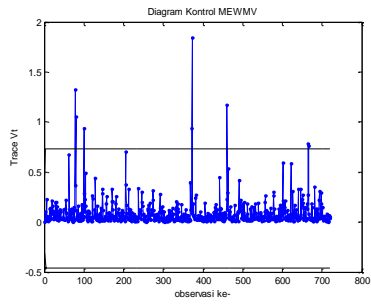
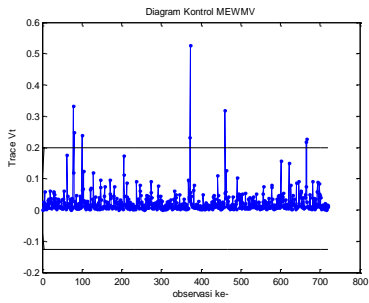


$\lambda=0,2$   $\omega=0,8$   $L=4.8281$



$\lambda=0,3$   $\omega=0,8$   $L=4.8313$



$\lambda=0,7$   $\omega=0,9$   $L=4.8725$  $\lambda=0,8$   $\omega=0,9$   $L=4.8638$  $\lambda=0,9$   $\omega=0,9$   $L=4.8475$ 

## LAMPIRAN H. Nilai-Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali Diagram Kontrol MEWMV fase 1

Bulan Oktober

lamda=0,1    omega=0,1    L=2.8725									
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
1	78	2.8383	5.6309	0.5722	37	462	2.8383	3.1492	0.5722
2	79	2.8383	5.7403	0.5722	38	463	2.8383	3.2525	0.5722
3	80	2.8383	5.5968	0.5722	39	464	2.8383	3.0118	0.5722
4	81	2.8383	5.1409	0.5722	40	604	2.8383	2.9403	0.5722
5	82	2.8383	4.9205	0.5722	41	605	2.8383	3.0558	0.5722
6	83	2.8383	4.5783	0.5722	42	606	2.8383	3.0416	0.5722
7	84	2.8383	4.6310	0.5722	43	651	2.8383	3.2021	0.5722
8	85	2.8383	4.2108	0.5722	44	652	2.8383	2.9544	0.5722
9	86	2.8383	3.8409	0.5722	45	653	2.8383	2.8979	0.5722
lamda=0,2    omega=0,1    L=2.8738									
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
11	88	2.8383	3.2163	0.5722	1	78	2.3795	3.9805	0.4648
12	89	2.8383	3.0550	0.5722	2	79	2.3795	3.8276	0.4648
13	100	2.8383	3.5181	0.5722	3	80	2.3795	4.1972	0.4648
14	101	2.8383	5.3452	0.5722	4	81	2.3795	3.9788	0.4648
15	102	2.8383	5.1602	0.5722	5	82	2.3795	3.9295	0.4648
16	103	2.8383	5.1513	0.5722	6	83	2.3796	3.6815	0.4648
17	104	2.8383	4.8464	0.5722	7	84	2.3796	3.7086	0.4648
18	105	2.8383	4.8050	0.5722	8	85	2.3796	3.3789	0.4648
19	106	2.8383	4.7729	0.5722	9	86	2.3796	3.0712	0.4648
20	107	2.8383	4.6873	0.5722	10	87	2.3796	2.8710	0.4648
21	108	2.8383	4.3258	0.5722	11	88	2.3796	2.5956	0.4648
22	109	2.8383	3.9834	0.5722	12	89	2.3796	2.4711	0.4648
23	110	2.8383	4.1046	0.5722	13	100	2.3796	2.8331	0.4649
24	111	2.8383	3.8239	0.5722	14	101	2.3796	4.0126	0.4649
25	112	2.8383	3.4939	0.5722	15	102	2.3796	3.7037	0.4649
26	113	2.8383	3.2317	0.5722	16	103	2.3796	3.5440	0.4649
27	114	2.8383	2.9717	0.5722	17	104	2.3796	3.6065	0.4649
28	372	2.8383	3.4949	0.5722	18	105	2.3796	3.7951	0.4649
29	373	2.8383	4.0278	0.5722	19	106	2.3796	3.8499	0.4649
30	374	2.8383	3.8502	0.5722	20	107	2.3796	3.7675	0.4649
31	375	2.8383	3.6989	0.5722	21	108	2.3796	3.4542	0.4649
32	376	2.8383	3.4819	0.5722	22	109	2.3796	3.1468	0.4649
33	377	2.8383	3.3996	0.5722	23	110	2.3796	3.1486	0.4649
34	378	2.8383	3.2782	0.5722	24	111	2.3796	2.8746	0.4649
35	379	2.8383	2.9948	0.5722	25	112	2.3796	2.6526	0.4649
36	461	2.8383	3.3316	0.5722					



No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
26	113	2.3796	2.5226	0.4649	25	373	1.9418	2.8170	0.3641
27	372	2.3796	2.6834	0.4649	26	374	1.9418	2.7028	0.3641
28	373	2.3796	3.3952	0.4649	27	375	1.9418	2.5620	0.3641
29	374	2.3796	3.2729	0.4649	28	376	1.9418	2.4329	0.3641
30	375	2.3796	3.1449	0.4649	29	377	1.9418	2.3084	0.3641
31	376	2.3796	2.9710	0.4649	30	378	1.9418	2.1403	0.3641
32	377	2.3796	2.8632	0.4649	31	379	1.9418	1.9531	0.3641
33	378	2.3796	2.7035	0.4649	32	461	1.9418	2.2818	0.3641
34	379	2.3796	2.4593	0.4649	33	462	1.9418	2.0802	0.3641
35	461	2.3796	2.8357	0.4649	34	463	1.9418	2.3094	0.3641
36	462	2.3796	2.6341	0.4649	35	464	1.9418	2.1235	0.3641
37	463	2.3796	2.8012	0.4649	36	651	1.9418	1.9489	0.3641
38	464	2.3796	2.5844	0.4649	lamda=0,4 omega=0,1 L=2.8838				
39	651	2.3796	2.5998	0.4649	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
lamda=0,3 omega=0,1 L=2.8800					1	1.5263	1.9341	0.2736	1.5263
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	2	1.5263	1.7825	0.2736	1.5263
1	78	1.9418	2.7931	0.3640	3	1.5263	2.4185	0.2736	1.5263
2	79	1.9418	2.6002	0.3640	4	1.5263	2.3067	0.2736	1.5263
3	80	1.9418	3.2126	0.3640	5	1.5263	2.2281	0.2736	1.5263
4	81	1.9418	3.0849	0.3640	6	1.5263	2.0398	0.2736	1.5263
5	82	1.9418	3.0376	0.3640	7	1.5263	1.9640	0.2736	1.5263
6	83	1.9418	2.8148	0.3640	8	1.5263	1.8251	0.2736	1.5263
7	84	1.9418	2.7690	0.3640	9	1.5263	1.6538	0.2736	1.5263
8	85	1.9418	2.5385	0.3640	10	1.5263	1.5740	0.2736	1.5263
9	86	1.9418	2.3006	0.3640	11	1.5263	1.6082	0.2737	1.5263
10	87	1.9418	2.1761	0.3640	12	1.5263	1.9881	0.2737	1.5263
11	88	1.9418	1.9706	0.3640	13	1.5263	1.7977	0.2737	1.5263
12	100	1.9418	2.1860	0.3641	14	1.5263	1.6988	0.2737	1.5263
13	101	1.9418	2.8871	0.3641	15	1.5263	1.9680	0.2737	1.5263
14	102	1.9418	2.6081	0.3641	16	1.5263	2.0963	0.2737	1.5263
15	103	1.9418	2.4607	0.3641	17	1.5263	2.0447	0.2737	1.5263
16	104	1.9418	2.7022	0.3641	18	1.5263	1.9098	0.2737	1.5263
17	105	1.9418	2.9034	0.3641	19	1.5263	1.7447	0.2737	1.5263
18	106	1.9418	2.9065	0.3641	20	1.5263	1.5708	0.2737	1.5263
19	107	1.9418	2.7776	0.3641	21	1.5263	2.2539	0.2737	1.5263
20	108	1.9418	2.5310	0.3641	22	1.5263	2.1335	0.2737	1.5263
21	109	1.9418	2.2851	0.3641	23	1.5263	1.9926	0.2737	1.5263
22	110	1.9418	2.2327	0.3641	24	1.5263	1.9084	0.2737	1.5263
23	111	1.9418	2.0195	0.3641	25	1.5263	1.7887	0.2737	1.5263
24	372	1.9418	2.0354	0.3641	26	1.5263	1.6413	0.2737	1.5263

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
27	461	1.5263	1.7312	0.2737	7	85	0.7885	0.8067	0.1257
28	462	1.5263	1.5618	0.2737	8	101	0.7885	0.7960	0.1258
29	463	1.5263	1.8083	0.2737	9	104	0.7885	0.8665	0.1258
30	464	1.5263	1.6571	0.2737	10	105	0.7885	0.8752	0.1258
31	666	1.5263	1.5288	0.2737	11	106	0.7885	0.8168	0.1258
lamda=0,5 omega=0,1 L=2.8900					12	373	0.7885	1.1922	0.1258
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	13	376	0.7885	0.9738	0.1258
1	78	1.1396	1.3004	0.1936	14	375	0.7885	1.0034	0.1258
2	79	1.1396	1.2074	0.1936	15	376	0.7885	0.9738	0.1258
3	80	1.1396	1.7372	0.1936	16	377	0.7885	0.8967	0.1258
4	81	1.1396	1.6292	0.1936	17	378	0.7885	0.8178	0.1258
5	82	1.1396	1.5404	0.1936	18	461	0.7885	0.7959	0.1258
6	83	1.1396	1.4007	0.1936	19	463	0.7885	0.8831	0.1258
7	84	1.1396	1.3292	0.1936	20	464	0.7885	0.8081	0.1258
8	85	1.1396	1.2552	0.1936	21	666	0.7885	0.8062	0.1258
9	101	1.1397	1.3022	0.1937	lamda=0,7 omega=0,1 L=2.9038				
10	102	1.1397	1.2003	0.1937	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
11	103	1.1397	1.1411	0.1937	1	80	0.4823	0.6694	0.0715
12	104	1.1397	1.3589	0.1937	2	81	0.4823	0.6082	0.0715
13	105	1.1397	1.4132	0.1937	3	82	0.4823	0.5594	0.0715
14	106	1.1397	1.3439	0.1937	4	83	0.4823	0.5080	0.0715
15	107	1.1397	1.2363	0.1937	5	104	0.4823	0.4876	0.0715
16	373	1.1397	1.7069	0.1937	6	373	0.4823	0.7325	0.0715
17	374	1.1397	1.5887	0.1937	7	374	0.4823	0.6629	0.0715
18	375	1.1397	1.4681	0.1937	8	375	0.4823	0.6080	0.0715
19	376	1.1397	1.4179	0.1937	9	376	0.4823	0.5900	0.0715
20	377	1.1397	1.3160	0.1937	10	377	0.4823	0.5401	0.0715
21	378	1.1397	1.2019	0.1937	11	378	0.4823	0.4926	0.0715
22	461	1.1397	1.2272	0.1937	12	463	0.4823	0.5112	0.0715
23	463	1.1397	1.3242	0.1937	13	666	0.4823	0.5003	0.0715
24	464	1.1397	1.2106	0.1937	lamda=0,8 omega=0,1 L=2.9138				
25	666	1.1397	1.1518	0.1937	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
lamda=0,6 omega=0,1 L=2.8975					1	80	0.2349	0.3063	0.0317
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	2	81	0.2349	0.2767	0.0317
1	78	0.7885	0.8230	0.1257	3	82	0.2349	0.2531	0.0317
2	80	0.7885	1.1516	0.1257	4	373	0.2349	0.3561	0.0318
3	81	0.7885	1.0606	0.1257	5	374	0.2349	0.3205	0.0318
4	82	0.7885	0.9860	0.1257	6	375	0.2349	0.2939	0.0318
5	83	0.7885	0.8949	0.1257	7	376	0.2349	0.2838	0.0318
6	84	0.7885	0.8415	0.1257	8	377	0.2349	0.2590	0.0318

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
9	378	0.2349	0.2361	0.0318	26	377	3.6903	3.9653	-0.2798
10	666	0.2349	0.2475	0.0318	27	460	3.6903	3.6988	-0.2798
lamda=0,9 omega=0,1 L=2.9238					28	461	3.6903	5.2239	-0.2798
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	29	462	3.6903	4.4805	-0.2798
1	80	0.065	0.079	0.008	30	463	3.6903	4.4208	-0.2798
2	81	0.065	0.071	0.008	31	464	3.6903	3.7058	-0.2798
3	82	0.065	0.065	0.008	32	604	3.6903	4.1521	-0.2798
4	373	0.065	0.098	0.008	33	605	3.6903	4.1407	-0.2798
5	374	0.065	0.088	0.008	34	606	3.6903	3.8955	-0.2798
6	375	0.065	0.081	0.008	35	651	3.6903	4.5856	-0.2798
7	376	0.065	0.077	0.008	36	652	3.6903	3.8136	-0.2798
8	377	0.065	0.071	0.008	lamda=0,2 omega=0,2 L=3.4775				
9	666	0.065	0.07	0.008	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
lamda=0,1 omega=0,2 L=3.4725					1	78	3.0976	6.7859	-0.2532
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	2	79	3.0976	5.9189	-0.2532
1	78	3.6903	9.7605	-0.2798	3	80	3.0976	6.2398	-0.2532
2	79	3.6903	9.1534	-0.2798	4	81	3.0976	5.3946	-0.2532
3	80	3.6903	8.1838	-0.2798	5	82	3.0976	5.0128	-0.2532
4	81	3.6903	6.7547	-0.2798	6	83	3.0976	4.3001	-0.2532
5	82	3.6903	5.9911	-0.2798	7	84	3.0976	4.2306	-0.2532
6	83	3.6903	5.0925	-0.2798	8	85	3.0976	3.4668	-0.2532
7	84	3.6903	5.0950	-0.2798	9	100	3.0976	3.9572	-0.2532
8	85	3.6903	4.9252	-0.2798	10	101	3.0976	6.0913	-0.2532
9	100	3.6903	8.2979	-0.2798	11	102	3.0976	5.0578	-0.2532
10	101	3.6903	7.3373	-0.2798	12	103	3.0976	4.4676	-0.2532
11	102	3.6903	6.8842	-0.2798	13	104	3.0976	4.4078	-0.2532
12	103	3.6903	5.9278	-0.2798	14	105	3.0976	4.6248	-0.2532
13	104	3.6903	5.6287	-0.2798	15	106	3.0976	4.5685	-0.2532
14	105	3.6903	5.3997	-0.2798	16	107	3.0976	4.2600	-0.2532
15	106	3.6903	5.1032	-0.2798	17	108	3.0976	3.5348	-0.2532
16	107	3.6903	4.2970	-0.2798	18	205	3.0976	3.1738	-0.2532
17	108	3.6903	3.6180	-0.2798	19	372	3.0976	4.5253	-0.2532
18	110	3.6903	3.9335	-0.2798	20	373	3.0976	5.5805	-0.2532
19	205	3.6903	3.9494	-0.2798	21	374	3.0976	4.8989	-0.2532
20	206	3.6903	3.7018	-0.2798	22	375	3.0976	4.3177	-0.2532
21	372	3.6903	5.9090	-0.2798	23	376	3.0976	3.7353	-0.2532
22	373	3.6903	6.4921	-0.2798	24	377	3.0976	3.3669	-0.2532
23	374	3.6903	5.6439	-0.2798	25	460	3.0976	3.1798	-0.2532
24	375	3.6903	4.9827	-0.2798	26	461	3.0976	4.5018	-0.2532
25	376	3.6903	4.2919	-0.2798	27	462	3.0976	3.7652	-0.2532

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
28	463	3.0976	3.8732	-0.2532	4	81	1.9954	3.2648	-0.1954
29	464	3.0976	3.2252	-0.2532	5	82	1.9954	2.9158	-0.1954
30	651	3.0976	3.8287	-0.2532	6	83	1.9954	2.4017	-0.1954
31	652	3.0976	3.1322	-0.2532	7	84	1.9954	2.1778	-0.1954
lamda=0,3 omega=0,2 L=3.4850									8
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	9	101	1.9954	2.8815	-0.1954
1	78	2.5314	4.6973	-0.2255	10	102	1.9954	2.3221	-0.1954
2	79	2.5314	3.9307	-0.2255	11	103	1.9954	2.0195	-0.1954
3	80	2.5314	4.8894	-0.2255	12	104	1.9954	2.4936	-0.1954
4	81	2.5314	4.2986	-0.2255	13	105	1.9954	2.6452	-0.1954
5	82	2.5314	3.9612	-0.2255	14	106	1.9954	2.4322	-0.1954
6	83	2.5314	3.3309	-0.2255	15	107	1.9954	2.0849	-0.1954
7	84	2.5314	3.1360	-0.2255	16	372	1.9954	2.5049	-0.1954
8	85	2.5314	2.6017	-0.2255	17	373	1.9954	3.8098	-0.1954
9	100	2.5314	3.0555	-0.2255	18	374	1.9954	3.2578	-0.1954
10	101	2.5314	4.2838	-0.2255	19	375	1.9954	2.7512	-0.1954
11	102	2.5314	3.4465	-0.2255	20	376	1.9954	2.4311	-0.1954
12	103	2.5314	2.9840	-0.2255	21	377	1.9954	2.0871	-0.1954
13	104	2.5314	3.3624	-0.2255	22	460	1.9954	2.1697	-0.1954
14	105	2.5314	3.6326	-0.2255	23	461	1.9954	2.7363	-0.1954
15	106	2.5314	3.4931	-0.2255	24	462	1.9954	2.1966	-0.1954
16	107	2.5314	3.1179	-0.2255	25	463	1.9954	2.5625	-0.1954
17	108	2.5314	2.5568	-0.2255	26	464	1.9954	2.1092	-0.1954
18	372	2.5314	3.4158	-0.2255	27	666	1.9954	2.0822	-0.1954
19	373	2.5314	4.7029	-0.2255	lamda=0,5 omega=0,2 L=3.5075				
20	374	2.5314	4.0974	-0.2255	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
21	375	2.5314	3.5369	-0.2255	1	78	1.4934	2.1472	-0.1601
22	376	2.5314	3.0837	-0.2255	2	79	1.4934	1.7920	-0.1601
23	377	2.5314	2.7045	-0.2255	3	80	1.4934	2.7346	-0.1601
24	460	2.5314	2.6826	-0.2255	4	81	1.4934	2.3191	-0.1601
25	461	2.5314	3.6256	-0.2255	5	82	1.4934	2.0035	-0.1601
26	462	2.5314	2.9536	-0.2255	6	83	1.4934	1.6315	-0.1601
27	463	2.5314	3.2373	-0.2255	7	100	1.4934	1.5667	-0.1601
28	464	2.5314	2.6798	-0.2255	8	101	1.4934	1.8429	-0.1601
29	651	2.5314	2.8671	-0.2255	9	102	1.4934	1.5309	-0.1601
lamda=0,4 omega=0,2 L=3.4975					10	104	1.4934	1.7410	-0.1601
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	11	105	1.4934	1.7732	-0.1601
1	78	1.9954	3.2192	-0.1954	12	106	1.4934	1.5625	-0.1601
2	79	1.9954	2.6590	-0.1954	13	372	1.4934	1.7486	-0.1601
3	80	1.9954	3.7557	-0.1954	14	373	1.4934	2.9151	-0.1601

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
15	374	1.4934	2.4370	-0.1601	8	374	0.6353	1.0245	-0.0814
16	375	1.4934	2.0261	-0.1601	9	375	0.6353	0.8424	-0.0814
17	376	1.4934	1.8141	-0.1601	10	376	0.6353	0.7595	-0.0814
18	377	1.4934	1.5311	-0.1601	11	460	0.6353	0.6980	-0.0814
19	460	1.4934	1.6504	-0.1601	12	461	0.6353	0.6907	-0.0814
20	461	1.4934	1.9222	-0.1601	13	463	0.6353	0.7294	-0.0814
21	462	1.4934	1.5450	-0.1601	14	666	0.6353	0.7369	-0.0814
22	463	1.4934	1.8898	-0.1601	lamda=0,8 omega=0,2 L=3.5350				
23	464	1.4934	1.5495	-0.1601	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
24	666	1.4934	1.6135	-0.1601	1	78	0.3100	0.3386	-0.0433
lamda=0,6 omega=0,2 L=3.5175					2	79	0.3100	0.3235	-0.0433
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	3	80	0.3100	0.4840	-0.0433
1	78	1.0357	1.3493	-0.1214	4	81	0.3100	0.3893	-0.0433
2	79	1.0357	1.1600	-0.1214	5	82	0.3100	0.3196	-0.0433
3	80	1.0357	1.8255	-0.1214	6	373	0.3100	0.6220	-0.0433
4	81	1.0357	1.5086	-0.1214	7	374	0.3100	0.4976	-0.0433
5	82	1.0357	1.2699	-0.1214	8	375	0.3100	0.4089	-0.0433
6	101	1.0357	1.1005	-0.1214	9	376	0.3100	0.3658	-0.0433
7	104	1.0357	1.1141	-0.1214	10	460	0.3100	0.3325	-0.0433
8	105	1.0357	1.0821	-0.1214	11	463	0.3100	0.3274	-0.0433
9	372	1.0357	1.1293	-0.1214	12	666	0.3100	0.3726	-0.0433
10	373	1.0357	2.0541	-0.1214	lamda=0,9 omega=0,2 L=3.5394				
11	374	1.0357	1.6812	-0.1214	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
12	375	1.0357	1.3863	-0.1214	1	78	0.0858	0.0858	-0.0131
13	376	1.0357	1.2505	-0.1214	2	79	0.0858	0.0879	-0.0131
14	377	1.0357	1.0410	-0.1214	3	80	0.0858	0.1230	-0.0131
15	460	1.0357	1.1492	-0.1214	4	81	0.0858	0.0993	-0.0131
16	461	1.0357	1.2322	-0.1214	5	373	0.0858	0.1711	-0.0131
17	463	1.0357	1.2633	-0.1214	6	374	0.0858	0.1376	-0.0131
18	464	1.0357	1.0373	-0.1214	7	375	0.0858	0.1129	-0.0131
19	666	1.0357	1.1594	-0.1214	8	376	0.0858	0.0998	-0.0131
lamda=0,7 omega=0,2 L=3.5275					9	460	0.0858	0.0885	-0.0131
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	10	666	0.0858	0.1068	-0.0131
1	78	0.6353	0.7566	-0.0814	11	667	0.0858	0.0863	-0.0131
2	79	0.6353	0.6811	-0.0814	lamda=0,1 omega=0,3 L=3.8675				
3	80	0.6353	1.0623	-0.0814	1	78	4.4869	13.8028	-1.0764
4	81	0.6353	0.8613	-0.0814	2	79	4.4869	11.6795	-1.0764
5	82	0.6353	0.7131	-0.0814	3	80	4.4869	9.4672	-1.0764
6	372	0.6353	0.6432	-0.0814	4	81	4.4869	6.9385	-1.0764
7	373	0.6353	1.2716	-0.0814	5	82	4.4869	5.7380	-1.0764

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
6	84	4.4869	4.6578	-1.0764	15	107	3.7650	4.2178	-0.9206
7	100	4.4869	6.7764	-1.0764	16	205	3.7650	4.3087	-0.9206
8	101	4.4869	11.2801	-1.0764	17	372	3.7650	6.1958	-0.9206
9	102	4.4869	8.9445	-1.0764	18	373	3.7650	7.2775	-0.9206
10	103	4.4869	7.7827	-1.0764	19	374	3.7650	5.7460	-0.9206
11	104	4.4869	6.0786	-1.0764	20	375	3.7650	4.6201	-0.9206
12	105	4.4869	5.5847	-1.0764	21	460	3.7650	4.2180	-0.9206
13	106	4.4869	5.2544	-1.0764	22	461	3.7650	5.8895	-0.9206
14	107	4.4869	4.8533	-1.0764	23	462	3.7650	4.3683	-0.9206
15	205	4.4869	5.3499	-1.0764	24	463	3.7650	4.3494	-0.9206
16	206	4.4869	4.5583	-1.0764	25	651	3.7650	4.9093	-0.9206
17	372	4.4869	8.0666	-1.0764	lamda=0,3 omega=0,3 L=3.8800				
18	373	4.4869	8.2940	-1.0764	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
19	374	4.4869	6.4811	-1.0764	1	78	3.0767	6.6008	-0.7708
20	375	4.4869	5.2381	-1.0764	2	79	3.0767	4.8798	-0.7708
21	460	4.4869	4.8018	-1.0764	3	80	3.0767	6.0332	-0.7708
22	461	4.4869	6.7586	-1.0764	4	81	3.0767	4.8039	-0.7708
23	462	4.4869	5.1831	-1.0764	5	82	3.0767	4.1462	-0.7708
24	463	4.4869	4.8828	-1.0764	6	83	3.0767	3.1452	-0.7708
25	604	4.4869	4.9693	-1.0764	7	100	3.0767	4.1769	-0.7708
26	605	4.4869	4.7070	-1.0764	8	101	3.0767	5.6829	-0.7708
27	651	4.4869	5.7448	-1.0764	9	102	3.0767	4.0073	-0.7708
lamda=0,2 omega=0,3 L=3.8725					10	103	3.0767	3.1452	-0.7708
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	11	104	3.0767	3.6645	-0.7708
1	78	3.7650	9.5539	-0.9206	12	105	3.0767	3.9792	-0.7708
2	79	3.7650	7.4230	-0.9206	13	106	3.0767	3.6660	-0.7708
3	80	3.7650	7.4532	-0.9206	14	205	3.0767	3.2359	-0.7708
4	81	3.7650	5.8213	-0.9206	15	372	3.0767	4.6744	-0.7708
5	82	3.7650	5.1207	-0.9206	16	373	3.0767	6.2276	-0.7708
6	83	3.7650	4.0192	-0.9206	17	374	3.0767	4.8618	-0.7708
7	84	3.7650	3.9993	-0.9206	18	375	3.0767	3.7917	-0.7708
8	100	3.7650	5.4269	-0.9206	19	460	3.0767	3.6107	-0.7708
9	101	3.7650	8.1871	-0.9206	20	461	3.0767	4.7468	-0.7708
10	102	3.7650	6.0081	-0.9206	21	462	3.0767	3.4025	-0.7708
11	103	3.7650	4.8377	-0.9206	22	463	3.0767	3.6933	-0.7708
12	104	3.7650	4.6370	-0.9206	23	651	3.0767	3.6759	-0.7708
13	105	3.7650	4.8937	-0.9206	24	666	3.0767	3.1308	-0.7708
14	106	3.7650	4.7286	-0.9206					

lamda=0,4 omega=0,3 L=3.8850					No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	15	461	1.8153	2.4867	-0.4820
1	78	2.4228	4.5235	-0.6228	16	463	1.8153	2.2068	-0.4820
2	79	2.4228	3.2919	-0.6228	17	666	1.8153	2.0179	-0.4820
3	80	2.4228	4.7472	-0.6228	lamda=0,6 omega=0,3 L=3.9100				
4	81	2.4228	3.7133	-0.6228	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
5	82	2.4228	3.0553	-0.6228	1	78	1.2595	1.8969	-0.3452
6	100	2.4228	3.0668	-0.6228	2	79	1.2595	1.4486	-0.3452
7	101	2.4228	3.7689	-0.6228	3	80	1.2595	2.3602	-0.3452
8	102	2.4228	2.6635	-0.6228	4	81	1.2595	1.7245	-0.3452
9	104	2.4228	2.7921	-0.6228	5	82	1.2595	1.3016	-0.3452
10	105	2.4228	2.9300	-0.6228	6	100	1.2595	1.3711	-0.3452
11	106	2.4228	2.5250	-0.6228	7	101	1.2595	1.3977	-0.3452
12	372	2.4228	3.4214	-0.6228	8	104	1.2595	1.2751	-0.3452
13	373	2.4228	5.1038	-0.6228	9	372	1.2595	1.5327	-0.3452
14	374	2.4228	3.8876	-0.6228	10	373	1.2595	2.7988	-0.3452
15	375	2.4228	2.9388	-0.6228	11	374	1.2595	2.0160	-0.3452
16	460	2.4228	2.9512	-0.6228	12	375	1.2595	1.4732	-0.3452
17	461	2.4228	3.5667	-0.6228	13	460	1.2595	1.5853	-0.3452
18	462	2.4228	2.5079	-0.6228	14	461	1.2595	1.5790	-0.3452
19	463	2.4228	2.9635	-0.6228	15	463	1.2595	1.4826	-0.3452
20	651	2.4228	2.5166	-0.6228	16	666	1.2595	1.4656	-0.3452
21	666	2.4228	2.5764	-0.6228	lamda=0,7 omega=0,3 L=3.9291				
lamda=0,5 omega=0,3 L=3.9000					No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	1	78	0.7741	1.0626	-0.2202
1	78	1.8153	3.0186	-0.4820	2	79	0.7741	0.8575	-0.2202
2	79	1.8153	2.2243	-0.4820	3	80	0.7741	1.3763	-0.2202
3	80	1.8153	3.5085	-0.4820	4	81	0.7741	0.9807	-0.2202
4	81	1.8153	2.6531	-0.4820	5	100	0.7741	0.7823	-0.2202
5	82	1.8153	2.0794	-0.4820	6	372	0.7741	0.8689	-0.2202
6	100	1.8153	2.1298	-0.4820	7	373	0.7741	1.7438	-0.2202
7	101	1.8153	2.3751	-0.4820	8	374	0.7741	1.2315	-0.2202
8	104	1.8153	1.9799	-0.4820	9	375	0.7741	0.8963	-0.2202
9	105	1.8153	1.9564	-0.4820	10	460	0.7741	0.9676	-0.2202
10	372	1.8153	2.3818	-0.4820	11	461	0.7741	0.8757	-0.2202
11	373	1.8153	3.9416	-0.4820	12	463	0.7741	0.8561	-0.2202
12	374	1.8153	2.9166	-0.4820	13	666	0.7741	0.9411	-0.2202
13	375	1.8153	2.1563	-0.4820					
14	460	1.8153	2.2627	-0.4820					

lamda=0,8 omega=0,3 L=3.9325					No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	14	460	5.2647	5.7027	-1.8542
1	78	0.3777	0.4744	-0.1110	15	461	5.2647	7.9514	-1.8542
2	79	0.3777	0.4110	-0.1110	16	462	5.2647	5.3736	-1.8542
3	80	0.3777	0.6256	-0.1110	17	604	5.2647	5.5865	-1.8542
4	81	0.3777	0.4410	-0.1110	18	651	5.2647	6.7896	-1.8542
5	372	0.3777	0.3906	-0.1110	lamda=0,2 omega=0,4 L=4.1675				
6	373	0.3777	0.8574	-0.1110	1	78	4.4145	12.2907	-1.5701
7	374	0.3777	0.6003	-0.1110	2	79	4.4145	8.3548	-1.5701
8	375	0.3777	0.4364	-0.1110	3	80	4.4145	8.0223	-1.5701
9	460	0.3777	0.4627	-0.1110	4	81	4.4145	5.6188	-1.5701
10	461	0.3777	0.3835	-0.1110	5	82	4.4145	4.7656	-1.5701
11	463	0.3777	0.3824	-0.1110	6	100	4.4145	6.9660	-1.5701
12	666	0.3777	0.4803	-0.1110	7	101	4.4145	10.0307	-1.5701
lamda=0,9 omega=0,3 L=3.9413					8	102	4.4145	6.3880	-1.5701
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	9	103	4.4145	4.6755	-1.5701
1	78	0.1046	0.1198	-0.0319	10	104	4.4145	4.4727	-1.5701
2	79	0.1046	0.1128	-0.0319	11	105	4.4145	4.8807	-1.5701
3	80	0.1046	0.1580	-0.0319	12	106	4.4145	4.6658	-1.5701
4	81	0.1046	0.1119	-0.0319	13	205	4.4145	5.4662	-1.5701
5	373	0.1046	0.2369	-0.0319	14	372	4.4145	7.7718	-1.5701
6	374	0.1046	0.1668	-0.0319	15	373	4.4145	8.5836	-1.5701
7	375	0.1046	0.1210	-0.0319	16	374	4.4145	6.0192	-1.5701
8	460	0.1046	0.1235	-0.0319	17	460	4.4145	5.1319	-1.5701
9	666	0.1046	0.1388	-0.0319	18	461	4.4145	6.9951	-1.5701
lamda=0,1 omega=0,4 L=4.1625					19	462	4.4145	4.5246	-1.5701
1	78	5.2647	17.7663	-1.8542	20	463	4.4145	4.4369	-1.5701
2	79	5.2647	13.3498	-1.8542	21	651	4.4145	5.8877	-1.5701
3	80	5.2647	9.7320	-1.8542	lamda=0,3 omega=0,4 L=4.1788				
4	81	5.2647	6.2545	-1.8542	1	78	3.6075	8.4999	-1.3016
5	100	5.2647	8.7113	-1.8542	2	79	3.6075	5.4456	-1.3016
6	101	5.2647	13.9423	-1.8542	3	80	3.6075	6.7571	-1.3016
7	102	5.2647	9.7633	-1.8542	4	81	3.6075	4.8285	-1.3016
8	103	5.2647	7.8867	-1.8542	5	82	3.6075	3.9418	-1.3016
9	104	5.2647	5.5730	-1.8542	6	100	3.6075	5.3483	-1.3016
10	205	5.2647	6.7889	-1.8542	7	101	3.6075	6.8878	-1.3016
11	372	5.2647	10.0750	-1.8542	8	102	3.6075	4.1716	-1.3016
12	373	5.2647	9.5748	-1.8542	9	104	3.6075	3.7244	-1.3016
13	374	5.2647	6.6454	-1.8542	10	105	3.6075	4.1200	-1.3016



No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
11	106	3.6075	3.6460	-1.3016	8	373	2.1236	4.8213	-0.7903
12	205	3.6075	4.1079	-1.3016	9	374	2.1236	3.1027	-0.7903
13	372	3.6075	5.8678	-1.3016	10	460	2.1236	2.8449	-0.7903
14	373	3.6075	7.4614	-1.3016	11	461	2.1236	2.9106	-0.7903
15	374	3.6075	5.1468	-1.3016	12	463	2.1236	2.3642	-0.7903
16	460	3.6075	4.4602	-1.3016	13	666	2.1236	2.3458	-0.7903
17	461	3.6075	5.6352	-1.3016	lamda=0,6 omega=0,4 L=4.2050				
18	463	3.6075	3.8412	-1.3016	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
19	651	3.6075	4.3960	-1.3016	1	78	1.4741	2.4540	-0.5598
lamda=0,4 omega=0,4 L=4.1875									2
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	3	80	1.4741	2.7750	-0.5598
1	78	2.8412	5.8361	-1.0412	4	81	1.4741	1.7615	-0.5598
2	79	2.8412	3.6689	-1.0412	5	100	1.4741	1.7426	-0.5598
3	80	2.8412	5.4584	-1.0412	6	101	1.4741	1.6294	-0.5598
4	81	2.8412	3.7954	-1.0412	7	372	1.4741	1.9129	-0.5598
5	82	2.8412	2.8852	-1.0412	8	373	1.4741	3.4489	-0.5598
6	100	2.8412	3.9162	-1.0412	9	374	1.4741	2.1452	-0.5598
7	101	2.8412	4.5126	-1.0412	10	460	1.4741	2.0046	-0.5598
8	104	2.8412	2.9371	-1.0412	11	461	1.4741	1.8285	-0.5598
9	105	2.8412	3.0629	-1.0412	12	463	1.4741	1.5992	-0.5598
10	205	2.8412	2.9672	-1.0412	13	666	1.4741	1.7142	-0.5598
11	372	2.8412	4.2911	-1.0412	lamda=0,7 omega=0,4 L=4.2088				
12	373	2.8412	6.1864	-1.0412	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
13	374	2.8412	4.1318	-1.0412	1	78	0.9033	1.3747	-0.3495
14	460	2.8412	3.6831	-1.0412	2	79	0.9033	0.9765	-0.3495
15	461	2.8412	4.2110	-1.0412	3	80	0.9033	1.6206	-0.3495
16	463	2.8412	3.1355	-1.0412	4	81	0.9033	0.9954	-0.3495
17	651	2.8412	2.9796	-1.0412	5	100	0.9033	0.9928	-0.3495
18	666	2.8412	2.9784	-1.0412	6	372	0.9033	1.0801	-0.3495
lamda=0,5 omega=0,4 L=4.1900					7	373	0.9033	2.1622	-0.3495
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	8	374	0.9033	1.3117	-0.3495
1	78	2.1236	3.9012	-0.7903	9	460	0.9033	1.2290	-0.3495
2	79	2.1236	2.4891	-0.7903	10	461	0.9033	1.0019	-0.3495
3	80	2.1236	4.0954	-0.7903	11	463	0.9033	0.9245	-0.3495
4	81	2.1236	2.7201	-0.7903	12	666	0.9033	1.1076	-0.3495
5	100	2.1236	2.7127	-0.7903	lamda=0,8 omega=0,4 L=4.2150				
6	101	2.1236	2.8067	-0.7903	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
7	372	2.1236	2.9814	-0.7903	1	78	0.4407	0.6133	-0.1741

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	lamda=0,2 omega=0,5 L=4.4000				
2	79	0.4407	0.4732	-0.1741	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
3	80	0.4407	0.7344	-0.1741	1	78	5.0616	15.0011	-2.2172
4	81	0.4407	0.4448	-0.1741	2	79	5.0616	8.7260	-2.2172
5	100	0.4407	0.4508	-0.1741	3	80	5.0616	8.1248	-2.2172
6	372	0.4407	0.4830	-0.1741	4	81	5.0616	5.0692	-2.2172
7	373	0.4407	1.0685	-0.1741	5	100	5.0616	8.5222	-2.2172
8	374	0.4407	0.6412	-0.1741	6	101	5.0616	11.5749	-2.2172
9	460	0.4407	0.5898	-0.1741	7	102	5.0616	6.2494	-2.2172
10	665	0.4407	0.4445	-0.1741	8	205	5.0616	6.6558	-2.2172
11	666	0.4407	0.5687	-0.1741	10	372	5.0616	9.3143	-2.2172
lamda=0,9 omega=0,4 L=4.2250					11	374	5.0616	5.8652	-2.2172
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	12	460	5.0616	5.9101	-2.2172
1	78	0.1221	0.1546	-0.0493	13	460	5.0616	5.9101	-2.2172
2	79	0.1221	0.1313	-0.0493	14	461	5.0616	7.8500	-2.2172
3	80	0.1221	0.1842	-0.0493	lamda=0,3 omega=0,5 L=4.4050				
4	373	0.1221	0.2964	-0.0493	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
5	374	0.1221	0.1791	-0.0493	1	78	4.1285	10.3930	-1.8226
6	460	0.1221	0.1579	-0.0493	2	79	4.1285	5.6286	-1.8226
7	665	0.1221	0.1237	-0.0493	3	80	4.1285	7.1765	-1.8226
8	666	0.1221	0.1653	-0.0493	4	81	4.1285	4.5561	-1.8226
lamda=0,1 omega=0,5 L=4.4000					5	100	4.1285	6.5314	-1.8226
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	6	101	4.1285	7.8643	-1.8226
1	62	6.0463	6.1184	-2.6358	7	105	4.1285	4.2151	-1.8226
2	78	6.0463	21.6628	-2.6358	8	205	4.1285	5.0043	-1.8226
3	79	6.0463	14.1939	-2.6358	9	372	4.1285	7.0415	-1.8226
4	80	6.0463	9.2496	-2.6358	10	373	4.1285	8.4466	-1.8226
5	100	6.0463	10.6665	-2.6358	11	374	4.1285	5.0608	-1.8226
6	101	6.0463	16.2276	-2.6358	12	460	4.1285	5.2203	-1.8226
7	102	6.0463	9.8612	-2.6358	13	461	4.1285	6.3090	-1.8226
8	103	6.0463	7.4666	-2.6358	14	651	4.1285	5.0408	-1.8226
9	205	6.0463	8.2725	-2.6358	lamda=0,4 omega=0,5 L=4.4150				
10	372	6.0463	12.0186	-2.6358	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
11	373	6.0463	10.4216	-2.6358	1	78	3.2494	7.1513	-1.4494
12	374	6.0463	6.3364	-2.6358	2	79	3.2494	3.7848	-1.4494
13	460	6.0463	6.3932	-2.6358	3	80	3.2494	5.9637	-1.4494
14	461	6.0463	8.8588	-2.6358	4	81	3.2494	3.6323	-1.4494
15	604	6.0463	6.1247	-2.6358	5	100	3.2494	4.7727	-1.4494
16	651	6.0463	7.7736	-2.6358	6	101	3.2494	5.0899	-1.4494

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	lamda=0,7 omega=0,5 L=4.4300				
7	205	3.2494	3.1479	-1.4494	1	78	1.0293	1.6893	-0.4754
8	372	3.2494	5.1475	-1.4494	2	79	1.0293	1.0341	-0.4754
9	373	3.2494	7.0885	-1.4494	3	80	1.0293	1.8105	-0.4754
10	374	3.2494	4.0692	-1.4494	4	100	1.0293	1.2037	-0.4754
11	460	3.2494	4.3569	-1.4494	5	372	1.0293	1.2860	-0.4754
12	461	3.2494	4.6798	-1.4494	6	373	1.0293	2.5357	-0.4754
13	651	3.2494	3.3832	-1.4494	7	374	1.0293	1.2858	-0.4754
14	666	3.2494	3.2747	-1.4494	8	460	1.0293	1.4803	-0.4754
lamda=0,5 omega=0,5 L=4.4225					9	461	1.0293	1.0708	-0.4754
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	10	665	1.0293	1.0576	-0.4754
1	78	2.4286	4.7885	-1.0953	11	666	1.0293	1.2358	-0.4754
2	79	2.4286	2.5797	-1.0953	lamda=0,8 omega=0,5 L=4.4350				
3	80	2.4286	4.5423	-1.0953	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
4	81	2.4286	2.5997	-1.0953	1	78	0.5016	0.7532	-0.2349
5	100	2.4286	3.2992	-1.0953	2	79	0.5016	0.5082	-0.2349
6	101	2.4286	3.1234	-1.0953	3	80	0.5016	0.8172	-0.2349
7	205	2.4286	2.4954	-1.0953	4	100	0.5016	0.5462	-0.2349
8	372	2.4286	3.5711	-1.0953	5	372	0.5016	0.5724	-0.2349
9	373	2.4286	5.5762	-1.0953	6	373	0.5016	1.2596	-0.2349
10	374	2.4286	3.0505	-1.0953	7	374	0.5016	0.6299	-0.2349
11	460	2.4286	3.3911	-1.0953	8	460	0.5016	0.7130	-0.2349
12	461	2.4286	3.2001	-1.0953	9	665	0.5016	0.5209	-0.2349
13	463	2.4286	2.4436	-1.0953	10	666	0.5016	0.6379	-0.2349
14	666	2.4286	2.5904	-1.0953	lamda=0,9 omega=0,5 L=4.4350				
lamda=0,6 omega=0,5 L=4.4225					No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	1	78	0.1385	0.1896	-0.0658
1	78	1.6801	3.0149	-0.7659	2	79	0.1385	0.1430	-0.0658
2	79	1.6801	1.7088	-0.7659	3	80	0.1385	0.2032	-0.0658
3	80	1.6801	3.0980	-0.7659	4	100	0.1385	0.1404	-0.0658
4	100	1.6801	2.1157	-0.7659	5	372	0.1385	0.1437	-0.0658
5	101	1.6801	1.7876	-0.7659	6	373	0.1385	0.3508	-0.0658
6	372	1.6801	2.2856	-0.7659	7	374	0.1385	0.1770	-0.0658
7	373	1.6801	4.0193	-0.7659	8	460	0.1385	0.1914	-0.0658
8	374	1.6801	2.1044	-0.7659	9	665	0.1385	0.0569	-0.0658
9	460	1.6801	2.4033	-0.7659	10	666	0.1385	0.1449	-0.0658
10	461	1.6801	1.9838	-0.7659	lamda=0,1 omega=0,6 L=4.5875				
11	665	1.6801	1.6982	-0.7659	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
12	666	1.6801	1.9025	-0.7659	1	62	6.8341	7.2469	-3.4236

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
2	78	6.8341	25.5176	-3.4236	12	651	4.6540	5.6165	-2.3481
3	79	6.8341	14.2421	-3.4236	lamda=0,4 omega=0,6 L=4.5938				
4	80	6.8341	8.2800	-3.4236	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
5	100	6.8341	12.6431	-3.4236	1	78	3.6567	8.4722	-1.8567
6	101	6.8341	18.1305	-3.4236	2	80	3.6567	6.3415	-1.8567
7	102	6.8341	9.3491	-3.4236	3	100	3.6567	5.6379	-1.8567
8	205	6.8341	9.7915	-3.4236	4	101	3.6567	5.4994	-1.8567
9	372	6.8341	13.9546	-3.4236	5	205	3.6567	4.2849	-1.8567
10	373	6.8341	10.8766	-3.4236	6	372	3.6567	6.0112	-1.8567
11	460	6.8341	6.8802	-3.4236	7	373	3.6567	7.8221	-1.8567
12	461	6.8341	9.5468	-3.4236	8	374	3.6567	3.7588	-1.8567
13	651	6.8341	8.7166	-3.4236	9	460	3.6567	4.9735	-1.8567
lamda=0,2 omega=0,6 L=4.5925					10	461	3.6567	4.9911	-1.8567
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	11	651	3.6567	3.7338	-1.8567
1	62	5.7211	5.7549	-2.8766	lamda=0,5 omega=0,6 L=4.6013				
2	78	5.7211	17.7000	-2.8766	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
3	79	5.7211	8.5506	-2.8766	1	78	2.7299	5.6812	-1.3965
4	80	5.7211	7.9344	-2.8766	2	80	2.7299	4.9010	-1.3965
5	100	5.7211	10.0957	-2.8766	3	100	2.7299	3.8913	-1.3965
6	101	5.7211	12.8148	-2.8766	4	101	2.7299	3.3251	-1.3965
7	205	5.7211	7.8753	-2.8766	5	205	2.7299	2.9559	-1.3965
8	372	5.7211	10.8629	-2.8766	6	372	2.7299	4.1653	-1.3965
9	373	5.7211	10.2260	-2.8766	7	373	2.7299	6.2149	-1.3965
10	460	5.7211	6.5552	-2.8766	8	374	2.7299	2.8008	-1.3965
11	461	5.7211	8.4960	-2.8766	9	460	2.7299	3.9019	-1.3965
12	651	5.7211	7.6129	-2.8766	10	461	2.7299	3.3663	-1.3965
lamda=0,3 omega=0,6 L=4.5875					11	666	2.7299	2.7571	-1.3965
1	78	4.6540	12.2879	-2.3481	lamda=0,6 omega=0,6 L=4.6000				
2	79	4.6540	5.4337	-2.3481	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
3	80	4.6540	7.4081	-2.3481	1	78	1.8858	3.5796	-0.9715
4	100	4.6540	7.7274	-2.3481	2	80	1.8858	3.3617	-0.9715
5	101	4.6540	8.6092	-2.3481	3	100	1.8858	2.4919	-0.9715
6	205	4.6540	5.9239	-2.3481	4	205	1.8858	1.8916	-0.9715
7	372	4.6540	8.2241	-2.3481	5	372	1.8858	2.6604	-0.9715
8	373	4.6540	9.2007	-2.3481	6	373	1.8858	4.5159	-0.9715
9	374	4.6540	4.6853	-2.3481	7	374	1.8858	1.9201	-0.9715
10	460	4.6540	5.8923	-2.3481	8	460	1.8858	2.7820	-0.9715
11	461	4.6540	6.7955	-2.3481	9	461	1.8858	2.0514	-0.9715

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
10	665	1.8858	1.9274	-0.9715	2	78	7.6275	29.3534	-4.2170
11	666	1.8858	2.0351	-0.9715	3	79	7.6275	13.5136	-4.2170
lamda=0,7 omega=0,6 L=4.5975					4	100	7.6275	14.6432	-4.2170
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	5	101	7.6275	19.6450	-4.2170
1	78	1.1517	2.0058	-0.5979	6	102	7.6275	8.3399	-4.2170
2	80	1.1517	1.9640	-0.5979	7	205	7.6275	11.3374	-4.2170
3	100	1.1517	1.4162	-0.5979	8	372	7.6275	15.9190	-4.2170
4	372	1.1517	1.4924	-0.5979	9	373	7.6275	10.9529	-4.2170
5	373	1.1517	2.8681	-0.5979	10	459	7.6275	7.6756	-4.2170
6	374	1.1517	1.1688	-0.5979	11	461	7.6275	10.0787	-4.2170
7	460	1.1517	1.7216	-0.5979	12	651	7.6275	9.6210	-4.2170
8	665	1.1517	1.2016	-0.5979	lamda=0,2 omega=0,7 L=4.7313				
9	666	1.1517	1.3291	-0.5979	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
lamda=0,8 omega=0,6 L=4.6000					1	62	6.3782	6.6573	-3.5338
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	2	78	6.3782	20.4007	-3.5338
1	78	0.5602	0.8939	-0.2935	3	79	6.3782	7.8359	-3.5338
2	80	0.5602	0.8819	-0.2935	4	80	6.3782	7.6173	-3.5338
3	100	0.5602	0.6421	-0.2935	5	100	6.3782	11.6884	-3.5338
4	372	0.5602	0.6615	-0.2935	6	101	6.3782	13.7458	-3.5338
5	373	0.5602	1.4327	-0.2935	7	205	6.3782	9.1198	-3.5338
6	374	0.5602	0.5732	-0.2935	8	372	6.3782	12.4403	-3.5338
7	460	0.5602	0.8324	-0.2935	9	373	6.3782	10.5931	-3.5338
8	665	0.5602	0.5920	-0.2935	10	460	6.3782	7.0717	-3.5338
9	666	0.5602	0.6897	-0.2935	11	461	6.3782	8.9744	-3.5338
lamda=0,9 omega=0,6 L=4.5975					12	651	6.3782	8.3692	-3.5338
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	lamda=0,3 omega=0,7 L=4.7288				
1	78	0.1544	0.2247	-0.0816	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
2	80	0.1544	0.2172	-0.0816	1	62	5.1852	5.3159	-2.8793
3	100	0.1544	0.1649	-0.0816	2	78	5.1852	14.1918	-2.8793
4	372	0.1544	0.1652	-0.0816	3	80	5.1852	7.5659	-2.8793
5	373	0.1544	0.4008	-0.0816	4	100	5.1852	8.9381	-2.8793
6	374	0.1544	0.1623	-0.0816	5	101	5.1852	9.1194	-2.8793
7	460	0.1544	0.2242	-0.0816	6	205	5.1852	6.8633	-2.8793
8	665	0.1544	0.1646	-0.0816	7	372	5.1852	9.4302	-2.8793
9	666	0.1544	0.2024	-0.0816	8	373	5.1852	9.7253	-2.8793
lamda=0,1 omega=0,7 L=4.7281					9	460	5.1852	6.4790	-2.8793
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	10	461	5.1852	7.1221	-2.8793
1	62	7.6275	8.3848	-4.2170	11	651	5.1852	6.1261	-2.8793

lamda=0,4 omega=0,7 L=4.7325					No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	4	372	1.2727	1.7020	-0.7188
1	62	4.0672	4.0890	-2.2672	5	373	1.2727	3.1603	-0.7188
2	78	4.0672	9.8025	-2.2672	6	460	1.2727	1.9535	-0.7188
3	80	4.0672	6.6699	-2.2672	7	665	1.2727	1.3367	-0.7188
4	100	4.0672	6.5140	-2.2672	8	666	1.2727	1.3908	-0.7188
5	101	4.0672	5.7391	-2.2672	lamda=0,8 omega=0,7 L=4.7225				
6	205	4.0672	4.9652	-2.2672	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
7	372	4.0672	6.8920	-2.2672	1	78	0.6173	1.0357	-0.3506
8	373	4.0672	8.3882	-2.2672	2	80	0.6173	0.9368	-0.3506
9	460	4.0672	5.5348	-2.2672	3	100	0.6173	0.7388	-0.3506
10	461	4.0672	5.1624	-2.2672	4	372	0.6173	0.7519	-0.3506
lamda=0,5 omega=0,7 L=4.7350					5	373	0.6173	1.5883	-0.3506
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	6	460	0.6173	0.9481	-0.3506
1	78	3.0295	6.5808	-1.6962	7	665	0.6173	0.6587	-0.3506
2	80	3.0295	5.2236	-1.6962	8	666	0.6173	0.7260	-0.3506
3	100	3.0295	4.4908	-1.6962	lamda=0,9 omega=0,7 L=4.7100				
4	101	3.0295	3.4106	-1.6962	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
5	205	3.0295	3.4245	-1.6962	1	78	0.1695	0.2602	-0.0968
6	372	3.0295	4.7707	-1.6962	2	80	0.1695	0.2281	-0.0968
7	373	3.0295	6.7381	-1.6962	3	100	0.1695	0.1897	-0.0968
8	460	3.0295	4.3785	-1.6962	4	372	0.1695	0.1869	-0.0968
9	461	3.0295	3.4200	-1.6962	5	373	0.1695	0.4466	-0.0968
lamda=0,6 omega=0,7 L=4.7450					6	460	0.1695	0.2561	-0.0968
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	7	665	0.1695	0.1831	-0.0968
1	78	2.0934	4.1486	-1.1791	8	666	0.1695	0.2143	-0.0968
2	80	2.0934	3.5990	-1.1791	lamda=0,1 omega=0,8 L=4.8313				
3	100	2.0934	2.8725	-1.1791	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
4	205	2.0934	2.1907	-1.1791	1	62	8.4361	9.5233	-5.0256
5	372	2.0934	3.0416	-1.1791	2	78	8.4361	33.1850	-5.0256
6	373	2.0934	4.9396	-1.1791	3	79	8.4361	12.0171	-5.0256
7	460	2.0934	3.1413	-1.1791	4	100	8.4361	16.6654	-5.0256
8	665	2.0934	2.1419	-1.1791	5	101	8.4361	20.7640	-5.0256
9	666	2.0934	2.1174	-1.1791	6	205	8.4361	12.9040	-5.0256
lamda=0,7 omega=0,7 L=4.7250					7	372	8.4361	17.9326	-5.0256
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	8	373	8.4361	10.6462	-5.0256
1	78	1.2727	2.3248	-0.7188	9	459	8.4361	8.5570	-5.0256
2	80	1.2727	2.0997	-0.7188	10	461	8.4361	10.5148	-5.0256
3	100	1.2727	1.6309	-0.7188	11	651	8.4361	10.4775	-5.0256

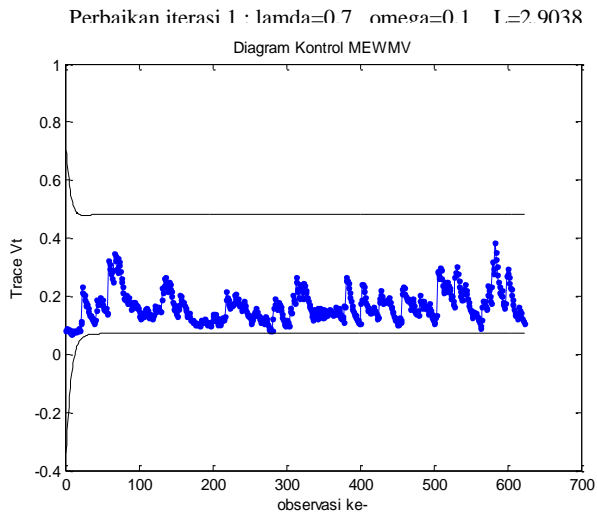
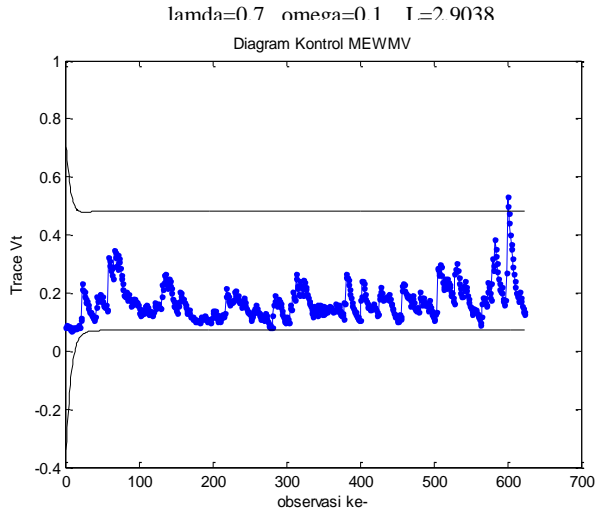
lamda=0,2 omega=0,8 L=4.8281					lamda=0,5 omega=0,8 L=4.8359				
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
1	62	7.0416	7.5597	-4.1972	1	62	3.3334	3.3580	-2.0001
2	78	7.0416	23.1106	-4.1972	2	78	3.3334	7.4876	-2.0001
3	80	7.0416	7.3354	-4.1972	3	80	3.3334	5.5628	-2.0001
4	100	7.0416	13.2994	-4.1972	4	100	3.3334	5.0979	-2.0001
5	101	7.0416	14.3620	-4.1972	5	101	3.3334	3.3777	-2.0001
6	205	7.0416	10.3843	-4.1972	6	205	3.3334	3.8994	-2.0001
7	372	7.0416	14.0569	-4.1972	7	372	3.3334	5.3884	-2.0001
8	373	7.0416	10.6525	-4.1972	8	373	3.3334	7.1427	-2.0001
9	460	7.0416	7.4640	-4.1972	9	460	3.3334	4.8219	-2.0001
10	461	7.0416	9.3247	-4.1972	10	461	3.3334	3.3717	-2.0001
11	651	7.0416	9.0515	-4.1972	lamda=0,6 omega=0,8 L=4.8250				
lamda=0,3 omega=0,8 L=4.8313					No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	1	78	2.2913	4.7221	-1.3770
1	62	5.7236	6.0380	-3.4177	2	80	2.2913	3.8431	-1.3770
2	78	5.7236	16.1079	-3.4177	3	100	2.2913	3.2579	-1.3770
3	80	5.7236	7.7622	-3.4177	4	205	2.2913	2.4934	-1.3770
4	100	5.7236	10.1635	-3.4177	5	372	2.2913	3.4301	-1.3770
5	101	5.7236	9.3904	-3.4177	6	373	2.2913	5.2884	-1.3770
6	205	5.7236	7.8181	-3.4177	7	460	2.2913	3.4818	-1.3770
7	372	5.7236	10.6649	-3.4177	8	665	2.2913	2.3436	-1.3770
8	373	5.7236	10.0144	-3.4177	lamda=0,7 omega=0,8 L=4.8188				
9	460	5.7236	6.9829	-3.4177	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
10	461	5.7236	7.3147	-3.4177	1	78	1.3933	2.6462	-0.8395
11	651	5.7236	6.5696	-3.4177	2	80	1.3933	2.2360	-0.8395
lamda=0,4 omega=0,8 L=4.8313					3	100	1.3933	1.8480	-0.8395
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	4	205	1.3933	1.4043	-0.8395
1	62	4.4807	4.6453	-2.6807	5	372	1.3933	1.9153	-0.8395
2	78	4.4807	11.1429	-2.6807	6	373	1.3933	3.4113	-0.8395
3	80	4.4807	7.0267	-2.6807	7	460	1.3933	2.1760	-0.8395
4	100	4.4807	7.4011	-2.6807	8	665	1.3933	1.4643	-0.8395
5	101	4.4807	5.8059	-2.6807	9	666	1.3933	1.4241	-0.8395
6	205	4.4807	5.6558	-2.6807	lamda=0,8 omega=0,8 L=4.8063				
7	372	4.4807	7.7922	-2.6807	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
8	373	4.4807	8.7820	-2.6807	1	78	0.6732	1.1785	-0.4065
9	460	4.4807	6.0421	-2.6807	2	80	0.6732	0.9902	-0.4065
10	461	4.4807	5.2106	-2.6807	3	100	0.6732	0.8365	-0.4065
					4	372	0.6732	0.8438	-0.4065

No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
5	373	0.6732	1.7262	-0.4065	10	651	7.7197	9.6522	-4.8752
6	460	0.6732	1.0602	-0.4065	lamda=0,3 omega=0,9 L=4.8900				
7	665	0.6732	0.7217	-0.4065	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
8	666	0.6732	0.7483	-0.4065	1	62	6.2646	6.7573	-3.9588
lamda=0,9 omega=0,8 L=4.8004					2	78	6.2646	18.0342	-3.9588
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	3	80	6.2646	8.1101	-3.9588
1	78	0.1846	0.2959	-0.1118	4	100	6.2646	11.4025	-3.9588
2	80	0.1846	0.2380	-0.1118	5	101	6.2646	9.4177	-3.9588
3	100	0.1846	0.2146	-0.1118	6	205	6.2646	8.7840	-3.9588
4	372	0.1846	0.2091	-0.1118	7	372	6.2646	11.9289	-3.9588
5	373	0.1846	0.4881	-0.1118	8	373	6.2646	10.0594	-3.9588
6	460	0.1846	0.2872	-0.1118	9	460	6.2646	7.4063	-3.9588
7	665	0.1846	0.2005	-0.1118	10	461	6.2646	7.3985	-3.9588
8	666	0.1846	0.2222	-0.1118	11	622	6.2646	6.4131	-3.9588
lamda=0,1 omega=0,9 L=4.8953					12	651	6.2646	6.9449	-3.9588
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	lamda=0,4 omega=0,9 L=4.8900				
1	62	9.2582	10.6575	-5.8476	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
2	78	9.2582	37.0165	-5.8476	1	62	4.8973	5.2000	-3.0973
3	79	9.2582	9.7542	-5.8476	2	78	4.8973	12.4915	-3.0973
4	100	9.2582	18.7080	-5.8476	3	80	4.8973	7.4909	-3.0973
5	101	9.2582	21.4806	-5.8476	4	100	4.8973	8.2986	-3.0973
6	205	9.2582	14.4851	-5.8476	5	101	4.8973	5.6962	-3.0973
7	372	9.2582	20.0084	-5.8476	6	205	4.8973	6.3540	-3.0973
8	373	9.2582	9.9430	-5.8476	7	372	4.8973	8.7105	-3.0973
9	459	9.2582	9.4099	-5.8476	8	373	4.8973	8.9975	-3.0973
10	461	9.2582	10.9122	-5.8476	9	460	4.8973	6.4968	-3.0973
11	651	9.2582	11.2683	-5.8476	10	461	4.8973	5.1522	-3.0973
lamda=0,2 omega=0,9 L=4.8900					11	622	4.8973	4.9497	-3.0973
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	lamda=0,5 omega=0,9 L=4.8950				
1	62	7.7197	8.4580	-4.8752	No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
2	78	7.7197	25.8295	-4.8752	1	62	3.6373	3.7590	-2.3040
3	100	7.7197	14.9272	-4.8752	2	78	3.6373	8.4000	-2.3040
4	101	7.7197	14.6576	-4.8752	3	80	3.6373	5.9718	-2.3040
5	205	7.7197	11.6630	-4.8752	4	100	3.6373	5.7123	-2.3040
6	372	7.7197	15.7176	-4.8752	5	205	3.6373	4.3795	-2.3040
7	373	7.7197	10.3930	-4.8752	6	372	3.6373	6.0166	-2.3040
8	460	7.7197	7.7363	-4.8752	7	373	3.6373	7.4248	-2.3040
9	461	7.7197	9.5845	-4.8752	8	460	3.6373	5.2326	-2.3040

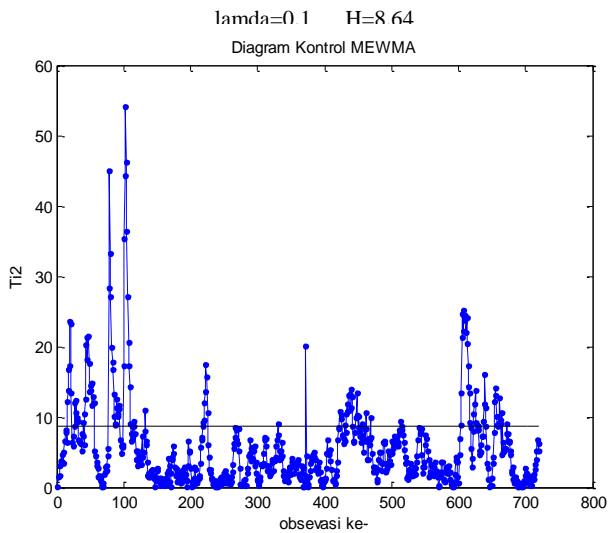
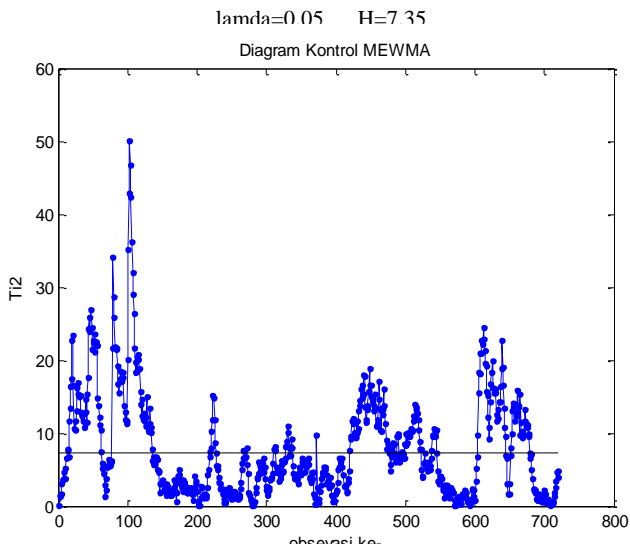


lamda=0,6 omega=0,9 L=4.8813					No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb	8	666	0.1990	0.2266	-0.1263
1	78	2.4939	5.2992	-1.5797					
2	80	2.4939	4.1278	-1.5797					
3	100	2.4939	3.6478	-1.5797					
4	205	2.4939	2.7993	-1.5797					
5	372	2.4939	3.8242	-1.5797					
6	373	2.4939	5.5601	-1.5797					
7	460	2.4939	3.8036	-1.5797					
8	665	2.4939	2.5337	-1.5797					
lamda=0,7 omega=0,9 L=4.8725									
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb					
1	78	1.5124	2.9695	-0.9586					
2	80	1.5124	2.3920	-0.9586					
3	100	1.5124	2.0674	-0.9586					
4	205	1.5124	1.5759	-0.9586					
5	372	1.5124	2.1316	-0.9586					
6	373	1.5124	3.6199	-0.9586					
7	460	1.5124	2.3892	-0.9586					
8	665	1.5124	1.5852	-0.9586					
lamda=0,8 omega=0,9 L=4.8638									
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb					
1	78	0.7293	1.3223	-0.4626					
2	80	0.7293	1.0505	-0.4626					
3	100	0.7293	0.9350	-0.4626					
4	372	0.7293	0.9370	-0.4626					
5	373	0.7293	1.8458	-0.4626					
6	460	0.7293	1.1686	-0.4626					
7	665	0.7293	0.7817	-0.4626					
8	666	0.7293	0.7576	-0.4626					
lamda=0,9 omega=0,9 L=4.8475									
No	Keluar	ba	tr(Vt)	bb					
1	78	0.1990	0.3319	-0.1263					
2	80	0.1990	0.2491	-0.1263					
3	100	0.1990	0.2397	-0.1263					
4	372	0.1990	0.2315	-0.1263					
5	373	0.1990	0.5253	-0.1263					
6	460	0.1990	0.3176	-0.1263					
7	665	0.1990	0.2171	-0.1263					

## LAMPIRAN I. Diagram Kontrol MEWMV Fase 2 Bulan Oktober

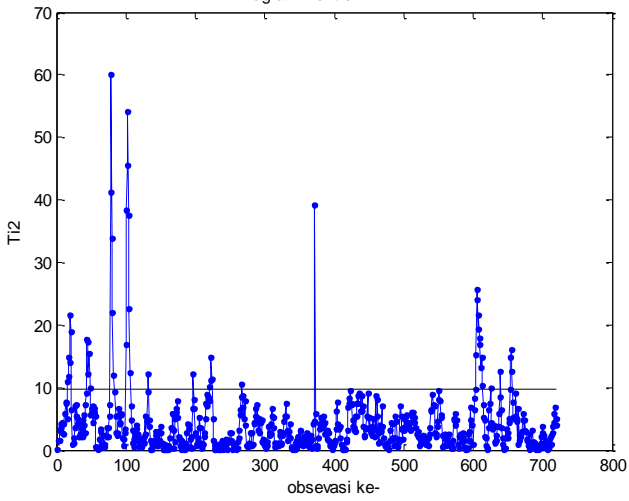


## LAMPIRAN K. Diagram Kontrol MEWMA fase 1 Bulan September



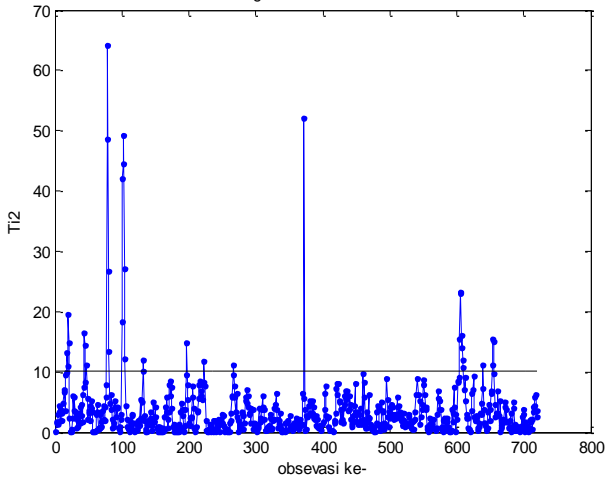
$\lambda=0.2$  H=9.65

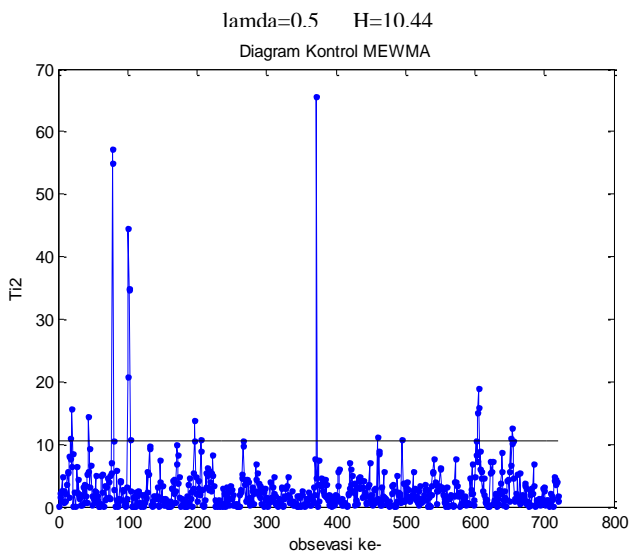
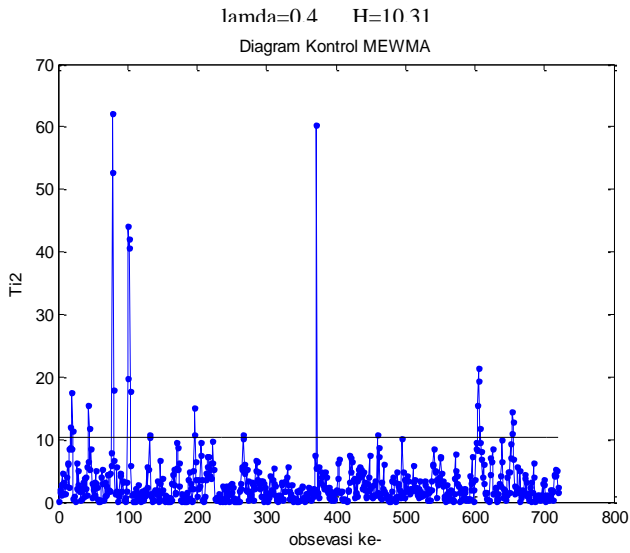
Diagram Kontrol MEWMA

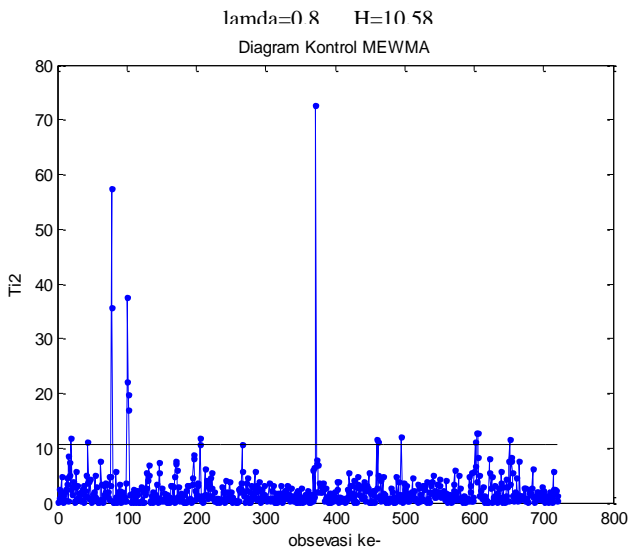
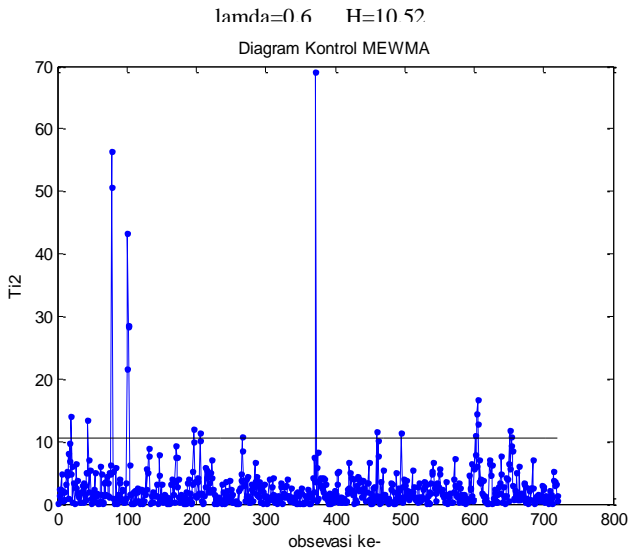


$\lambda=0.3$  H=10.08

Diagram Kontrol MEWMA







**LAMPIRAN L. Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali Diagram Kontrol  
MEWMA Fase 1**

lamda=0.05		H=7.35	No	Keluar BKA	T2	No	Keluar BKA	T2
No	Keluar BKA	T2	38	51	22.4437	76	104	46.8412
1	13	7.5533	39	52	23.5900	77	105	42.3352
2	14	7.8359	40	53	21.0812	78	106	36.2301
3	16	11.6775	41	54	22.3162	79	107	31.9910
4	17	13.5088	42	55	22.5547	80	108	29.0542
5	18	16.3942	43	56	21.9323	81	109	26.4749
6	19	17.5265	44	57	14.8396	82	110	21.6084
7	20	22.7059	45	58	13.7971	83	111	19.7498
8	21	23.3449	46	59	12.2251	84	112	18.3015
9	22	16.5230	47	60	11.2222	85	113	20.4597
10	23	10.6928	48	61	10.4367	86	114	18.5948
11	24	11.6753	49	62	7.4885	87	115	20.1538
12	25	10.4200	50	78	21.6870	88	116	20.7556
13	26	13.0506	51	79	34.1795	89	117	18.8777
14	27	16.1954	52	80	28.7657	90	118	15.7042
15	28	15.3265	53	81	25.8427	91	119	13.9460
16	29	17.0113	54	82	21.8938	92	120	12.3033
17	30	15.2165	55	83	21.4797	93	121	14.6506
18	31	15.0668	56	84	21.6636	94	122	11.8994
19	32	15.1224	57	85	19.1947	95	123	11.8033
20	33	12.8433	58	86	16.7373	96	124	12.6573
21	34	12.6327	59	87	15.4604	97	125	11.7178
22	35	12.3061	60	88	15.4669	98	126	11.0495
23	36	11.6486	61	89	17.3826	99	127	12.2604
24	37	10.7401	62	90	18.5153	100	128	14.9577
25	38	12.7127	63	91	17.1621	101	129	11.0377
26	39	12.8989	64	92	17.0753	102	130	10.2325
27	40	14.7226	65	93	18.3629	103	131	11.3747
28	41	11.4460	66	94	17.6905	104	132	13.3912
29	42	15.4193	67	95	13.7402	105	133	10.7829
30	43	17.6544	68	96	11.7829	106	134	10.1165
31	44	24.3510	69	97	12.8098	107	135	7.8200
32	45	25.9626	70	98	11.6372	108	219	7.3719
33	46	23.9202	71	99	11.3861	109	220	7.9330
34	47	26.8922	72	100	20.1202	110	221	10.3122
35	48	24.4643	73	101	35.2396	111	222	11.9136
36	49	21.5498	74	102	42.8512	112	223	15.2240
37	50	22.8042	75	103	50.0821	113	224	14.8967

lamda=0.05 H=7.35			No	Keluar BKA	T2	No	Keluar BKA	T2
No	Keluar BKA	T2	151	439	15.3867	189	481	7.9326
114	225	11.7732	152	440	18.0126	190	482	8.7509
115	226	8.6207	153	441	17.7942	191	483	8.4321
116	267	7.6724	154	442	13.5506	192	488	9.5328
117	268	7.6560	155	443	11.7599	193	489	9.5941
118	271	7.9096	156	444	11.4798	194	490	9.9708
119	310	7.7811	157	445	13.2834	195	495	7.5261
120	311	7.7710	158	446	13.7019	196	499	8.4461
121	312	8.2392	159	447	15.7018	197	500	8.3184
122	313	7.6185	160	448	18.8231	198	501	9.8448
123	328	8.1751	161	449	16.5377	199	502	8.6238
124	329	8.9135	162	450	14.9982	200	503	8.6991
125	330	11.0111	163	451	16.6463	201	504	10.1380
126	331	10.0034	164	452	14.5977	202	505	9.5127
127	333	7.9586	165	453	14.3339	203	506	9.5960
128	334	8.0825	166	454	13.0730	204	507	10.2179
129	336	9.1892	167	455	13.7386	205	508	10.5576
130	337	7.9059	168	456	15.3815	206	509	10.4736
131	372	9.7046	169	457	13.4241	207	510	10.2136
132	420	7.5986	170	458	10.9622	208	511	11.7116
133	421	9.1419	171	459	11.3978	209	512	12.4102
134	422	9.6314	172	460	11.9045	210	513	12.1960
135	423	11.6385	173	461	14.6973	211	514	13.8671
136	424	11.3788	174	462	17.0389	212	515	13.5391
137	425	12.0344	175	463	13.3080	213	516	13.2847
138	426	10.0561	176	464	10.3974	214	517	12.7005
139	427	9.9458	177	465	10.3205	215	518	11.8951
140	428	9.7438	178	466	13.4137	216	519	10.5202
141	429	9.3262	179	467	12.5496	217	520	8.8147
142	430	11.6873	180	468	13.2428	218	521	7.7252
143	431	10.1472	181	469	16.0981	219	522	7.8587
144	432	10.5510	182	470	13.8328	220	538	7.5780
145	433	13.0851	183	471	11.2554	221	539	9.7717
146	434	14.5074	184	472	9.0050	222	540	9.4860
147	435	13.6933	185	473	7.8157	223	541	10.5758
148	436	16.0360	186	474	8.5688	224	542	10.1543
149	437	16.5138	187	475	7.9451	225	543	9.5274
150	438	14.8156	188	477	8.0451	226	544	10.4394



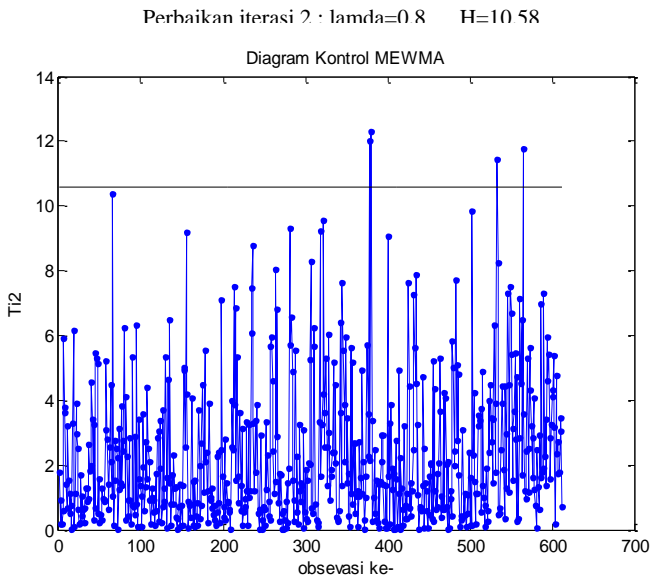
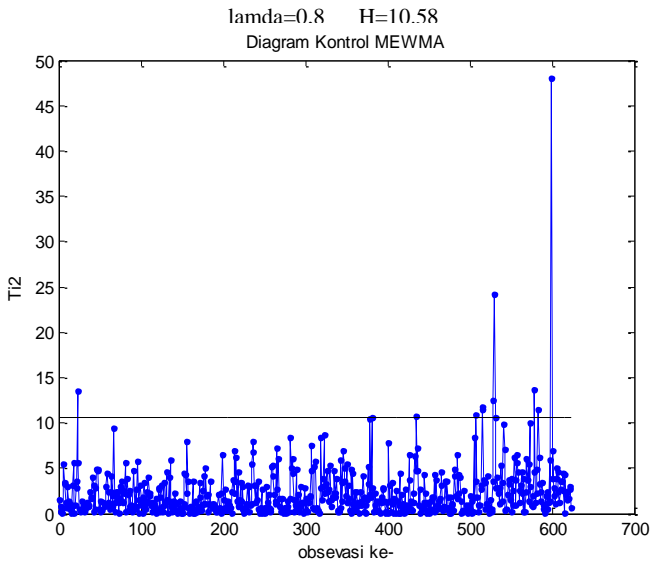
lamda=0.05 H=7.35			No	Keluar BKA	T2	No	Keluar BKA	T2
No	Keluar BKA	T2	264	641	16.6581	6	21	23.1693
227	604	9.8144	265	642	13.4311	7	22	13.3532
228	605	15.5209	266	643	10.7163	8	27	11.9807
229	606	18.3679	267	644	9.5967	9	28	10.5822
230	607	18.1442	268	652	7.9930	10	29	12.2864
231	608	20.9885	269	653	9.9478	11	30	9.9934
232	609	21.0110	270	654	13.1332	12	31	9.4520
233	610	22.6770	271	655	14.1389	13	32	9.3706
234	611	22.1404	272	656	13.5621	14	40	9.1853
235	612	24.5201	273	657	11.5837	15	42	10.3953
236	613	22.9123	274	658	11.7355	16	43	12.5300
237	614	21.2711	275	659	12.3012	17	44	20.2221
238	615	19.5381	276	660	12.9151	18	45	21.3738
239	616	19.2544	277	661	15.9229	19	46	18.2269
240	617	15.7169	278	662	13.5899	20	47	21.5161
241	618	15.2079	279	663	13.8345	21	48	17.5756
242	619	12.2648	280	664	9.7660	22	49	13.5259
243	620	10.7612	281	665	15.3221	23	50	14.4359
244	621	9.2186	282	666	11.5303	24	51	13.7385
245	622	14.3721	283	667	9.8878	25	52	14.8296
246	623	16.7331	284	668	10.2447	26	53	11.6331
247	624	18.2799	285	669	9.3298	27	54	12.8352
248	625	19.9448	286	670	9.6808	28	55	12.8203
249	626	16.1989	287	671	11.6290	29	56	12.0277
250	627	16.1246	288	672	13.2985	30	78	28.2997
251	628	15.6112	289	673	10.9533	31	79	44.9996
252	629	16.1380	290	674	11.2288	32	80	33.2348
253	630	15.5791	291	675	10.8492	33	81	27.1074
254	631	12.4827	292	676	11.1862	34	82	19.9225
255	632	11.6563	293	677	9.9417	35	83	17.8479
256	633	13.2824	294	678	9.5594	36	84	16.6904
257	634	12.0639	lamda=0,1 H=8.64			37	85	13.1692
258	635	14.3331	No	Keluar BKA	T2	38	86	10.0749
259	636	14.3501	1	16	12.1140	39	87	8.9192
260	637	16.4299	2	17	13.6918	40	88	8.9701
261	638	18.8636	3	18	16.7212	41	89	11.3548
262	639	22.7263	4	19	17.3084	42	90	12.5067
263	640	19.0669	5	20	23.5346	43	91	10.4747

lamda=0.1 H=8.64			No	Keluar BKA	T2	No	Keluar BKA	T2
No	Keluar BKA	T2	81	439	11.3813	119	654	12.1917
44	92	10.1464	82	440	13.9508	120	655	14.2055
45	93	11.6377	83	441	12.9400	121	656	13.0263
46	94	11.1388	84	442	8.6436	122	657	10.1208
47	100	17.3634	85	447	9.9025	123	658	8.8149
48	101	35.3454	86	448	13.4950	124	659	8.6527
49	102	44.2774	87	449	10.3446	125	660	9.1849
50	103	54.0825	88	451	10.1599	126	661	12.7374
51	104	46.1500	89	456	9.0471	127	662	9.6086
52	105	36.4071	90	462	10.7015	128	663	9.0965
53	106	27.1664	91	469	9.9208	129	665	10.5526
54	107	20.6053	92	514	9.3120	130	672	9.0874
55	108	17.2294	93	515	8.7039	lamda=0,2 H=9.65		
56	109	14.3011	94	603	8.9037	No	Keluar BKA	T2
57	110	9.0582	95	604	13.4609	1	16	10.9938
58	115	8.6931	96	605	21.3674	2	17	11.7899
59	116	9.3362	97	606	24.5705	3	18	14.8894
60	132	10.9909	98	607	22.2655	4	19	14.0224
61	218	8.6662	99	608	25.2608	5	20	21.6602
62	219	9.1479	100	609	23.7243	6	21	19.0229
63	220	9.5002	101	610	24.3884	7	44	17.6683
64	221	12.0095	102	611	22.0069	8	45	17.2754
65	222	13.5772	103	612	24.0625	9	46	12.2235
66	223	17.4107	104	613	20.3814	10	47	15.3727
67	224	15.7559	105	614	17.2426	11	48	9.9216
68	225	10.5560	106	615	14.3467	12	78	41.2079
69	330	8.9921	107	616	13.4983	13	79	60.1317
70	372	20.0976	108	617	9.1568	14	80	33.9673
71	423	10.7207	109	623	10.4284	15	81	22.0468
72	424	9.8045	110	624	11.8670	16	82	11.8855
73	425	10.2180	111	625	13.8285	17	100	16.9575
74	430	8.7887	112	626	9.2231	18	101	38.3599
75	433	10.3762	113	627	8.8130	19	102	45.6289
76	434	11.8882	114	629	8.6720	20	103	54.1806
77	435	10.8765	115	637	9.3746	21	104	37.5848
78	436	13.1451	116	638	11.9160	22	105	22.6403
79	437	13.2529	117	639	15.9693	23	106	12.3043
80	438	11.0491	118	640	11.3739	24	132	12.2719

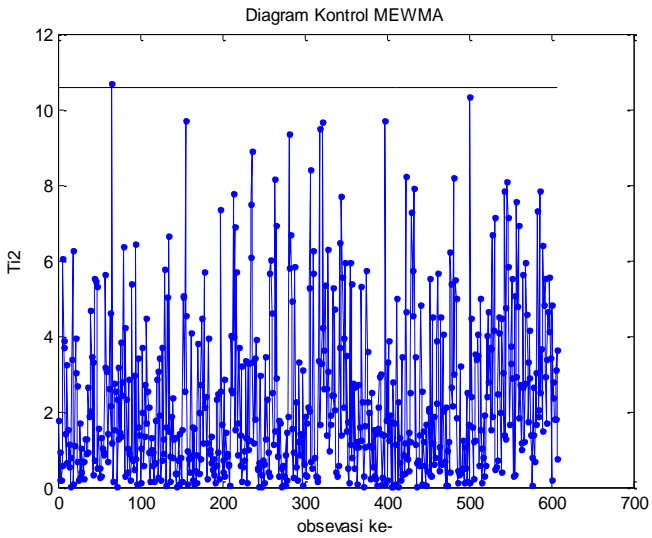
lamda=0.2 H=9.65			lamda=0,3 H=10.08			No	Keluar BKA	T2
No	Keluar BKA	T2	No	Keluar BKA	T2	3	21	11.3185
25	197	12.0790	1	18	13.2008	4	44	15.5119
26	221	10.1525	2	19	10.9353	5	45	11.6935
27	222	11.0562	3	20	19.4829	6	78	52.6667
28	223	14.8274	4	21	14.8632	7	79	62.2007
29	224	11.3862	5	44	16.5442	8	80	17.9284
30	267	10.4663	6	45	14.3738	9	100	19.7705
31	372	39.2786	7	47	11.2482	10	101	44.1964
32	604	9.6367	8	78	48.6547	11	102	40.6125
33	605	15.2355	9	79	64.1856	12	103	42.0139
34	606	24.0587	10	80	26.6467	13	104	17.7401
35	607	25.6996	11	81	13.3266	14	132	10.8308
36	608	19.3657	12	100	18.3595	15	196	10.6941
37	609	21.5607	13	101	42.0885	16	197	14.9865
38	610	17.9375	14	102	44.5931	17	267	10.7034
39	611	16.9801	15	103	49.2924	18	372	60.2389
40	612	13.1469	16	104	27.0704	19	459	10.6770
26	221	10.1525	17	105	12.1439	20	604	15.3553
27	222	11.0562	18	131	10.2330	21	605	21.3098
28	223	14.8274	19	132	12.0648	22	606	19.4305
29	224	11.3862	20	197	14.8790	23	608	11.8159
30	267	10.4663	21	223	11.8469	lamda=0,5 H=10.44		
31	372	39.2786	22	267	11.0544	No	Keluar BKA	T2
32	604	9.6367	23	372	52.0981	1	18	10.9077
33	605	15.2355	24	604	15.4148	2	20	15.6199
34	606	24.0587	25	605	23.2335	3	44	14.4574
35	607	25.6996	26	606	22.9530	4	78	54.9304
36	608	19.3657	27	607	14.0843	5	79	57.2083
37	609	21.5607	28	608	16.0842	6	80	10.5371
38	610	17.9375	29	609	12.0198	7	100	20.8607
39	611	16.9801	30	610	10.6691	8	101	44.4758
40	612	13.1469	31	639	11.1529	9	102	34.8710
41	613	14.8423	32	653	11.0598	10	103	34.6328
42	625	10.2910	33	654	15.4739	11	104	10.8296
43	639	12.5336	34	655	15.0797	12	196	10.6040
44	653	9.8243	lamda=0,4 H=10.31			13	197	13.7335
45	654	14.8720	No	Keluar BKA	T2	14	206	10.8104
46	655	16.1204	1	18	12.0091	15	266	10.5026
47	656	12.5089	2	20	17.4783	16	372	65.5237

lamda=0.6 H=10.52			No	Keluar BKA	T2			
No	Keluar BKA	T2	16	601	11.1207			
1	20	14.0157	17	604	12.6984			
2	44	13.3651	18	605	12.8621			
3	78	56.3030	19	651	11.6254			
4	79	50.6480						
5	100	21.5660						
6	101	43.2042						
7	102	28.5287						
8	103	28.3057						
9	197	12.0283						
10	206	11.3186						
11	266	10.7389						
12	372	69.0486						
13	459	11.5738						
14	495	11.3510						
15	601	10.9035						
16	604	14.4320						
17	605	16.6376						
18	606	12.8491						
19	651	11.7867						
20	654	10.7988						
lamda=0,8 H=10.58			No	Keluar BKA	T2			
1	20	11.7580						
2	44	11.1303						
3	78	57.4140						
4	79	35.5954						
5	100	22.0361						
6	101	37.5096						
7	102	16.9991						
8	103	19.6698						
9	205	11.8400						
10	206	10.6071						
11	266	10.7275						
12	372	72.5825						
13	459	11.6063						
14	461	11.1178						
15	495	11.9668						

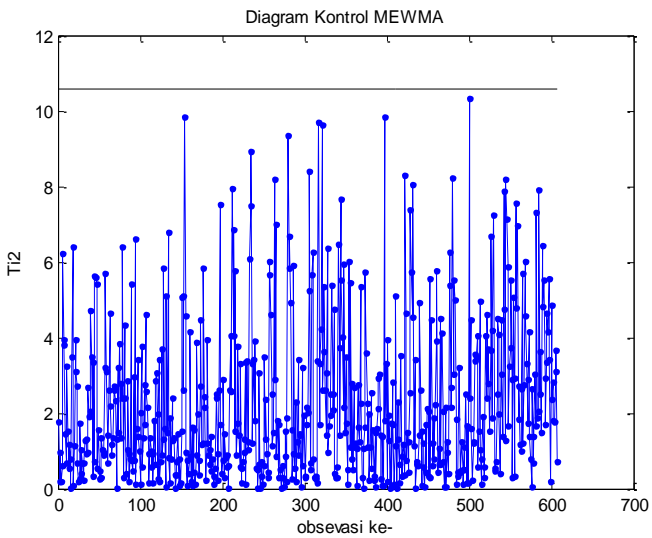
## LAMPIRAN M. Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali



Perbaikan iterasi 2 : lamda=0.8 H=10.58



Perbaikan iterasi 3 : lamda=0.8 H=10.58



**LAMPIRAN N. Nilai-Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali Diagram  
Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali**

Bulan Oktober

lamda=0,8 H=10.58	
Keluar BKA	T2
23	13.4830
435	10.7907
508	10.9328
515	11.4946
516	11.7693
529	12.4804
530	24.2025
531	10.6247
579	13.6129
583	11.5260
599	48.0415

Perbaikan1	
lamda=0,8 H=10.58	
Keluar BKA	T2
379	11.9972
381	12.2859
541	11.4364
573	11.7625

Perbaikan2	
lamda=0,8 H=10.58	
Keluar BKA	T2
67	10.6944

## LAMPIRAN O. Data *In Control* MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali

Bulan Oktober

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
1	88.9	29.1	38	89.6	29.1	75	91.6	30.2	112	90.6	30.4
2	90.2	29.9	39	90.6	29.6	76	90.6	29.8	113	89.9	29.9
3	89.2	29.3	40	89.9	29.3	77	91.6	30.6	114	90.6	29.6
4	89.6	30.1	41	89.6	31.0	78	90.4	30.2	115	88.9	29.3
5	90.6	29.9	42	91.9	30.2	79	91.4	30.3	116	88.9	29.6
6	90.9	29.0	43	88.9	29.9	80	90.9	30.4	117	90.2	30.4
7	90.4	29.3	44	89.9	30.7	81	89.9	31.0	118	89.6	29.9
8	90.2	29.2	45	88.6	29.3	82	89.6	29.3	119	90.9	29.6
9	89.6	29.4	46	90.2	28.8	83	91.6	29.6	120	88.9	30.1
10	90.6	30.2	47	91.6	29.6	84	90.6	29.6	121	91.6	30.5
11	91.6	30.4	48	90.9	29.3	85	89.9	30.2	122	90.6	30.6
12	90.6	30.2	49	90.2	30.1	86	88.6	29.9	123	89.6	29.9
13	89.6	30.1	50	88.6	29.1	87	90.9	30.7	124	90.6	29.4
14	90.9	29.9	51	89.2	29.9	88	90.6	29.9	125	91.6	30.6
15	89.9	29.5	52	88.9	29.6	89	89.6	29.6	126	89.6	29.9
16	89.6	29.9	53	90.4	30.1	90	90.2	29.6	127	90.6	29.9
17	90.9	29.3	54	90.6	29.6	91	90.2	31.1	128	91.6	30.6
18	89.9	28.8	55	88.9	30.2	92	88.9	29.1	129	90.2	29.6
19	89.2	29.9	56	90.6	29.6	93	90.6	30.0	130	89.6	29.3
20	89.6	29.3	57	90.6	29.9	94	91.6	30.2	131	87.6	30.4
21	90.6	31.0	58	91.6	30.1	95	90.2	30.1	132	90.9	30.4
22	91.6	29.9	59	86.6	29.8	96	90.6	28.8	133	89.6	29.6
23			60	88.6	30.1	97	89.6	29.9	134	87.6	30.2
24	88.6	30.4	61	90.6	30.4	98	90.6	30.5	135	90.6	30.4
25	88.9	29.3	62	89.6	30.1	99	91.6	30.4	136	90.9	28.8
26	90.2	30.1	63	91.6	30.0	100	90.6	30.1	137	89.6	29.6
27	89.2	29.9	64	91.9	30.2	101	90.4	30.2	138	89.9	30.1
28	88.6	29.1	65	90.6	29.6	102	89.6	29.9	139	88.2	29.9
29	89.6	29.6	66	88.2	29.9	103	90.6	29.4	140	89.4	29.3
30	90.6	30.4	67			104	91.6	29.9	141	91.6	30.1
31	89.4	30.1	68	89.6	30.2	105	89.9	30.2	142	90.6	30.2
32	90.2	29.9	69	88.9	29.1	106	88.9	29.1	143	88.9	29.1
33	89.6	30.2	70	89.6	29.1	107	89.6	29.1	144	89.4	29.6
34	90.9	30.2	71	90.9	29.6	108	89.2	30.5	145	89.9	29.9
35	89.9	29.3	72	87.6	29.3	109	90.9	29.0	146	89.6	30.1
36	90.6	29.9	73	89.9	29.9	110	88.9	29.1	147	90.6	30.1
37	89.2	29.3	74	90.9	29.8	111	89.9	29.3	148	90.6	29.6



Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
149	89.6	30.0	186	89.6	29.3	223	89.9	30.2	260	90.6	30.9
150	88.6	29.4	187	90.6	30.1	224	90.9	29.3	261	90.9	30.7
151	89.4	29.9	188	88.9	30.2	225	88.9	29.9	262	89.6	30.4
152	88.6	30.0	189	90.6	29.9	226	90.6	30.1	263	90.9	29.9
153	90.9	31.0	190	90.2	29.6	227	89.2	29.3	264	90.4	30.4
154	89.6	30.7	191	88.9	29.9	228	90.9	30.1	265	90.2	31.2
155	89.6	28.8	192	90.2	29.9	229	88.9	30.2	266	90.9	30.4
156	87.9	31.0	193	89.9	30.2	230	91.6	30.6	267	89.8	31.0
157	87.6	29.6	194	90.6	29.3	231	89.6	29.6	268	90.2	29.3
158	88.9	29.6	195	89.6	30.7	232	89.9	29.0	269	89.9	29.3
159	89.6	29.9	196	88.9	29.9	233	90.6	29.9	270	89.6	30.2
160	90.6	30.2	197	89.2	29.6	234	89.6	30.4	271	90.9	30.4
161	88.9	29.4	198	90.6	29.3	235	91.6	31.0	272	88.9	29.3
162	88.6	29.6	199	91.6	29.3	236	91.9	30.9	273	89.9	29.9
163	89.4	28.8	200	89.2	29.3	237	92.6	30.7	274	89.6	29.9
164	89.2	29.9	201	89.2	29.6	238	90.9	30.4	275	90.2	29.6
165	88.9	30.2	202	90.2	29.6	239	90.6	29.9	276	89.6	29.6
166	89.9	29.9	203	91.6	30.1	240	91.6	30.4	277	89.9	29.9
167	88.9	29.1	204	89.9	29.9	241	89.6	30.4	278	89.2	29.3
168	90.6	30.1	205	90.6	30.4	242	91.9	30.4	279	90.6	29.6
169	89.9	29.9	206	90.4	30.1	243	89.9	29.6	280	89.9	30.1
170	90.6	29.8	207	90.6	29.9	244	89.9	29.6	281	90.6	30.5
171	91.6	29.8	208	89.2	30.1	245	89.6	29.9	282	92.6	31.1
172	90.6	30.5	209	90.6	29.8	246	90.6	29.9	283	89.6	30.8
173	89.6	30.0	210	89.6	29.9	247	90.6	29.3	284	92.6	30.5
174	90.6	29.8	211	91.6	30.2	248	89.2	29.9	285	91.6	30.5
175	91.4	30.4	212	91.6	30.5	249	90.2	30.1	286	90.6	30.1
176	91.4	30.7	213	90.6	29.4	250	88.9	29.3	287	89.6	30.0
177	89.9	30.2	214	92.4	29.8	251	89.9	30.1	288	90.6	30.2
178	90.6	29.6	215	91.4	30.0	252	89.9	30.2	289	88.6	30.7
179	90.9	29.1	216	91.9	31.0	253	89.4	30.6	290	90.6	29.6
180	89.6	29.3	217	90.2	30.2	254	90.9	29.6	291	89.6	29.1
181	88.9	29.1	218	87.9	30.4	255	88.9	29.0	292	89.9	30.2
182	90.2	29.9	219	90.9	29.6	256	88.6	29.6	293	90.6	29.6
183	89.6	29.3	220	90.6	29.6	257	90.6	29.9	294	90.6	29.3
184	90.6	31.0	221	91.6	29.9	258	89.6	30.1	295	89.9	29.6
185	90.6	29.9	222	90.6	29.9	259	91.6	31.0	296	89.6	29.3

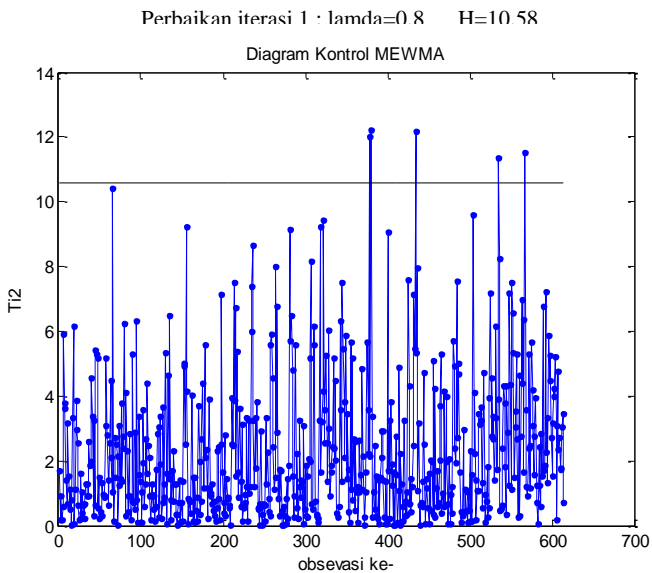
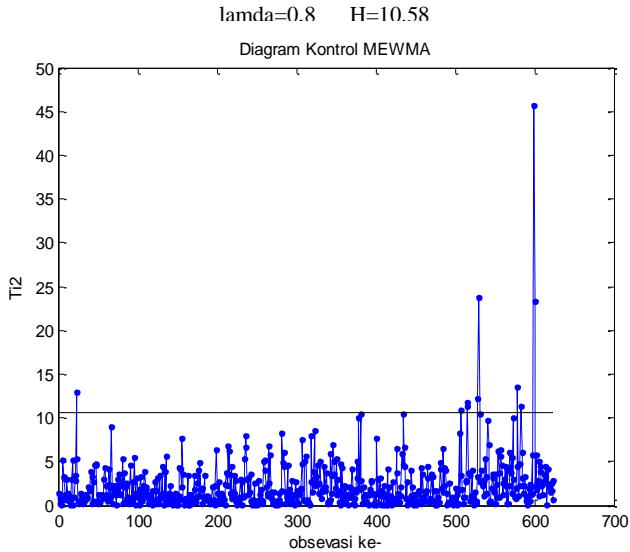
Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
297	89.3	29.3	334	90.2	29.3	371	89.6	30.4	408	89.6	29.9
298	89.9	29.9	335	90.6	29.1	372	89.3	29.4	409	88.9	29.1
299	90.2	29.1	336	90.6	29.6	373	89.6	29.9	410	89.9	29.9
300	88.6	29.90	337	88.6	29.1	374	89.6	30.3	411	89.6	29.0
301	90.4	29.3	338	88.9	30.8	375	90.6	30.4	412	88.9	30.4
302	89.2	29.6	339	89.4	29.3	376	91.6	30.9	413	89.9	29.6
303	89.2	29.6	340	89.2	29.6	377	90.4	30.6	414	88.6	29.3
304	88.6	30.1	341	89.6	30.1	378	90.6	30.4	415	90.2	28.9
305	91.6	29.9	342	90.6	29.9	379			416	89.6	30.1
306	90.6	30.5	343	92.4	30.80	380	89.6	30.2	417	91.4	29.9
307	91.6	30.8	344	91.4	29.9	381			418	89.6	30.4
308	92.6	30.7	345	90.6	29.9	382	88.9	30.2	419	88.6	29.4
309	89.6	29.4	346	92.4	31.0	383	89.6	29.9	420	89.4	29.9
310	90.4	30.0	347	91.4	30.7	384	90.6	29.6	421	88.4	30.3
311	91.6	31.0	348	91.6	29.9	385	89.6	29.1	422	89.6	29.4
312	91.9	30.7	349	90.9	29.9	386	88.9	29.6	423	88.6	29.8
313	88.6	29.1	350	91.6	31.0	387	89.9	29.3	424	88.6	29.4
314	90.4	30.1	351	89.4	30.2	388	90.2	29.9	425	89.9	30.2
315	90.2	29.9	352	90.4	30.7	389	89.6	29.6	426	86.6	29.9
316	88.9	29.6	353	90.9	30.2	390	90.6	29.6	427	87.6	29.1
317	89.4	29.9	354	88.9	29.9	391	89.6	30.0	428	89.6	30.2
318	88.6	28.8	355	89.6	29.9	392	89.2	30.3	429	90.9	29.6
319	91.6	29.0	356	88.6	30.7	393	90.4	30.5	430	89.9	30.2
320	90.6	29.9	357	90.6	30.2	394	91.4	30.4	431	90.6	29.6
321	91.6	30.4	358	88.9	30.7	395	91.4	30.0	432	89.6	29.1
322	91.6	30.5	359	90.2	29.3	396	90.6	30.2	433	88.6	28.5
323	92.6	31.0	360	89.6	30.7	397	89.6	30.0	434	87.6	28.9
324	89.4	30.4	361	88.9	29.3	398	89.6	29.9	435		
325	91.6	30.5	362	89.2	29.0	399	90.6	30.4	436	88.6	28.9
326	90.4	30.9	363	90.2	29.6	400	89.6	29.6	437	89.6	28.6
327	91.4	29.9	364	90.9	30.1	401	86.9	30.4	438	88.6	29.6
328	90.6	29.8	365	89.2	29.6	402	89.6	30.2	439	87.6	29.3
329	89.6	30.7	366	90.4	30.4	403	91.9	30.4	440	89.9	29.9
330	88.9	30.7	367	88.6	28.8	404	89.6	29.6	441	89.6	30.2
331	89.9	30.1	368	89.2	29.3	405	89.2	28.8	442	90.2	30.2
332	90.6	30.4	369	88.4	29.8	406	90.2	29.6	443	89.2	29.3
333	90.9	29.6	370	87.4	29.90	407	89.9	29.3	444	89.6	29.3

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
445	90.6	29.1	482	87.4	29.5	519	89.9	30.2	556	88.9	29.9
446	89.9	29.3	483	88.4	29.9	520	88.2	29.6	557	87.2	30.2
447	89.2	29.9	484	88.6	30.0	521	87.6	28.8	558	86.9	29.3
448	89.6	30.4	485	86.4	29.3	522	89.2	29.5	559	87.6	29.9
449	89.2	29.1	486	88.4	29.9	523	89.4	29.8	560	88.6	29.6
450	89.9	29.6	487	87.4	29.8	524	89.9	30.3	561	87.9	29.1
451	89.9	29.9	488	87.6	28.9	525	88.4	29.0	562	88.2	29.0
452	88.9	29.1	489	88.9	30.2	526	89.2	29.8	563	87.9	28.8
453	90.6	30.1	490	89.6	29.6	527	89.9	29.5	564	88.2	29.3
454	88.9	29.0	491	89.9	30.2	528	88.9	28.8	565	89.9	30.2
455	89.9	29.3	492	89.2	29.9	529			566	86.9	29.4
456	90.2	29.9	493	87.6	29.1	530			567	89.6	29.6
457	86.6	29.3	494	89.9	29.6	531			568	87.9	29.1
458	89.6	29.9	495	89.6	30.2	532	88.6	29.2	569	86.6	29.3
459	87.4	28.9	496	88.6	29.9	533	87.4	29.1	570	87.6	29.4
460	89.4	29.4	497	89.2	29.9	534	88.4	29.2	571	87.0	29.6
461	89.4	29.5	498	89.6	29.6	535	87.6	29.5	572	88.6	29.6
462	88.1	29.8	499	89.4	29.3	536	88.6	29.5	573		
463	89.4	30.1	500	88.9	29.6	537	87.6	29.6	574	88.6	30.2
464	87.9	29.4	501	87.9	29.3	538	86.9	29.2	575	88.9	29.9
465	89.4	30.7	502	89.9	30.1	539	88.6	29.5	576	88.6	29.6
466	87.9	30.2	503	88.6	29.1	540	88.9	30.6	577	87.9	29.6
467	89.6	29.9	504	90.2	29.9	541			578	88.6	30.6
468	88.6	29.3	505	85.6	28.9	542	87.6	30.2	579		
469	88.9	29.6	506	88.6	29.4	543	89.9	30.0	580	89.9	30.2
470	87.2	29.3	507	87.4	29.3	544	89.6	30.1	581	87.9	29.8
471	89.9	29.5	508			545	88.6	29.5	582	88.9	30.7
472	88.9	28.8	509	88.6	29.6	546	88.9	29.0	583		
473	89.6	29.3	510	89.4	29.7	547	87.9	28.9	584	87.2	29.1
474	89.2	29.5	511	88.4	29.5	548	87.6	29.3	585	88.2	29.1
475	89.9	30.0	512	88.6	29.8	549	88.4	29.5	586	88.4	29.7
476	88.6	29.0	513	88.9	28.8	550	89.2	29.8	587	88.4	29.0
477	89.6	30.0	514	87.6	29.4	551	88.2	28.7	588	87.9	29.0
478	90.9	30.0	515			552	88.2	29.2	589	88.6	29.8
479	89.2	29.2	516			553	88.6	29.9	590	88.9	29.5
480	89.6	29.6	517	87.9	29.2	554	86.6	29.6	591	89.9	30.0
481	86.6	29.5	518	87.6	29.6	555	87.6	29.3	592	87.6	29.4

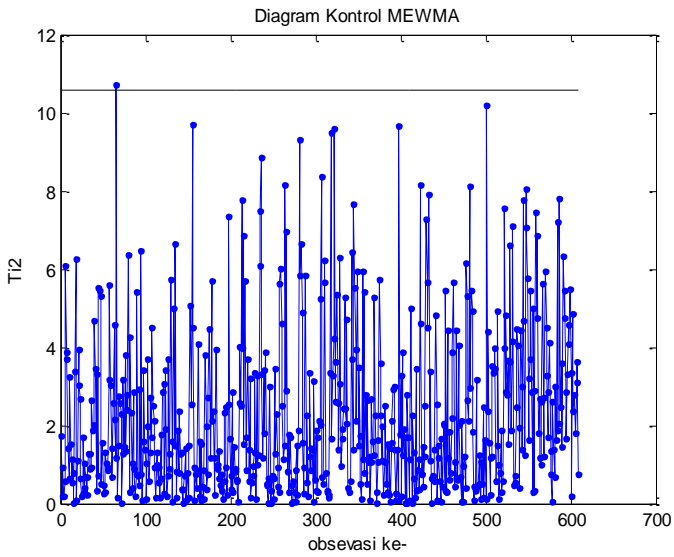
Data	Brix	Pol
593		
594	88.9	29.7
595	87.9	29.1
596	88.6	29.4
597	86.6	29.1
598	88.6	29.6
599	87.3	32.9
600		
601	88.2	29.6
602	86.9	29.9
603	88.6	29.9
604	87.6	29.3
605	88.6	29.6
606	86.9	29.6
607	87.6	29.1
608	87.9	28.8
609	88.2	29.3
610	88.4	29.6
611	87.9	29.1
612	87.4	29.6
613	88.6	28.8
614	87.2	29.1
615	87.9	29.6
616	89.6	29.9
617	90.6	31.0
618	90.6	30.4
619	89.6	30.5
620	89.6	30.3
621	90.6	30.4
622	89.9	30.6
623	88.9	30.4
624	89.9	30.1

## LAMPIRAN P. Diagram Kontrol MEWMA fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali

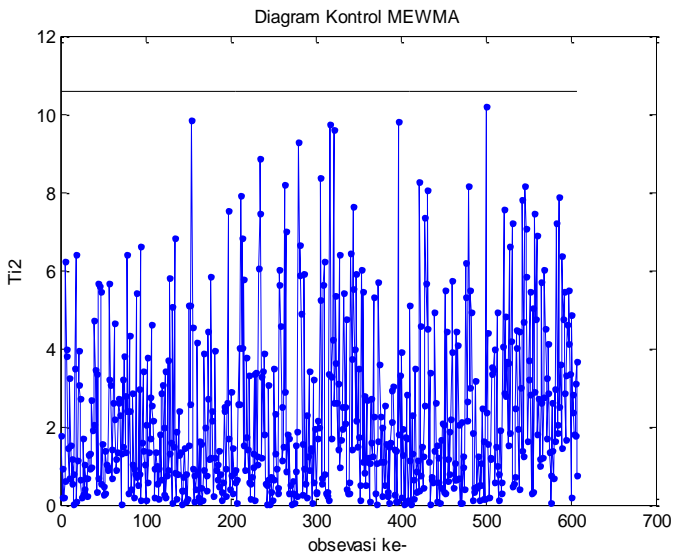
Bulan Oktober



Perbaikan iterasi 2 : lamda=0.8 H=10.58



Perbaikan iterasi 3 : lamda=0.8 H=10.58



**LAMPIRAN Q. Nilai-Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali Diagram  
Kontrol MEWMA fase 2 Dengan Variabilitas Tidak  
Terkendali**

Bulan Oktober

lamda=0,8	H=10.58
Keluar BKA	T2
23	12.870366
508	10.927428
515	11.391564
516	11.786679
529	12.189835
530	23.707233
579	13.494825
583	11.334496
599	45.666394
600	23.32298

Perbaikan1	
lamda=0,8	H=10.58
Keluar BKA	T2
379	12.027582
381	12.213022
435	12.195965
541	11.36978
573	11.519654

Perbaikan2	
lamda=0,8	H=10.58
Keluar BKA	T2
66	10.7130

**LAMPIRAN R. Data *In Control* MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali**

Bulan Oktober

No	Brix	Pol	No	Brix	Pol	No	Brix	Pol	No	Brix	Pol
1	88.90	29.10	38	89.60	29.10	75	91.60	30.20	112	90.60	30.40
2	90.20	29.90	39	90.60	29.60	76	90.60	29.80	113	89.90	29.90
3	89.20	29.30	40	89.90	29.30	77	91.60	30.60	114	90.60	29.60
4	89.60	30.10	41	89.60	31.00	78	90.40	30.20	115	88.90	29.30
5	90.60	29.90	42	91.90	30.20	79	91.40	30.30	116	88.90	29.60
6	90.90	29.00	43	88.90	29.90	80	90.90	30.40	117	90.20	30.40
7	90.40	29.30	44	89.90	30.70	81	89.90	31.00	118	89.60	29.90
8	90.20	29.20	45	88.60	29.30	82	89.60	29.30	119	90.90	29.60
9	89.60	29.40	46	90.20	28.80	83	91.60	29.60	120	88.90	30.10
10	90.60	30.20	47	91.60	29.60	84	90.60	29.60	121	91.60	30.50
11	91.60	30.40	48	90.90	29.30	85	89.90	30.20	122	90.60	30.60
12	90.60	30.20	49	90.20	30.10	86	88.60	29.90	123	89.60	29.90
13	89.60	30.10	50	88.60	29.10	87	90.90	30.70	124	90.60	29.40
14	90.90	29.90	51	89.20	29.90	88	90.60	29.90	125	91.60	30.60
15	89.90	29.50	52	88.90	29.60	89	89.60	29.60	126	89.60	29.90
16	89.60	29.90	53	90.40	30.10	90	90.20	29.60	127	90.60	29.90
17	90.90	29.30	54	90.60	29.60	91	90.20	31.10	128	91.60	30.60
18	89.90	28.80	55	88.90	30.20	92	88.90	29.10	129	90.20	29.60
19	89.20	29.90	56	90.60	29.60	93	90.60	30.00	130	89.60	29.30
20	89.60	29.30	57	90.60	29.90	94	91.60	30.20	131	87.60	30.40
21	90.60	31.00	58	91.60	30.10	95	90.20	30.10	132	90.90	30.40
22	91.60	29.90	59	86.60	29.80	96	90.60	28.80	133	89.60	29.60
23			60	88.60	30.10	97	89.60	29.90	134	87.60	30.20
24	88.60	30.40	61	90.60	30.40	98	90.60	30.50	135	90.60	30.40
25	88.90	29.30	62	89.60	30.10	99	91.60	30.40	136	90.90	28.80
26	90.20	30.10	63	91.60	30.00	100	90.60	30.10	137	89.60	29.60
27	89.20	29.90	64	91.90	30.20	101	90.40	30.20	138	89.90	30.10
28	88.60	29.10	65	90.60	29.60	102	89.60	29.90	139	88.20	29.90
29	89.60	29.60	66	88.20	29.90	103	90.60	29.40	140	89.40	29.30
30	90.60	30.40	67			104	91.60	29.90	141	91.60	30.10
31	89.40	30.10	68	89.60	30.20	105	89.90	30.20	142	90.60	30.20
32	90.20	29.90	69	88.90	29.10	106	88.90	29.10	143	88.90	29.10
33	89.60	30.20	70	89.60	29.10	107	89.60	29.10	144	89.40	29.60
34	90.90	30.20	71	90.90	29.60	108	89.20	30.50	145	89.90	29.90
35	89.90	29.30	72	87.60	29.30	109	90.90	29.00	146	89.60	30.10
36	90.60	29.90	73	89.90	29.90	110	88.90	29.10	147	90.60	30.10
37	89.20	29.30	74	90.90	29.80	111	89.90	29.30	148	90.60	29.60



Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
149	89.6	30.0	186	89.6	29.3	223	89.9	30.2	260	90.6	30.9
150	88.6	29.4	187	90.6	30.1	224	90.9	29.3	261	90.9	30.7
151	89.4	29.9	188	88.9	30.2	225	88.9	29.9	262	89.6	30.4
152	88.6	30.0	189	90.6	29.9	226	90.6	30.1	263	90.9	29.9
153	90.9	31.0	190	90.2	29.6	227	89.2	29.3	264	90.4	30.4
154	89.6	30.7	191	88.9	29.9	228	90.9	30.1	265	90.2	31.2
155	89.6	28.8	192	90.2	29.9	229	88.9	30.2	266	90.9	30.4
156	87.9	31.0	193	89.9	30.2	230	91.6	30.6	267	89.8	31.0
157	87.6	29.6	194	90.6	29.3	231	89.6	29.6	268	90.2	29.3
158	88.9	29.6	195	89.6	30.7	232	89.9	29.0	269	89.9	29.3
159	89.6	29.9	196	88.9	29.9	233	90.6	29.9	270	89.6	30.2
160	90.6	30.2	197	89.2	29.6	234	89.6	30.4	271	90.9	30.4
161	88.9	29.4	198	90.6	29.3	235	91.6	31.0	272	88.9	29.3
162	88.6	29.6	199	91.6	29.3	236	91.9	30.9	273	89.9	29.9
163	89.4	28.8	200	89.2	29.3	237	92.6	30.7	274	89.6	29.9
164	89.2	29.9	201	89.2	29.6	238	90.9	30.4	275	90.2	29.6
165	88.9	30.2	202	90.2	29.6	239	90.6	29.9	276	89.6	29.6
166	89.9	29.9	203	91.6	30.1	240	91.6	30.4	277	89.9	29.9
167	88.9	29.1	204	89.9	29.9	241	89.6	30.4	278	89.2	29.3
168	90.6	30.1	205	90.6	30.4	242	91.9	30.4	279	90.6	29.6
169	89.9	29.9	206	90.4	30.1	243	89.9	29.6	280	89.9	30.1
170	90.6	29.8	207	90.6	29.9	244	89.9	29.6	281	90.6	30.5
171	91.6	29.8	208	89.2	30.1	245	89.6	29.9	282	92.6	31.1
172	90.6	30.5	209	90.6	29.8	246	90.6	29.9	283	89.6	30.8
173	89.6	30.0	210	89.6	29.9	247	90.6	29.3	284	92.6	30.5
174	90.6	29.8	211	91.6	30.2	248	89.2	29.9	285	91.6	30.5
175	91.4	30.4	212	91.6	30.5	249	90.2	30.1	286	90.6	30.1
176	91.4	30.7	213	90.6	29.4	250	88.9	29.3	287	89.6	30.0
177	89.9	30.2	214	92.4	29.8	251	89.9	30.1	288	90.6	30.2
178	90.6	29.6	215	91.4	30.0	252	89.9	30.2	289	88.6	30.7
179	90.9	29.1	216	91.9	31.0	253	89.4	30.6	290	90.6	29.6
180	89.6	29.3	217	90.2	30.2	254	90.9	29.6	291	89.6	29.1
181	88.9	29.1	218	87.9	30.4	255	88.9	29.0	292	89.9	30.2
182	90.2	29.9	219	90.9	29.6	256	88.6	29.6	293	90.6	29.6
183	89.6	29.3	220	90.6	29.6	257	90.6	29.9	294	90.6	29.3
184	90.6	31.0	221	91.6	29.9	258	89.6	30.1	295	89.9	29.6
185	90.6	29.9	222	90.6	29.9	259	91.6	31.0	296	89.6	29.3

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
297	89.3	29.3	334	90.2	29.3	371	89.6	30.4	408	89.6	29.9
298	89.9	29.9	335	90.6	29.1	372	89.3	29.4	409	88.9	29.1
299	90.2	29.1	336	90.6	29.6	373	89.6	29.9	410	89.9	29.9
300	88.6	29.90	337	88.6	29.1	374	89.6	30.3	411	89.6	29.0
301	90.4	29.3	338	88.9	30.8	375	90.6	30.4	412	88.9	30.4
302	89.2	29.6	339	89.4	29.3	376	91.6	30.9	413	89.9	29.6
303	89.2	29.6	340	89.2	29.6	377	90.4	30.6	414	88.6	29.3
304	88.6	30.1	341	89.6	30.1	378	90.6	30.4	415	90.2	28.9
305	91.6	29.9	342	90.6	29.9	379			416	89.6	30.1
306	90.6	30.5	343	92.4	30.80	380	89.6	30.2	417	91.4	29.9
307	91.6	30.8	344	91.4	29.9	381			418	89.6	30.4
308	92.6	30.7	345	90.6	29.9	382	88.9	30.2	419	88.6	29.4
309	89.6	29.4	346	92.4	31.0	383	89.6	29.9	420	89.4	29.9
310	90.4	30.0	347	91.4	30.7	384	90.6	29.6	421	88.4	30.3
311	91.6	31.0	348	91.6	29.9	385	89.6	29.1	422	89.6	29.4
312	91.9	30.7	349	90.9	29.9	386	88.9	29.6	423	88.6	29.8
313	88.6	29.1	350	91.6	31.0	387	89.9	29.3	424	88.6	29.4
314	90.4	30.1	351	89.4	30.2	388	90.2	29.9	425	89.9	30.2
315	90.2	29.9	352	90.4	30.7	389	89.6	29.6	426	86.6	29.9
316	88.9	29.6	353	90.9	30.2	390	90.6	29.6	427	87.6	29.1
317	89.4	29.9	354	88.9	29.9	391	89.6	30.0	428	89.6	30.2
318	88.6	28.8	355	89.6	29.9	392	89.2	30.3	429	90.9	29.6
319	91.6	29.0	356	88.6	30.7	393	90.4	30.5	430	89.9	30.2
320	90.6	29.9	357	90.6	30.2	394	91.4	30.4	431	90.6	29.6
321	91.6	30.4	358	88.9	30.7	395	91.4	30.0	432	89.6	29.1
322	91.6	30.5	359	90.2	29.3	396	90.6	30.2	433	88.6	28.5
323	92.6	31.0	360	89.6	30.7	397	89.6	30.0	434	87.6	28.9
324	89.4	30.4	361	88.9	29.3	398	89.6	29.9	435		
325	91.6	30.5	362	89.2	29.0	399	90.6	30.4	436	88.6	28.9
326	90.4	30.9	363	90.2	29.6	400	89.6	29.6	437	89.6	28.6
327	91.4	29.9	364	90.9	30.1	401	86.9	30.4	438	88.6	29.6
328	90.6	29.8	365	89.2	29.6	402	89.6	30.2	439	87.6	29.3
329	89.6	30.7	366	90.4	30.4	403	91.9	30.4	440	89.9	29.9
330	88.9	30.7	367	88.6	28.8	404	89.6	29.6	441	89.6	30.2
331	89.9	30.1	368	89.2	29.3	405	89.2	28.8	442	90.2	30.2
332	90.6	30.4	369	88.4	29.8	406	90.2	29.6	443	89.2	29.3
333	90.9	29.6	370	87.4	29.90	407	89.9	29.3	444	89.6	29.3

Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol	Data	Brix	Pol
445	90.6	29.1	482	87.4	29.5	519	89.9	30.2	556	88.9	29.9
446	89.9	29.3	483	88.4	29.9	520	88.2	29.6	557	87.2	30.2
447	89.2	29.9	484	88.6	30.0	521	87.6	28.8	558	86.9	29.3
448	89.6	30.4	485	86.4	29.3	522	89.2	29.5	559	87.6	29.9
449	89.2	29.1	486	88.4	29.9	523	89.4	29.8	560	88.6	29.6
450	89.9	29.6	487	87.4	29.8	524	89.9	30.3	561	87.9	29.1
451	89.9	29.9	488	87.6	28.9	525	88.4	29.0	562	88.2	29.0
452	88.9	29.1	489	88.9	30.2	526	89.2	29.8	563	87.9	28.8
453	90.6	30.1	490	89.6	29.6	527	89.9	29.5	564	88.2	29.3
454	88.9	29.0	491	89.9	30.2	528	88.9	28.8	565	89.9	30.2
455	89.9	29.3	492	89.2	29.9	529			566	86.9	29.4
456	90.2	29.9	493	87.6	29.1	530			567	89.6	29.6
457	86.6	29.3	494	89.9	29.6	531	86.6	28.9	568	87.9	29.1
458	89.6	29.9	495	89.6	30.2	532	88.6	29.2	569	86.6	29.3
459	87.4	28.9	496	88.6	29.9	533	87.4	29.1	570	87.6	29.4
460	89.4	29.4	497	89.2	29.9	534	88.4	29.2	571	87.0	29.6
461	89.4	29.5	498	89.6	29.6	535	87.6	29.5	572	88.6	29.6
462	88.1	29.8	499	89.4	29.3	536	88.6	29.5	573		
463	89.4	30.1	500	88.9	29.6	537	87.6	29.6	574	88.6	30.2
464	87.9	29.4	501	87.9	29.3	538	86.9	29.2	575	88.9	29.9
465	89.4	30.7	502	89.9	30.1	539	88.6	29.5	576	88.6	29.6
466	87.9	30.2	503	88.6	29.1	540	88.9	30.6	577	87.9	29.6
467	89.6	29.9	504	90.2	29.9	541			578	88.6	30.6
468	88.6	29.3	505	85.6	28.9	542	87.6	30.2	579		
469	88.9	29.6	506	88.6	29.4	543	89.9	30.0	580	89.9	30.2
470	87.2	29.3	507	87.4	29.3	544	89.6	30.1	581	87.9	29.8
471	89.9	29.5	508			545	88.6	29.5	582	88.9	30.7
472	88.9	28.8	509	88.6	29.6	546	88.9	29.0	583		
473	89.6	29.3	510	89.4	29.7	547	87.9	28.9	584	87.2	29.1
474	89.2	29.5	511	88.4	29.5	548	87.6	29.3	585	88.2	29.1
475	89.9	30.0	512	88.6	29.8	549	88.4	29.5	586	88.4	29.7
476	88.6	29.0	513	88.9	28.8	550	89.2	29.8	587	88.4	29.0
477	89.6	30.0	514	87.6	29.4	551	88.2	28.7	588	87.9	29.0
478	90.9	30.0	515			552	88.2	29.2	589	88.6	29.8
479	89.2	29.2	516			553	88.6	29.9	590	88.9	29.5
480	89.6	29.6	517	87.9	29.2	554	86.6	29.6	591	89.9	30.0
481	86.6	29.5	518	87.6	29.6	555	87.6	29.3	592	87.6	29.4

Data	Brix	Pol
593	88.6	29.5
594	88.9	29.7
595	87.9	29.1
596	88.6	29.4
597	86.6	29.1
598	88.6	29.6
599		
600		
601	88.2	29.6
602	86.9	29.9
603	88.6	29.9
604	87.6	29.3
605	88.6	29.6
606	86.9	29.6
607	87.6	29.1
608	87.9	28.8
609	88.2	29.3
610	88.4	29.6
611	87.9	29.1
612	87.4	29.6
613	88.6	28.8
614	87.2	29.1
615	87.9	29.6
616	89.6	29.9
617	90.6	31.0
618	90.6	30.4
619	89.6	30.5
620	89.6	30.3
621	90.6	30.4
622	89.9	30.6
623	88.9	30.4
624	89.9	30.1

*(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran A	Rumus Diagram Kontrol MEWMV ..... 67
Lampiran B	Rumus Diagram Kontrol MEWMA ..... 69
Lampiran C	Data Pengamatan Periode September Fase 1 ..... 71
Lampiran D	Data Pengamatan Periode Oktober Fase 2 ..... 76
Lampiran E	Syntax Matlab Diagram Kontrol MEWMV ..... 81
Lampiran F	Syntax Matlab Diagram Kontrol MEWMA ..... 84
Lampiran G	Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 ..... 86
Lampiran H	Nilai-Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali Diagram Kontrol MEWMV Fase 1 ..... 100
Lampiran I	Diagram Kontrol MEWMV Fase 2 ..... 118
Lampiran J	Data <i>In Control</i> MEWMV Fase 2 ..... 119
Lampiran K	Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 ..... 124
Lampiran L	Nilai-Nilai Pengamatan Diluar Batas Kendali Diagram Kontrol MEWMA Fase 1 ..... 128
Lampiran M	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali ..... 134
Lampiran N	Nilai-Nilai Pengamatan Diluar batas Kendali Diagram kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali ..... 136
Lampiran O	Data <i>In Control</i> MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Terkendali ..... 137
Lampiran P	Diagram Kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali..... 142
Lampiran Q	Nilai-Nilai Pengamatan Diluar batas Kendali Diagram kontrol MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali ..... 144
Lampiran R	Data <i>In Control</i> MEWMA Fase 2 Dengan Variabilitas Tidak Terkendali..... 145

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terkait dengan monitoring variabilitas dan rata-rata serta kapabilitas proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut,

1. Proses produksi tetes PG Kremboong Sidoarjo belum terkendali dalam variabilitas dan rata – rata pada periode giling bulan September 2015. Pembobot optimum dalam mendeteksi pergeseran variabilitas proses diperoleh  $\lambda = 0,7$  dan rata-rata proses sebesar  $\omega = 0,1$ .
2. Proses produksi tetes pada periode giling bulan Oktober 2015 belum terkendali dalam variabilitas dan rata-rata dengan menggunakan pembobot optimum.
3. Perbaikan proses yang dilakukan pada periode giling bulan Oktober membuat variabilitas dan rata-rata proses produksi tetes terkendali. Setelah proses fase 2 terkendali maka dilakukan perhitungan kapabilitas proses sehingga diperoleh nilai indeks  $M_{CP}$  sebesar 0,9230,  $M_{CPK}$  sebesar -0,7610 dan  $M_{CPM}$  sebesar 0,2056. Berdasarkan hasil tersebut, proses produksi gula PG Kremboong Sidoarjo belum kapabel dilihat dari segi akurasi, presisi serta gabungan akurasi dan presisi. Proses dikatakan sudah kapabel apabila nilai  $M_{CP}$ ,  $M_{CPK}, M_{CPM} \geq 1$ .

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh maka saran yang dapat diberikan bagi PG Kremboong Sidoarjo dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Bagi pihak PG Kremboong Sidoarjo, dalam menjalankan proses produksi gula dibutuhkan perbaikan proses agar kua-

litas tetes tetap terkendali dengan memperhatikan faktor-faktor penyebab proses produksi tetes tidak terkendali. Selain itu, kesalahan pengukuran dan proses produksi tetes yang belum maksimal dapat menyebabkan ketidaksesuaian proses dengan batas spesifikasi yang ditetapkan. Demikian juga dengan penentuan batas spesifikasi sangat bergantung pada hasil proses produksi apakah terkendali atau tidak sehingga dibutuhkan ketelitian dalam menentukan batas spesifikasi tetes.

2. Sedangkan saran untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penerapan diagram kontrol MEWMA dan MEWMV adalah perlu memperhatikan pengaruh autokorelasi pada setiap karakteristik kualitas sehingga dapat didekati dengan pemodelan residual *time series*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Prahnoloh, T. *Dulu Eksportir Gula Terbesar Dunia Kini Indonesia Terikat Impor*. (28 April 2014). Merdeka [On-line].
- Dwi, *Kembalikan Indonesia Sebagai Eksportir Gula Terbesar Dunia*. (30 November 2015). Selasar [On-line].
- Montgomery, D.C. (Eds). (2005). *Introduction to Statistical Quality Control*. Arizona: John Wiley and Son's.
- Stoumbos, Z. G., & Sullivan, J H. (2001). *Achieving Robust Performance With The MEWMA Control Chart*. Journal of American Statistical Association, Mississippi State University and Rutgers University.
- Huwang, L., Yeh, A., dan Wu, Chen. 2007. *Monitoring Multivariate Process Variability for Individual Observation*. Journal of Quality technology, vol. 39,3, pp.258.
- Oktaria H, P. (2009). *Penerapan Diagram Kontrol MEWMA dan MEWMV pada Proses Produksi Coca-Cola Bottling Indonesia Jawa Timur*. Surabaya: ITS.
- Due N. (2015). *Analisis Pengendalian Ampas Tebu Pabrik gula Pesantren Baru Kediri Menggunakan Diagram Kontrol MEWMV dan MEWMA*. Suarabaya: ITS.
- Walpole, E., Ronald. (Eds). (2007). *Probability and Statistic for Engineers and Scientist*, London: Pearson Education.
- Johnson, Richard A. & Wichern, D, W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Methods Sixth Edition*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Prabhu, S. S., and Runger, G. C. (1997). *Designing a Multivariate EWMA Control Chart*. Journal of Quality Technology, 29, 8-15.

Raissi, S., 2009. *Multivariate Process Capability Indices On The Presence Of Priority For Quality Characteristics*. Journal of Industrial Engineering, Vol 5, No.9, 27-36.

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Dony Mukthar Harianja. Lahir di Gorat pada tanggal 04 Januari dan merupakan anak pertama dari lima bersaudara. Putra pasangan Drs. Manaor Harianja dan Dra. Duma Gultom ini menempuh pendidikan formal mulai dari SD SW Santo Paulus Onan Runggu, SMP Bakti Mulia Onan Runggu, SMAN 1 Pangururan, pada tahun 2010 diterima sebagai mahasiswa statistika D3 USU dan pada tahun 2014 menjadi mahasiswa statistika ITS program Lintas Jalur dengan NRP 1314 105 015. Penulis mengembangkan *soft skill* dengan bergabung pada beberapa organisasi seperti HIMASTA USU, Gen BI (Generasi baru Bank Indonesia), Karatedo KKI Sumut, dan GAMOS (Gerakan muda mudi Onan Runggu sekitarnya). Selain itu penulis juga memiliki pengalaman kerja di BPS Sumatera Utara, Bank Indonesia Jawa timur dan PG Kremboong Sidoarjo. Apabila pembaca memiliki saran, kritik atau ingin berdiskusi dengan penulis terkait tugas akhir ini, silahkan kirimkan email ke [harianjadoni@yahoo.co.id](mailto:harianjadoni@yahoo.co.id)